



Mejore el rendimiento de SQL Server y reduzca costes con las unidades de estado sólido DC500M Enterprise de Kingston Technology

Octubre de 2019

Por Bill Ramos, director de gestión técnica de productos, DB Best Technology.

Revisores técnicos: Hazem Awadallah, ingeniero de sistemas, Kingston Technology



Índice

Resumen principal	3
El problema: el Fin del soporte (EOS) de SQL Server 2008.....	6
La solución: sustitución de los discos duros (HDD) por unidades de estado sólido (SSD) Data Center DC500 Enterprise de Kingston Technology y actualización a SQL Server 2017	7
Hardware	9
Software	10
Escenarios de las pruebas comparativas	12
Resultados de la comprobación	15
Resultados: SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales en disco duro	15
Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 16 núcleos virtuales	16
Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 8 núcleos virtuales	17
Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 4 núcleos virtuales	19
Conclusiones.....	21
Siguientes pasos	22
Póngase en contacto con DB Best para evaluar de su entorno	22
Anexo A. Lista de materiales del sistema de pruebas	23
Configuraciones de servidor.....	23
Plataformas de software	25
Tabla de figuras	27
Marcas comerciales	28

Resumen principal

Las empresas que ejecutan SQL Server 2008 y SQL Server 2008 R2 se toparon con un hito importante en julio de 2019, fecha del Fin del soporte (EOS, por sus siglas en inglés) por parte de Microsoft¹ a esas bases de datos. Al alcanzarse el EOS, Microsoft dejó de publicar actualizaciones de seguridad de las versiones de SQL Server en entornos locales, lo que causó que estas versiones quedaran expuestas a enormes riesgos de piratería. Además, a partir de esa fecha dejarían de cumplir los requisitos de los organismos reguladores.

Se necesitaba una solución económica para migrar y consolidar aquellas cargas de trabajo de SQL Server 2008² que debían mantenerse en entornos locales por motivos reglamentarios, o bien por preferencia del cliente.

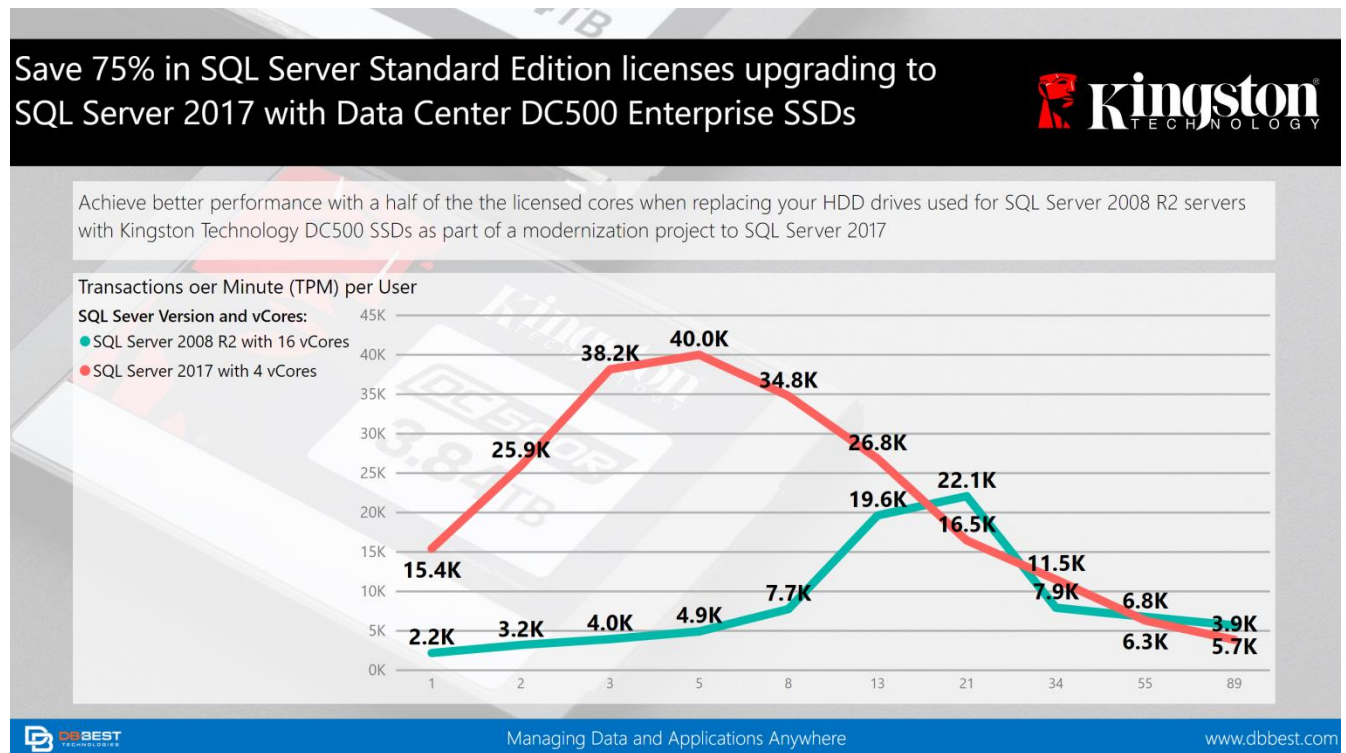
El presente documento técnico pretende demostrar que es posible migrar económicamente las cargas de trabajo de SQL Server 2008 a una solución de hardware y software moderna utilizando servidores modernos y las [unidades de estado sólido \(SSD\) DC500M Enterprise de Kingston Technology](#) con Microsoft SQL 2017 Windows Server 2019 Datacenter Edition.

Recientemente, DB Best Technologies colaboró con Kingston Technology para demostrar que SQL Server 2017, con 8 núcleos virtuales (vCores), y las [unidades de estado sólido \(SSD\) DC500M Enterprise de Kingston Technology](#) funcionan con mayor rapidez que SQL Server 2008 R2, con 16 núcleos virtuales y discos duros (HDD). Normalmente, al trabajar con clientes que pretendían actualizar sus servidores SQL Server 2008 a versiones más recientes de SQL Server, observamos que dichos sistemas utilizaban discos duros para archivos de datos, de registros y de tempdb.

¹ "SQL Server 2008 and SQL Server 2008 R2 End of Support (Fin del soporte de SQL Server 2008 y SQL Server 2008 R2)", <<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2008>>

² Para simplificar, cuando mencionamos "SQL Server 2008" nos referimos tanto a SQL Server 2008 como a SQL Server 2008 R2.

El siguiente diagrama muestra que, en una comparativa de ejecución, TPC-C de [HammerDB](#), utilizando 2000 almacenes con SQL Server 2017 en 4 núcleos virtuales y [unidades SATA DC500M Data Center de 6GBps y 960GB de Kingston](#), supera a SQL Server 2008 R2 en 16 núcleos virtuales y [discos duros Dell 400-A1JL a 10.000RPM SAS de 12GBps y 1,2TB](#).



Sobre la base de una comparativa anterior que habíamos realizado con otros fabricantes de hardware y proveedores de servicios en la nube, estábamos seguros de que la migración desde versiones más antiguas de SQL Server a SQL Server 2017 utilizando SSD para archivos de datos, de registros y de tempdb requería el empleo de menos núcleos virtuales.

Lo que esto supone es que, al actualizar los servidores de SQL Server 2008 R2 a SQL Server 2017, podrá ahorrar hasta un 75% en costes de licencia de SQL Server y, además, obtener mejores prestaciones.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-A1JPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%

El servidor de SQL Server 2008 R2 se configuró como un servidor que típicamente ejecutarían software y hardware más antiguos. Específicamente, utilizamos Windows Server 2008 R2 Datacenter de 64 bits para el sistema operativo y un total de 8 unidades SAS de Dell de 10K (código de artículo de Dell ST1200MM0099) configuradas como dos volúmenes físicos RAID 10 para archivos de datos y de registro separados.

El servidor SQL Server 2017 se configuró como un servidor moderno. Específicamente, utilizamos Windows Server 2019 Datacenter de 64 bits para el sistema operativo y un total de 8 unidades SEDC500M960G de Kingston Technology configuradas como dos volúmenes físicos RAID 10 para archivos de datos y de registro separados.

Ambos servidores se configuraron con Windows Hyper-V. El sistema SQL Server 2008 R2 tenía 16 núcleos virtuales y 128GB de RAM para la máquina virtual. El sistema SQL Server 2017 se probó con 8 y 4 núcleos virtuales, y 128GB de RAM para la máquina virtual.

El problema: el Fin del soporte (EOS) de SQL Server 2008

SQL Server 2008 es una de las versiones más implementadas de la base de datos SQL Server, lo cual convirtió al Fin del soporte (EOS) de Microsoft para SQL Server 2008 (en julio de 2019) en un hito importante para muchos clientes. Para las bases de datos que permanecerán en entornos locales por requisitos reglamentarios o por preferencias de los clientes, se necesita una solución económica que incluya la migración a versiones con soporte de SQL Server y Windows Server³. Microsoft ha adoptado un modelo de licencias por núcleo tanto para SQL Server como para Windows Server, lo que ha dificultado las decisiones en materia de licencias y las ha encarecido.

Finalmente, la mayoría de los clientes retirarán el hardware de la era 2008 que actualmente ejecutan las cargas de trabajo de SQL Server 2008 y deberán decidir a qué nuevo hardware migrarlas. Existen diversas opciones: servidores físicos, servidores para alojar cargas de trabajo virtualizadas, nubes privadas, arquitecturas hiperconvergentes o desagregadas, almacenamiento tradicional en SAN o DAS, o nuevas soluciones de almacenamiento definidas por software.

Los cambios del modelo de licencias de software implementados por Microsoft en los últimos años han dificultado las decisiones en materia de licencia e incrementado el coste de las mismas, hasta el punto que el precio del software puede determinar el coste total del sistema. Con esto se incrementa el riesgo de cometer un error caro si adopta una decisión en materia de licencias equivocada. Las decisiones fundamentadas pueden minimizar los costes de las licencias de software, tal y como vamos a demostrar a continuación.

Este documento técnico demuestra cómo el uso de unidades de estado sólido (SSD) Data Center DC500 Enterprise de Kingston Technology permite reducir en un 39% los costes de capital y de licencias.

Este documento técnico, conjuntamente con la documentación del proyecto comparativo, cuantifican las ventajas de combinar los avances en arquitectura de sistemas de hardware y programas de software para conseguir una solución económica a los retos que deben abordar los clientes que se enfrentan al Fin del soporte de SQL Server 2008.

³ En enero de 2020 finalizará también el soporte de Windows Server 2008 y Windows Server 2008 R2. Véase “Window Server 2008 and 2008 R2 End of Support (Fin del soporte de Windows Server 2008 y 2008 R2)”, <<https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-2008>>

La solución: sustitución de los discos duros (HDD) por unidades de estado sólido (SSD)

Data Center DC500 Enterprise de Kingston Technology y actualización a SQL Server 2017

Al satisfacer las necesidades de fiabilidad y funcionamiento continuo de las empresas, las SSD de Kingston Enterprise ofrecen una capacidad de almacenamiento que combina la previsibilidad de su rendimiento con una fiabilidad rigurosamente probada y comprobada. Las SSD DC500 Series de Kingston incorporan funciones que permiten que los centros de datos seleccionen las unidades de mejor relación calidad-precio para sus cargas de trabajo. Las empresas necesitan resultados para poder dar salida a sus productos, comercializar sus soluciones y cumplir sus contratos de nivel de servicio (SLA, por sus siglas en inglés). Las SSD DC500 Series de Kingston están diseñadas para satisfacer estas expectativas.

Microsoft SQL Server 2017

SQL Server 2017 ofrece las características de fiabilidad, seguridad y simplificación de la administración que requieren sus cargas de trabajo principales en una plataforma de datos que mejora el rendimiento de las memorias para agilizar el rendimiento de las bases de datos de procesamiento de transacciones en línea (OLTP).

Desde el lanzamiento de SQL Server 2008 R2, el equipo de SQL Server ha incorporado más de 100 nuevas e importantes funciones a la versión de 2017.

WHAT'S NEW IN SQL SERVER 2017 SINCE 2008 R2				
OLTP Performance	Security	Business Intelligence	Hybrid Cloud	
- Real-time operational analytics with in-memory OLTP or on disk - In-memory for more applications - Unparalleled scalability with Windows Server 2016, with 12TB memory and Windows Server 2016 max cores - Enhanced AlwaysOn, with 8 secondaries and Replicas Wizard - Multiple node failover clustering (3 synchronous, up to 8 replicas) - In memory OLTP - Buffer Pool Extension to SSDs - Enhanced query processing - Resource Governor adds IO governance - SysPrep at cluster level - Predictable performance with tiering of compute, network and storage with Windows Server 2016 R2 - Delayed Durability - Clustered Shared Volume support, VHDX support (Windows Server 2016 R2) - Manage on-premise and cloud apps (System Center 2016 R2) - Query optimization enhancements - Recovery Advisor - Windows Server Core - Live Migration - Online operations enhancements - Query Store - Temporal support	- SQL Server Data Tools - Local DB runtime (Express) - Data-tier application component project template - Data Tier Application Framework (DAC Fx) - Interoperability support (ADO.NET, ODBC, JDBC, PDO, ADO APIs and .NET C/C++, Java, Linux and PHP platforms) - Enhanced support for ANSI SQL standards - Transact-SQL Static Code Analysis tools - Transact-SQL code snippets - IntelliSense - FileTable build on FILESTREAM - Remote Blob Storage with SharePoint 2010 - Statistical Semantic Search - Spatial features, Full Globe and arcs - Large user-defined data types - Distributed Replay - Contained Database Authentication - System Center Management Pack for SQL Server 2012 - Windows PowerShell 2.0 support - Multi-server Management with SQL Server Utility Control Point - Data Tier Application Component - Automatic Plan Correction	- Transparent Data Encryption - Always Encrypted - Enhanced separation of duty - Row-level security - Dynamic data masking - Enhanced separation of duties - Default schema for groups - SQL Server Audit - SQL Server fine-grained auditing	- Enhanced connectors, new transformations, object-level security, ragged hierarchies** - Graph data support - Mobile BI - Enhanced SSIS - Enterprise-grade Analysis Services - Advanced tabular models - In-memory analytics - Enhanced multidimensional models - JSON support - Enhanced DQS - Enhanced MDX - Modern Reporting Services - Temporal tables - Advanced data mining - Create mobile reports using the SQL Server Mobile Report Publisher - Consume with Power BI mobile apps - Azure HDInsight Service - Power BI - Power Map for Excel - Mash up data from different sources, such as Oracle & Hadoop - HA for StreamInsight, complex event processing - SQL Server Data Tools support for BI - Change Data Capture for Oracle - Import PowerPivot models into Analysis Services	- Enhanced productivity and performance - Power View - Configurable reporting alerts - Reporting as SharePoint Shared Service - Build organization knowledge base - Connect to 3rd party data cleansing providers - Master Data Hub - Master Data Services Add-in for Excel - Graphical tools in SSIS - Extensible object model - SSIS as a Server - Broader data integration with more sources: DB vendors, cloud, Hadoop - Pipeline improvements
	Data Warehousing - Adaptive Query Processing - Operational analytics - In-memory ColumnStore - Deployment rights for APS - Enhanced In-memory ColumnStore for DW - Polystore for simple T-SQL to query structured and unstructured data - Enhanced database caching - Up to 15,000 partitions - Analytics Platform System	Advanced Analytics - Python integration** - R built-in to your T-SQL - MLR APIs with full parallelism and no memory limits for scale/performance - Built-in In-memory Advanced Analytics - Advanced tabular model - Direct query - Advanced data mining - SSDT in Visual Studio	Platform - Linux support - Container support	- Stretch database - Partitioning for efficient data loading - Hybrid scenarios with SSIS - Enhanced backup to Azure - Easy migration to the cloud - Simplified cloud DR with AlwaysOn replicas - Simplified backup to Azure - Support for backup of previous versions of SQL Server to Azure - Cloud back-up encryption support - Simplified cloud Disaster Recovery with AlwaysOn replicas in Azure VMs - New Azure Deployment UI for SQL Server - Larger SQL Server VMs and memory sizes available in Azure - SQL Server Data Tools - Snapshot backups to Azure via SQL Server Management Studio

Figura 1. Nuevas funciones agregadas a SQL Server desde el lanzamiento de SQL Server 2008 R2

Entre las principales funciones de procesamiento de OLTP disponibles en SQL Server 2017 merecen mencionarse:

- **Rendimiento:** El conjunto de herramientas integrado en la memoria de SQL Server va más allá de funciones aisladas y posibilita mejorar drásticamente el rendimiento en una amplia variedad de escenarios.

- **Seguridad y cumplimiento normativo:** A medida que SQL Server evoluciona, se han agregado nuevas funciones para la protección de datos, tanto en reposo como en movimiento, como Siempre cifradas y Seguridad de nivel de fila.
- **Disponibilidad:** SQL Server, conocido por la sólida fiabilidad de su funcionamiento, agrega mejoras significativas a AlwaysOn, como por ejemplo un mejor equilibrio de la carga y nuevas funciones para la ejecución de copias de seguridad flexibles y eficientes.
- **Escalabilidad:** Los nuevos avances en materia de computación, almacenamiento y redes repercutirán de manera directa en las cargas de trabajo principales de SQL Server.
- **Servicios de nube:** Las nuevas herramientas de SQL Server y Microsoft Azure facilitan el escalamiento a la nube, la preparación e implementación de revisiones, las soluciones de copia de seguridad y recuperación ante desastres, y el acceso a los recursos dondequiera que estén: en local, en nube privada o en nube pública.

Esta prueba se centra en el uso de tablas predeterminadas basadas en disco, en lugar de aprovechar las funciones de OLTP en memoria, ya que nuestro objetivo era demostrar cómo el uso de unidades DC500M de Kingston Technology con SQL Server 2017 permite consolidar las cargas de trabajo de SQL Server 2008 ejecutando hardware moderno, sin necesidad de realizar ningún cambio en la base de datos, salvo una sencilla actualización.

Windows Server 2019 Datacenter

Windows Server 2019 es un sistema operativo preparado para la nube que incorpora nuevas capas de seguridad e innovaciones inspiradas en Microsoft Azure para las aplicaciones e infraestructuras que representan el motor de su empresa. Desde una perspectiva de almacenamiento, Windows Server 2019 incorpora nuevas funciones y mejoras para el almacenamiento definido por software, así como para servidores de archivos tradicionales.

Unidades de estado sólido DC500 Series Data Center de Kingston

Las unidades SSD DC500 Series Data Center de Kingston (DC500R/DC500M) de Kingston son unidades de estado sólido SATA de alto rendimiento (6Gbps) que utilizan la más avanzada tecnología NAND TLC 3D y están diseñadas para cargas de trabajo de servidor centradas en lectura y de uso mixto. Implementan los requisitos de calidad de servicio (QoS) más estrictos de Kingston para garantizar un rendimiento previsible de E/S aleatorias, así como bajas latencias igualmente previsibles, en una amplia variedad de cargas de trabajo de lectura y escritura. Permiten incrementar las productividades de la IA, el aprendizaje automático, los análisis de grandes datos, la informática en la nube, el almacenamiento definido por software, las bases de datos operativas (ODB), las aplicaciones de bases de datos y el almacenamiento de datos. Capacidades desde 480GB, 960GB, 1,92TB y 3,84TB.



Figura 2. Unidad de estado sólido DC500M Data Center de Kingston: SATA de 960GB a 6GB/s

Hardware

En este ensayo utilizamos dos servidores Dell PowerEdge R740XD. Uno se utilizó para evaluar la ejecución de SQL Server 2008 R2 en Windows Server 2008 R2 utilizando discos duros SAS de 10.000RPM y 1,2TB de Dell. Esto sería típico de un servidor que todavía ejecute SQL Server 2008 R2. El segundo servidor se utilizó para evaluar la ejecución de SQL Server 2017 en Windows Server 2019 utilizando unidades de estado sólido DC500M de 960GB.

Cada servidor utilizó dos procesadores Intel Xeon Silver 4114 2,2G, 10C/20T, 9,6GT/s, Turbo, HT (85W) DDR4-2400 de 14M de caché, para un total de 40 núcleos virtuales (vCores).

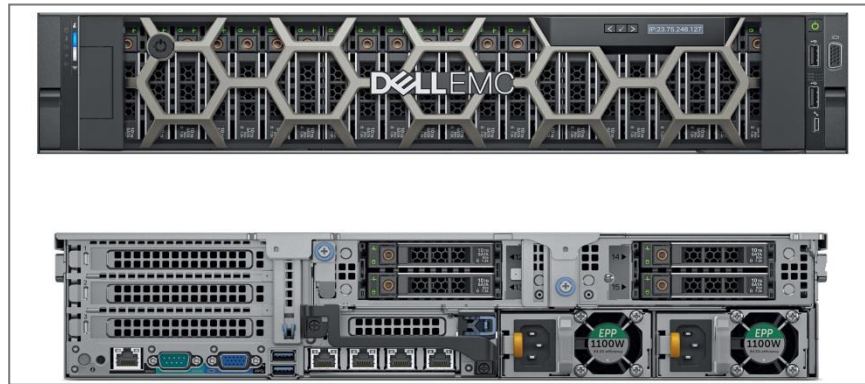


Figura 3. Servidor en bastidor PowerEdge R740xd

Cada servidor contaba con 24 módulos de memoria Server Premier KTD-PE426/32G de Kingston, con un total de 768GB de RAM.

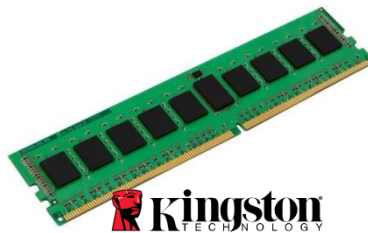


Figura 4. Módulo de memoria registrado Server Premier, DDR4, 32GB y 288 clavijas DIMM de Kingston

Para el servidor SQL Server 2008 R2 utilizamos 8 unidades de disco duro SAS de Dell de 1,2TB y 12Gb/s.



Figura 5. Disco duro SAS de Dell de 1,2TB y 12Gb/s

Cuatro de las unidades se configuraron empleando el controlador PERC H740P RAID con una caché NV de 8GB utilizando RAID 10, con una sección de 64K y un tamaño de asignación de 64k como volumen lógico empleado para los archivos de datos de SQL Server. Las otras cuatro unidades también se configuraron con RAID 10, con una sección de 64k y un tamaño de asignación de 8k como volumen lógico empleado para los archivos de registro de SQL Server. Utilizamos la caché de lectura anticipada y escritura simultánea del controlador RAID.

Software

Cada servidor sin sistema operativo se ejecutaba con Windows Server 2019 Datacenter (10.0, compilación 17763) con rol de Hyper-V. Consideramos utilizar Espacios de almacenamiento de Windows para el almacenamiento conectado. Sin embargo, los Espacios de almacenamiento no estaban disponibles para Windows Server 2008 R2 Datacenter, por lo que optamos por configurar los discos utilizando el controlador RAID.

Cada servidor se configuró con dos máquinas virtuales, cada una con 16 núcleos virtuales y 128GB de RAM. Utilizamos una imagen como máquina virtual de unidad de prueba para ejecutar el programa HammerDB que envía transacciones al servidor de prueba.

Las cargas de trabajo de SQL Server 2017 se ejecutaron en una máquina virtual Hyper-V, con Windows Server 2019 como sistema operativo invitado, ejecutada en SQL Server 2017 Developer Edition y 16 núcleos virtuales para el arranque. Las cargas de trabajo de SQL Server 2008 R2 se ejecutaron en máquinas virtuales Hyper-V, con Windows Server 2008 R2 como sistema operativo invitado, ejecutadas en SQL Server 2008 R2 Developer Edition y 16 núcleos virtuales.

El diseño de disco incluyó lo siguiente:

Unidad	Tamaño (GB)	Objeto	Notas	Tamaño total de los archivos de SQL Server utilizados (GB)
C:	129	SO	El servidor SQL Server se instaló en cada máquina virtual utilizando sysprep	
D:	282	Datos	Formato a 64k	Datos de TPCC (193), datos de TempDB (16)
L:	400	Registro	Formato a 8k	Registro de TPCC (20), registro de TempDB (0,5)

Figura 6. Diseño de disco para máquinas virtuales de SQL Server ejecutando TPC-C con 2.000 almacenes para base de datos de 157GB.

Generación de carga y configuración de HammerDB

La herramienta HammerDB se utilizó para generar una carga de trabajo de transacciones tipo TPC-C para 2000 almacenes. [HammerDB](#), que suele utilizarse para comparativas de bases de datos, es prácticamente una norma del sector controlada por la comunidad. TPC-C es la norma de referencia publicada por el Transaction Process Performance Council (TPC) para cargas de trabajo OLTP. La conformidad con la especificación de TPC-C garantiza la fiabilidad y homogeneidad de las pruebas.

Para la prueba utilizamos una base de datos de 157GB que representa una base de datos OLTP de tamaño medio, según los datos recogidos de clientes de DB Best. A continuación, indicamos los tamaños de cada una de las tablas generadas por el informe **Uso de disco por las mejores tablas** de SQL Server Management Studio.

This report provides detailed data on the utilization of disk space by top 1000 tables within the Database. The report does not provide data for memory optimized tables.

Table Name	# Records	Reserved (KB)	Data (KB)	Indexes (KB)	Unused (KB)
dbo.stock	200,000,000	64,134,928	64,000,000	134,896	32
dbo.customer	60,000,000	53,378,304	43,636,368	9,741,808	128
dbo.order_line	599,962,513	39,434,768	39,341,808	92,888	72
dbo.history	60,000,000	3,605,944	3,605,184	184	576
dbo.orders	60,000,000	3,093,584	1,959,184	1,134,272	128
dbo.new_order	18,000,000	321,544	320,720	736	88
dbo.district	20,000	321,016	160,000	160,952	64
dbo.warehouse	2,000	32,272	16,000	16,096	176
dbo.item	100,000	9,544	9,416	32	96

Figura 7. Tamaño de cada tabla de una base de datos TPCC de 2.000 almacenes

Optamos por ejecutar 10 grupos de usuarios virtuales utilizando una serie de Fibonacci de 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 y 89.

Configuración de SQL Server

El SQL Server 2017 Standard Edition de las máquinas virtuales se configuró como se indica en la siguiente tabla:

Nombre del parámetro	Mínimo	Máximo	Valor de configuración	Valor de ejecución
umbral de costes para paralelismo	-	32.767	50	50
umbral del cursor	(1)	2.147.483.647	(1)	(1)
rastreo predeterminado activado	-	1	1	1
grado máximo de paralelismo	-	32.767	1	1
memoria máxima del servidor (MB)	128	2.147.483.647	104.857	104.857
tamaño del paquete de red (B)	512	32.767	4.096	4.096
espera para consulta (s)	(1)	2.147.483.647	(1)	(1)

Figura 8. Configuración de SQL Server optimizada para cargas de trabajo de OLTP

Los resultados de la prueba se volcaron a la máquina virtual del controlador de HammerDB y, a continuación, se cargaron en Power BI para analizar los resultados.

Escenarios de las pruebas comparativas

Fundamentos de la comparativa

Las comparativas de TPC-C existen desde 1992 y su definición formal puede consultarse en tpc.org⁴. Permiten realizar pruebas reales de SQL Server y de hardware de servidores para entender mejor el rendimiento potencial de distintas configuraciones de servidores. DB Best utiliza esta comparativa para hacer referencia a máquinas virtuales de diferentes tamaños que se ejecutan en entornos locales o en distintas nubes, con el objeto de ayudar a los clientes a planificar mejor sus implementaciones en nuevos entornos.

HammerDB es una aplicación comparativa gratuita de código abierto compatible con SQL Server, Oracle Database, IBM DB2, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Redis y Amazon Redshift. Permite la ejecución de TPC-C para cargas de trabajo de OLTP, y TPC-H para cargas de trabajo de análisis de almacenes de datos. El código fuente de HammerDB está disponible en [GitHub](https://github.com/HammerDB/hammerdb), alojado por [TPC](http://tpc.org), de modo que los proveedores de bases de datos pueden agregar sus propias versiones de la herramienta.

Es posible preparar scripts de HammerDB⁵ para generar bases de datos y datos de pruebas, y ejecutar las comparativas. Para esta comparativa utilizamos la función de piloto automático para ejecutarla con 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 y 89 usuarios simultáneamente. Preferimos la secuencia de Fibonacci porque permite obtener una buena perspectiva de cómo reacciona el sistema a más usuarios.

La función de piloto automático permite definir el tiempo de rampa ascendente para permitir a todos los usuarios iniciar las transacciones de procesamiento, además de sincronizar la base de datos con la memoria del servidor de la base de datos. En general, el arranque de hasta 100 usuarios tarda en torno a 1 minuto. Utilizamos un tiempo de rampa ascendente de 3 minutos para que hubiera suficiente tiempo para iniciar el ciclo de la prueba.

Para el ciclo de la prueba utilizamos una duración de 5 minutos. Durante este periodo, la herramienta comparativa genera nuevas órdenes, como podría esperarse de un programa típico de entrada de órdenes, para procesar las transacciones dentro de ese plazo. HammerDB registra el número real de transacciones utilizadas para procesar nuevas órdenes, así como un valor de Nuevas órdenes por minuto (NOPM, por sus siglas en inglés) como representación de la carga real que la base de datos debe ejecutar.

Al final de la secuencia, HammerDB crea archivos de registro con información de las transacciones de cada ejecución de usuario. Además, capturamos los contadores de rendimiento básico y demás datos del sistema para ayudar a correlacionar los resultados con el rendimiento de la CPU, los discos, la red y la memoria.

⁴ La lista de todas las especificaciones de TPC puede consultarse en http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

⁵ Sitio web de HammerDB: http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

Rendimiento de la CPU

Para el rendimiento de la CPU utilizamos una prueba de rendimiento de un solo subproceso⁶ empleando SQL Server antes de iniciar la prueba. En general, la CPU Intel Xeon Silver 4114 de 2,2GHz que empleamos para la prueba tiene una velocidad de reloj inferior a la de los procesadores Gold o Platinum⁷.

En nuestro caso, obtuvimos un valor aproximado de 14.000. En general, los procesadores más recientes ejecutan esta prueba en torno a 7.000. No obstante, elegimos esta CPU por ser la que, habitualmente, más se utiliza actualmente para ejecutar las soluciones de bases de datos de SQL Server 2008 R2. (Un valor de 14.000, ¿es mejor o peor que uno de 7.000? Necesitamos aclaraciones para nosotros, no para el documento)

La comparativa de TPC-C favorece CPU más rápidas. Por ello, utilizar una CPU moderna para SQL Server 2017 también contribuirá a reducir el número de núcleos virtuales necesarios. Sin embargo, lo que más influye en los resultados es el rendimiento de la unidad de disco.

Rendimiento del disco

Para conocer el rendimiento del disco en una plataforma Windows utilizamos un programa de código abierto denominado Diskspd, desarrollado originalmente por Microsoft⁸. Para plataformas Linux utilizamos FIO. Para la ejecución de Diskspd utilizamos las instrucciones de Glenn Berry, MVP de SQL Server, sobre cómo utilizar Diskspd para equiparar el patrón de E/S utilizado para transacciones de SQL Server⁹. La línea de comandos es aproximadamente así:

```
diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt
```

A continuación, presentamos algunos aspectos destacados de la ejecución de Diskspd con los volúmenes de archivos de datos utilizados para SQL Server 2008 R2 en disco duro, y SQL Server 2017 con la unidad DC500M, ambos configurados con cuatro unidades y RAID 10.

⁶ El código fuente de la prueba de rendimiento de un solo subproceso para SQL Server está disponible en <https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/>

⁷ La lista completa de procesadores Intel Xeon y sus especificaciones pueden consultarse en <https://ark.intel.com/content/www/es/es/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html>

⁸ Encontrará el repositorio de GitHub para Windows Diskspd en <https://github.com/Microsoft/diskspd>

⁹ Uso de Microsoft DiskSpd para comprobar el subsistema de almacenamiento en <https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage>

A continuación, presentamos los resultados del volumen de disco duro empleado para los archivos de datos de SQL Server 2008 R2.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	459390976	56078	14.60	1869.31	17.119	23.801
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	344678400	42075	10.96	1402.53	20.563	21.940
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	114712576	14003	3.65	466.78	6.772	26.069
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.290	0.259	0.259			
25th	8.306	0.722	5.497			
50th	14.220	2.336	10.825			
75th	25.396	6.475	21.006			
90th	42.511	11.673	37.731			
95th	56.386	15.962	51.870			
99th	94.808	73.804	93.303			

Figura 9. Resultados de la unidad de datos de Diskspd correspondientes al disco duro empleado para SQL Server 2008 R2

Compárense con los resultados del volumen de datos utilizando unidades DC500M de Kingston Technology.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	24128364544	2945357	767.02	98178.97	0.325	0.252
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	18084192256	2207543	574.88	73585.07	0.334	0.262
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	6044172288	737814	192.14	24593.90	0.297	0.219
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.074	0.063	0.063			
25th	0.211	0.199	0.208			
50th	0.281	0.257	0.274			
75th	0.377	0.333	0.365			
90th	0.524	0.464	0.512			
95th	0.629	0.570	0.612			
99th	1.384	0.868	1.272			

Figura 10. Resultados de la unidad de datos de Diskspd correspondientes a las unidades DC500M empleadas para SQL Server 2017

Normalmente observamos estas discrepancias de unidades antiguas en SQL Server como parte de nuestra norma de actualización de bases de datos de nuestros clientes.

Estadísticas de rendimiento

Durante las pruebas reales efectuamos un seguimiento con el comando typeperf de Windows para obtener los recuentos de rendimiento del sistema operativo y de SQL Server¹⁰.

Resultados de la comprobación

En cada una de las baterías de pruebas realizamos tres series y, a continuación, calculamos el rendimiento promedio para obtener los resultados.

Resultados: SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales en disco duro

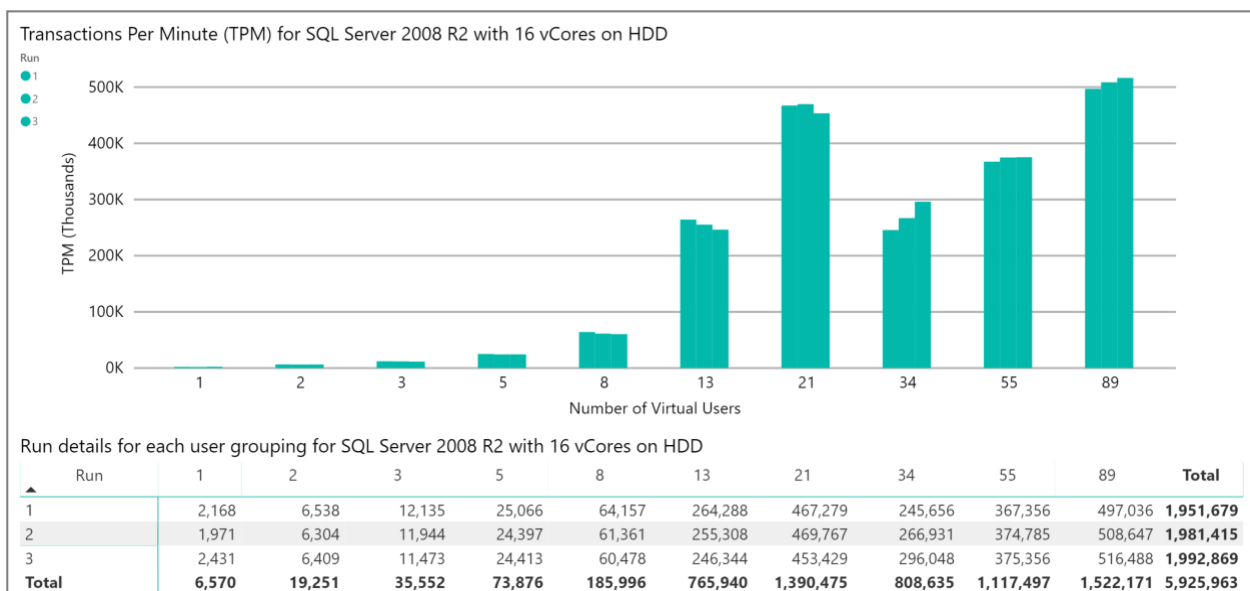


Figura 11. Resultados de SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales en disco duro

¹⁰ La documentación sobre typeperf de Windows puede consultarse en <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf>

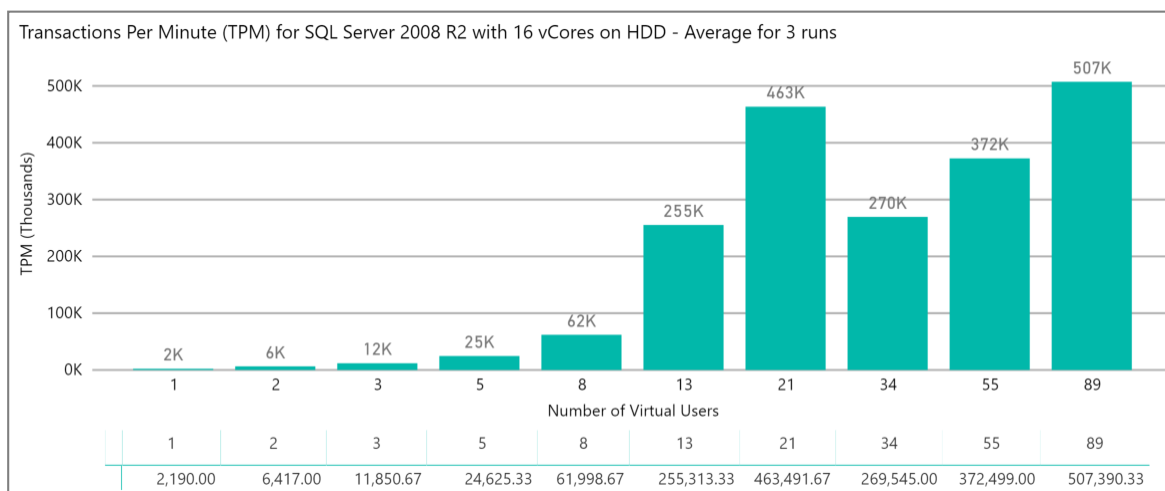


Figura 12. SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales: promedio de 3 series

Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 16 núcleos virtuales

En el caso de SQL Server 2017, primero comprobamos el sistema utilizando 16 núcleos virtuales para tener una idea de qué obtendríamos utilizando SQL Server 2008 R2 con discos duros. A continuación, presentamos la comparativa entre las dos versiones.

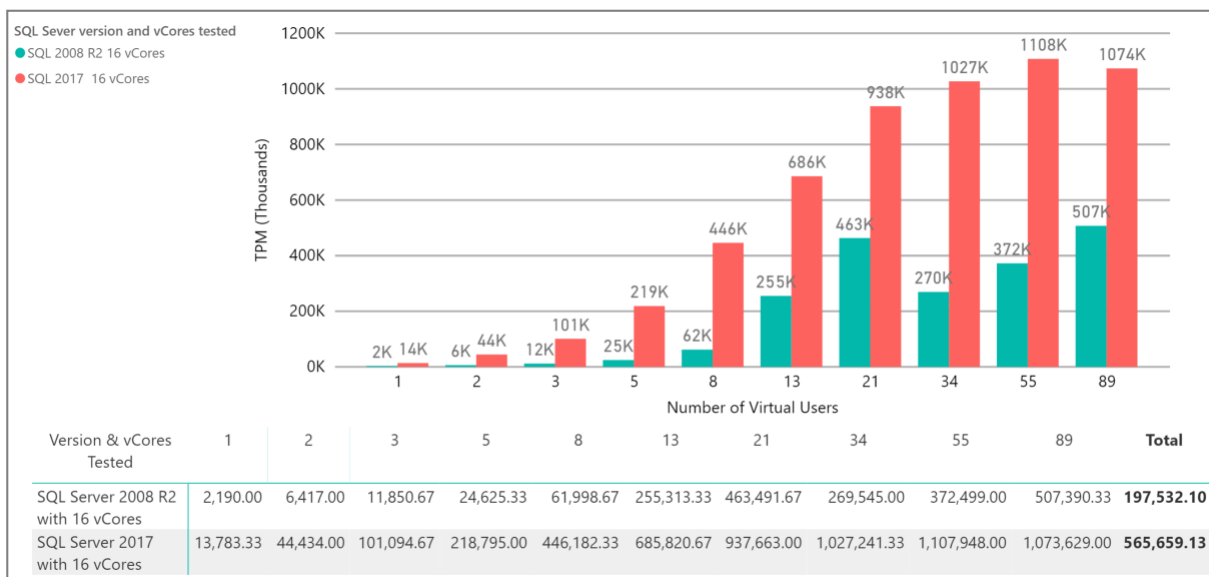
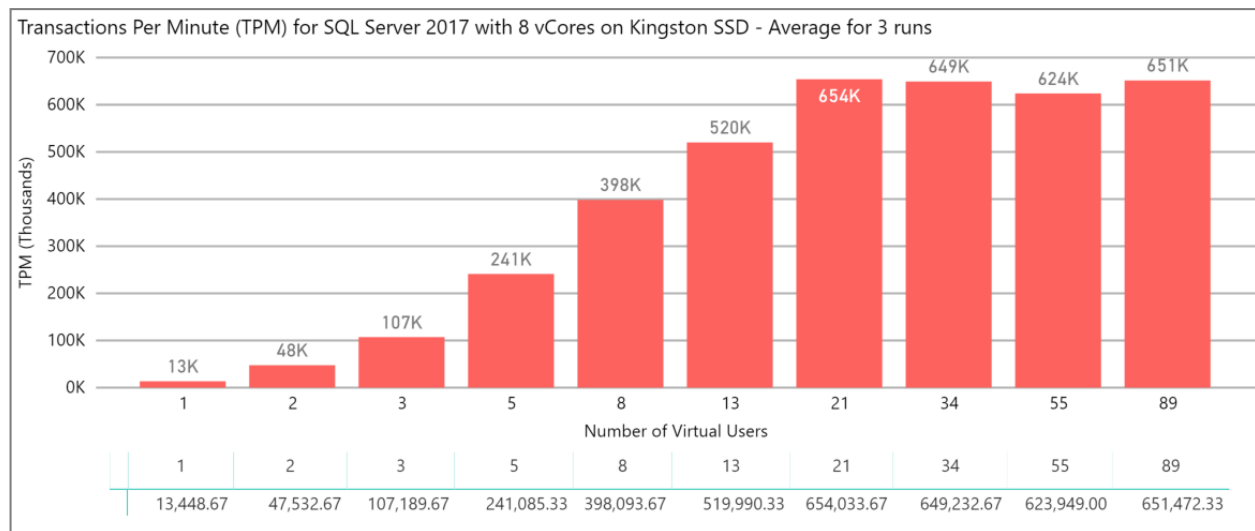
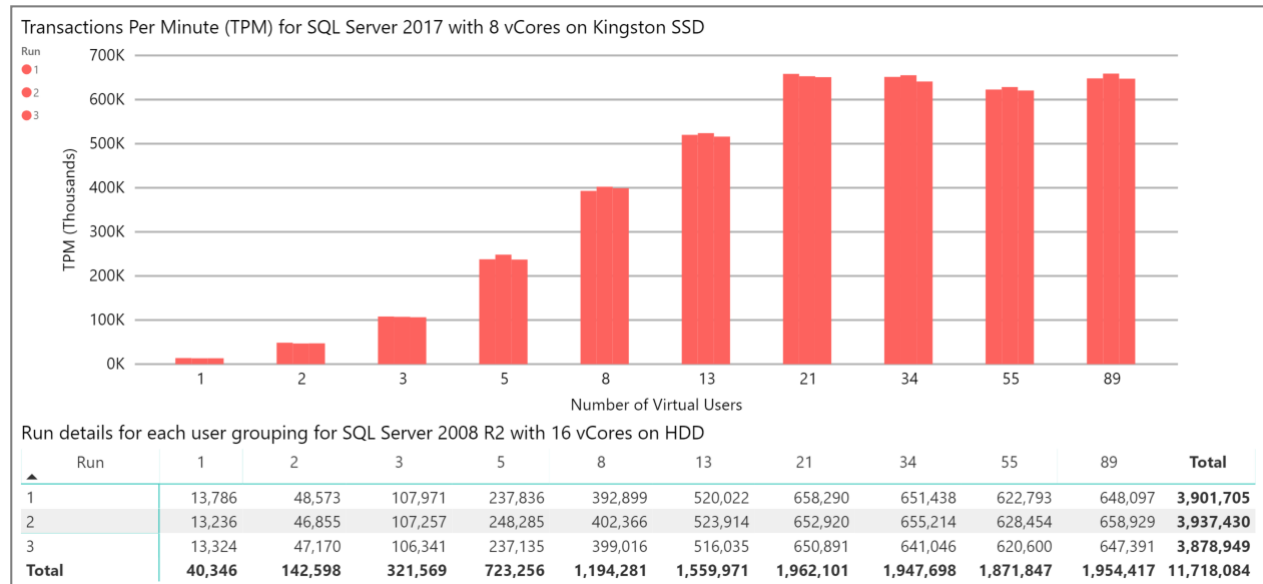


Figura 13. Comparativa de SQL Server 2008 R2 con disco duro y SQL Server 2017 con unidades DC500M de 16 núcleos virtuales

El incremento en rendimiento general es drástico. Si los usuarios del sistema SQL Server 2008 R2 ya se sentían satisfechos con su rendimiento actual, SQL Server 2017 con unidades DC500M les maravillará. En los proyectos de consolidación y actualización de bases de datos, pretendemos reducir los costes para los clientes y convencerles de adoptar la versión más reciente de SQL Server. El uso de unidades DC500M posibilita reducir los núcleos virtuales necesarios para obtener un rendimiento similar al de las soluciones de bases de datos existentes, dada la capacidad de los discos SSD Enterprise de procesar más transacciones con menor latencia.

Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 8 núcleos virtuales

En nuestra siguiente iteración ejecutamos la comparativa en una máquina virtual de solo 8 núcleos virtuales y la misma DRAM de servidor de 128GB. Sobre la base de nuestra experiencia anterior podríamos haber reducido la memoria a 32GB y obtener resultados similares.



Para esta batería llevamos un seguimiento del porcentaje de CPU utilizado durante el procedimiento comparándolo con el tiempo de procesamiento en reposo.

En la siguiente tabla, la línea roja que empieza con 94 para 1 usuario representa el porcentaje del proceso en reposo del sistema. La línea verde representa el porcentaje del tiempo de CPU utilizado por SQL Server.

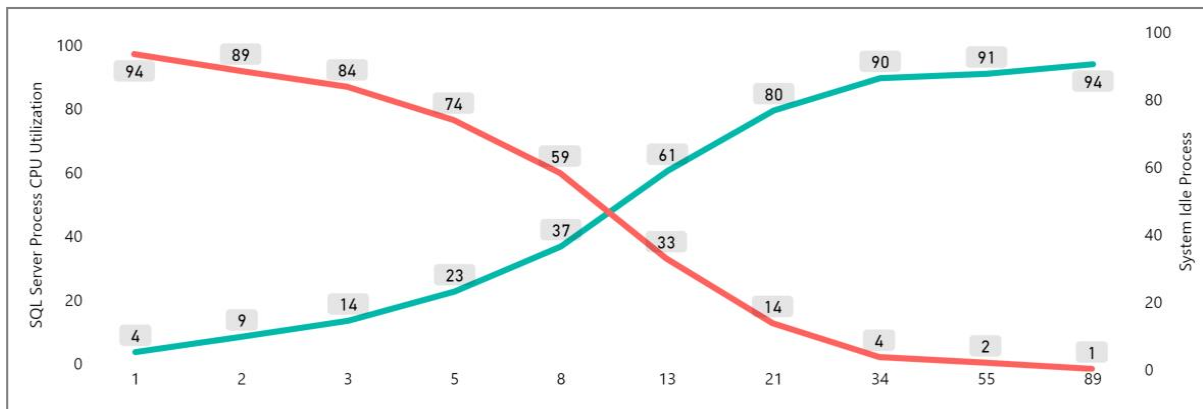


Figura 14. SQL Server 2017 en ejecución con 8 núcleos virtuales y comparación del tiempo de CPU y el tiempo en reposo como porcentaje

Con un pequeño número de usuarios, SQL Server consume muy poca CPU para procesar las peticiones de transacciones. El procesamiento en reposo del sistema en el extremo inferior se debe, principalmente, a la eficacia de las unidades DC500M de Kingston. En esencia, el servidor no está haciendo literalmente nada.

A medida que se incrementa el número de usuarios, el uso de la CPU aumenta hasta que la alcanzamos como un atasco. Por otra parte, se espera que los procesos en reposo del sistema descendan al disminuir el tiempo puramente en reposo. Sin embargo, empieza a aparecer otro proceso en reposo del sistema. Se trata del tiempo de espera que SQL Server necesita para escribir los datos de la memoria en el archivo de registro de transacciones, mientras el número de transacciones comienza a aumentar. De hecho, es algo positivo.

Esencialmente, se debe a que las cuatro unidades RAID 10 alcanzan hasta 98.000 IOPS de lectura/escritura con una latencia de disco de 1,3ms en el percentil 99.

Con 89 usuarios, el sistema funciona a un rendimiento óptimo con 8 núcleos virtuales con la CPU al 94% y un tiempo de espera del 1%.

Comparemos los siguientes datos de SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y disco duro.

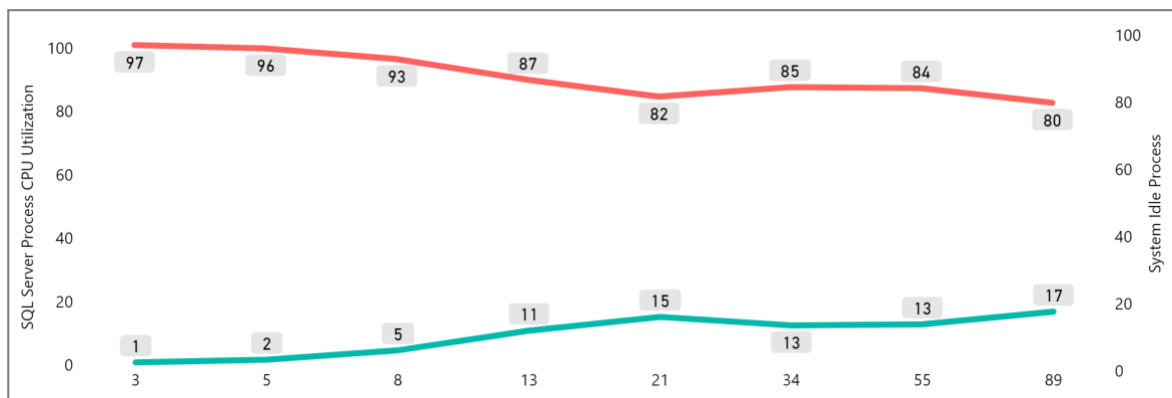


Figura 15. SQL Server 2008 R2 en ejecución con 16 núcleos virtuales y comparación del tiempo de CPU y el tiempo en reposo como porcentaje

Al igual que en SQL Server 2017, el uso de la CPU no aumenta porque el otro proceso en reposo que se ejecuta es el tiempo de espera que SQL Server 2008 R2 tarda en leer datos de las unidades más lentas de la caché de su búfer. Dado que HammerDB emite transacciones a mayor velocidad, SQL Server también está en espera, y se bloquea debido al tiempo de espera adicional.

Con respecto a las unidades de disco duro, las IOPS indicadas por Diskspd eran, únicamente, 1.900. Es decir, un rendimiento 50 veces más lento que con las unidades DC500M de Kingston.

A continuación, encontrará una comparativa entre SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y SQL Server 2017 con solo 8 núcleos virtuales.

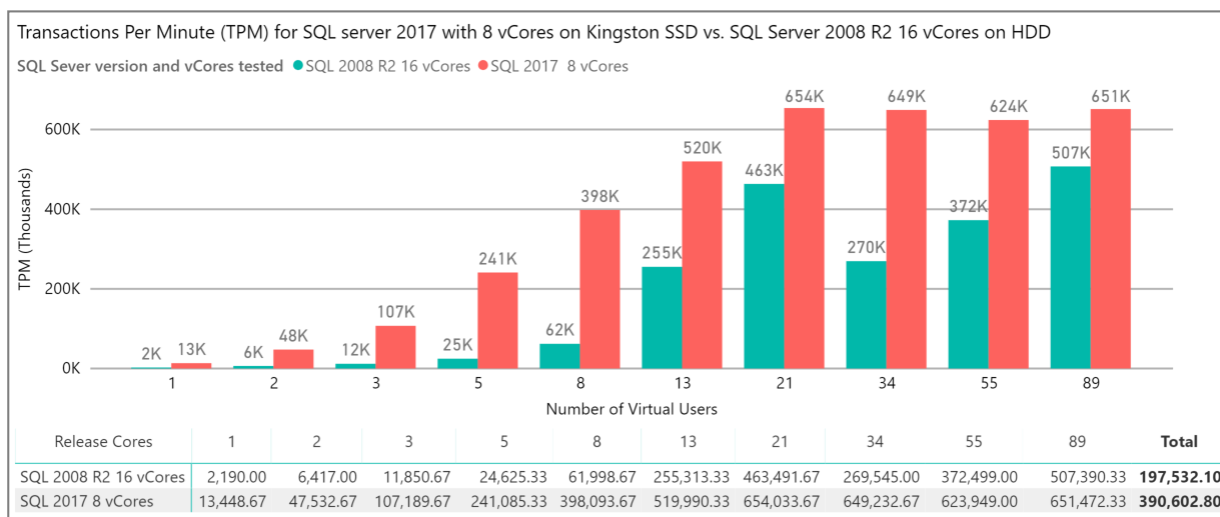


Figura 16. Comparativa entre SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y SQL Server 2017 con 8 núcleos virtuales

Aunque esto demuestra el excelente rendimiento con SQL Server 2017, todavía hay margen para reducir el número de núcleos virtuales.

Resultados: SQL Server 2017 con DC500M de 4 núcleos virtuales

Para entender todavía mejor cómo las unidades DC500M de Kingston pueden reducir todavía más los núcleos necesarios para SQL Server, disminuimos su número a 4, con 128GB de RAM. El siguiente gráfico refleja la comparativa en TPM con SQL Server 2008 R2 en disco duro.

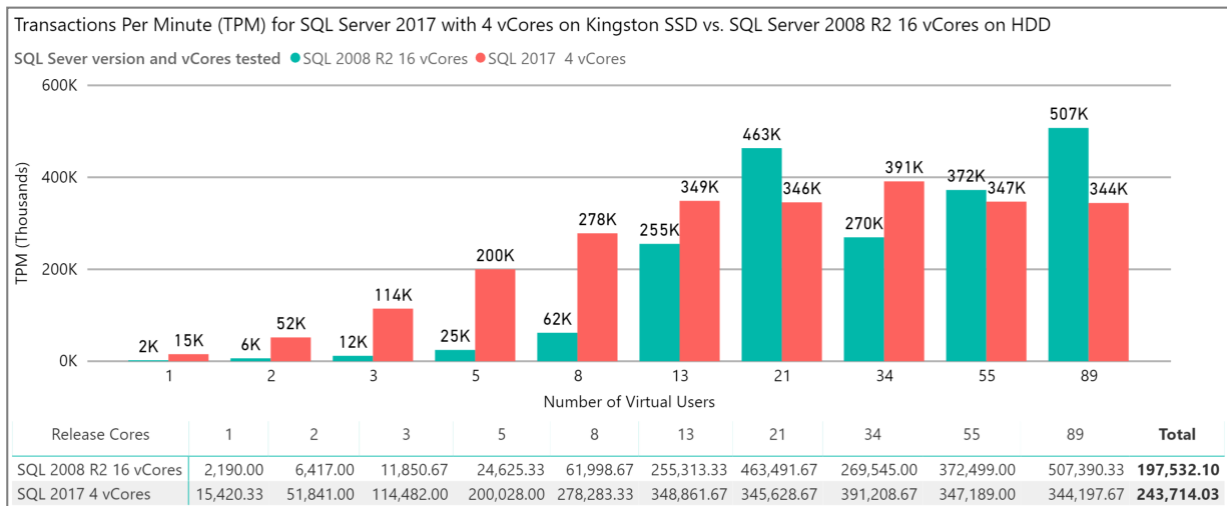


Figura 17. Comparativa entre SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales

Este gráfico muestra que, para todos los usuarios, el TPM promedio de SQL Server 2008 R2 fue de 197.532, frente a 243.714 de SQL Server 2017 con solo 4 núcleos virtuales. En esencia, SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales y unidades DC500M de Kingston es 1,2 veces más rápido.

Desde la perspectiva del usuario, el siguiente gráfico muestra el par TPM/usuario de cada uno de los grupos de usuarios de SQL Server 2018 R2 con 16 núcleos virtuales frente a SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales.

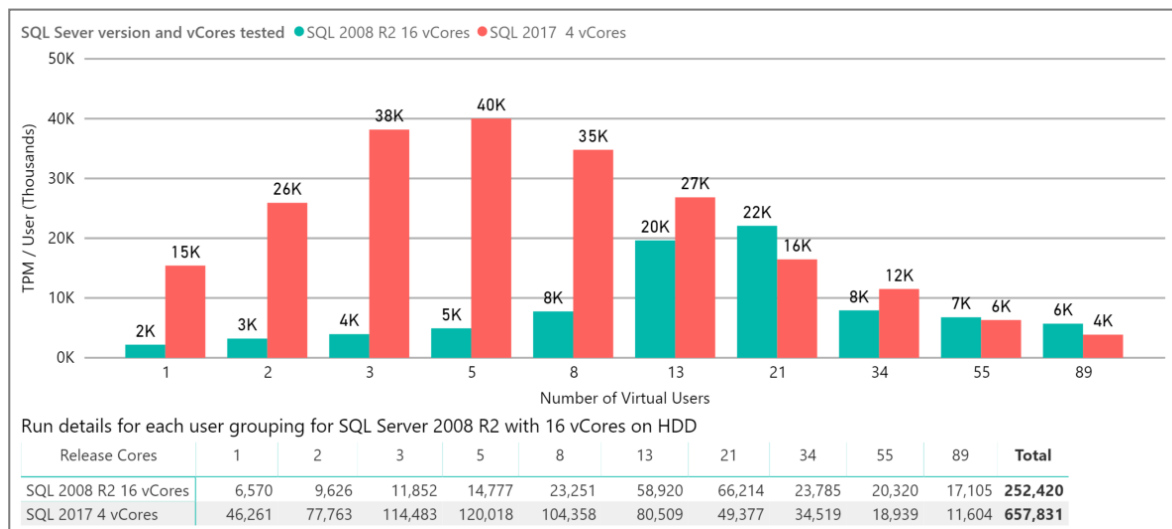


Figura 18. Comparativa del par TPM/usuario de SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales y SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales

Desde la perspectiva del par TPM/usuario, un usuario de SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales en disco duro alcanzó 2.190TPM. Con 89 usuarios, a pesar de que SQL Server 2008 R2 tenía 5.702 TPM/usuario, SQL Server 2017 con solo 4 núcleos virtuales y unidades DC500M de Kingston alcanzó 3.868 TPM/usuario. Desde la perspectiva del usuario, SQL Server 2017 sigue siendo casi 1,8 veces más rápido que SQL Server 2008 R2.

Conclusiones

La consolidación de la carga de trabajo incrementa la eficiencia de las organizaciones de TI, así como de los proveedores de servicios de nube y alojamiento beneficiándose de la creciente potencia de los modernos servidores de host para posibilitar un creciente número de cargas de trabajo. El incremento de la densidad de cargas de trabajo —el número de cargas de trabajo que se ejecutan en un servidor host— justifica económicamente la consolidación reduciendo el número de servidores host necesarios para ejecutar un determinado número de cargas de trabajo.

Las soluciones de memoria y almacenamiento de alto rendimiento para centros de datos de Kingston, compuestas por unidades SSD (DC500M) y memorias para servidores (Server Premier), posibilitan una relación coste-rendimiento que no solo facilita una mejora de la eficiencia de las cargas de trabajo, sino que además optimiza la rentabilidad comercial al reducir el coste total de propiedad.

Reduzca el número de servidores de host y reducirá tanto los costes de hardware como de licencias de software. Los costes de licencias de software son factores fundamentales a considerar a la hora de evaluar el potencial ahorro, como puede verse en el [Anexo A. Lista de materiales del sistema de pruebas](#), que muestra el coste minorista de las configuraciones de servidores host utilizados durante las pruebas.

Los costes de licencias de software determinan el coste total del sistema, sobre todo, el coste de las licencias por núcleo de SQL Server Standard Edition, que representan el 113% del coste total de un sistema de 16 núcleos virtuales.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%
Percentage of the SQL Server license costs compared to the hardware and OS			28%	56%	113%

Figura 19. Comparativa global de costes y cómo la reducción de núcleos virtuales puede reducir drásticamente los costes con unidades DC500M

Una mayor consolidación de la carga de trabajo con menos núcleos implica menos licencias por núcleo, con el consiguiente y significativo ahorro.

La mayor utilización de la CPU con una latencia de E/S próxima a cero indica que el rendimiento de almacenamiento de la SSD es lo bastante elevado para mantener ocupada la CPU, incluso con el máximo número de usuarios.

Siguientes pasos

Póngase en contacto con Kingston Technology para conocer cómo las unidades de estado sólido (SSD) Data Center DC500 (DC500R/DC500M) Enterprise pueden ayudarle a optimizar sus necesidades comerciales, mejorar la eficacia de sus cargas de trabajo y reducir el coste total de propiedad al migrar las cargas de trabajo de Microsoft SQL Server 2008 a SQL Server 2017. Visite <https://www.kingston.com/es/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive> para obtener información más detallada acerca de las unidades SSD DC500 Enterprise de Kingston. También puede ponerse en contacto a través del chat en vivo de <https://www.kingston.com/es/support/technical/emailcustomerservice>.

Póngase en contacto con DB Best para evaluar de su entorno. Sabemos que no hay configuraciones y cargas de trabajo de servidores host iguales a las de nuestro entorno de pruebas, y que las diferencias afectarán a las repercusiones de estas soluciones. Consideramos que las hipótesis y opciones reflejadas en nuestro entorno de prueba son razonables y representativas, y que los resultados que observamos reflejan una comprobación exhaustiva. Recomendamos a los clientes evaluar la idoneidad de estas soluciones para concertar una evaluación de sus entornos exclusivos con DB Best:

Visítenos en <https://www.dbbest.com/company/contact-us/>

O bien, póngase en contacto con Dmitry Balin en Dmitry@dbbest.com, o con cualquiera de los autores de este documento.

Anexo A. Lista de materiales del sistema de pruebas

Configuraciones de servidor

Esta es una copia de la lista de materiales de Dell PowerEdge R740XD con dos servidores Intel Xeon Silver 4114 2,2G y un total de 20 núcleos físicos/40 núcleos virtuales.

PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238]		1	\$7,595.62
Estimated delivery date: Nov. 9, 2018			
210-AKZR	PowerEdge R740XD Server	1	-
329-BDKH	PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	-
461-AADZ	No Trusted Platform Module	1	-
321-BCRC	Chassis up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVME Drives, 2CPU Configuration	1	-
340-BLBE	PowerEdge R740XD Shipping	1	-
343-BBFU	PowerEdge R740 Shipping Material	1	-
338-BLUS	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
374-BBPP	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
370-ADHU	2666MT/s RDIMM	1	-
370-AAIP	Performance Optimized	1	-
780-BCDS	Unconfigured RAID	1	-
405-AAHR	PERC H740P RAID Controller, 8GB HV Cache, Adapter, Full Height	1	-
619-ABVR	No Operating System	1	-
421-5736	No Media Required	1	-
385-BBKT	iDRAC9, Enterprise	1	-
528-BCBW	iDRAC Digital License	1	-
379-BCQV	iDRAC Group Manager, Enabled	1	-
379-BCSF	iDRAC, Factory Generated Password	1	-
330-BBHD	Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	-
540-BBBW	Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card	1	-
384-BBPZ	6 Performance Fans for R740/R740XD	1	-
450-ADWS	Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	-
350-BBBW	No Bezel	1	-
389-BTTO	PE R740XD Luggage Tag	1	-
350-BBJV	No Quick Sync	1	-
750-AABF	Power Saving Dell Active Power Controller	1	-
770-BBBQ	ReadyRails Sliding Rails Without Cable Management Arm	1	-
631-AACK	No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit	1	-
332-1286	US Order	1	-
813-6068	Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service	1	-
813-6075	ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years	1	-
813-6087	ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years	1	-
989-3439	Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit //www.dell.com/support or call 1-800-945-3355	1	-
900-9997	On-Site Installation Declined	1	-
973-2426	Declined Remote Consulting Service	1	-
370-ADHI	8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	-
400-ASEG	120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	-
400-AWLI	Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	-
450-AALV	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	-

Figura 20. Lista de materiales de Dell PowerEdge R740XD

Dado que Kingston Technology es uno de los principales proveedores de memorias para los sistemas cliente y empresariales, decidimos utilizar su módulo de memoria KTD-PE426/32G. El servidor utilizó 24 módulos que en este momento se venden en CDW¹¹ por 204,99\$ c/u (a fecha XXX). El precio “minorista” total de las memorias para servidores sería de 4.919,76\$.

¹¹ La lista de precios de KTD-PE426/32 G de Kingston Technology se consultó en <https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh> el 16 de octubre de 2019.

En cuanto al sistema SQL Server 2017 utilizado para la prueba, Kingston Technology aportó 8 unidades SATA SEDC500M de 960GB y 6Gb/s. CDW comercializa estas unidades a¹² 226,99\$ c/u; es decir, un coste total de 1.815,92\$ (a fecha de XXX).

Por lo que respecta al sistema SQL Server 2008 R2 utilizado en la prueba, consulte en la lista de materiales adjunta las 8 unidades Dell 400-ATJL.

Billing Address		Shipping Address		Ship Method	
Kingston Technology Company, Inc 17600 Newhope Street Fountain Valley CA, 92708 USA		USA		Comments	
Product ID	Description	Qty	Unit Price	Ext Amt	
400-ATJL	DELL 10,000 RPM SAS HARD DRIVE 12GBPS 512N 2.5IN HOT-PLUG DRIVE - 1.2 TB,CK	8	\$195.00	\$1,560.00	
		Pieces 8			
		Lines 1	Sub Total	\$1,560.00	
			Sales Tax	\$0.00	
			Freight	\$0.00	
			TOTAL	\$1,560.00	

Figura 21. Lista de materiales de 8 unidades Dell 400-ATJL

En la siguiente tabla se resumen los costes de hardware de los sistemas de prueba.

Componente	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2.400MHz	7.595,62\$	7.595,62\$
KTD-PE426/32G	4.919,76\$	4.919,76\$
SEDC500M 960GB SATA 6Gb/s	1.815,92\$	
DELL 400-AJPI 1,2TB SAS 1,2Gb/s		1.560,00\$
Total	14.331,30\$	14.075,38\$

Figura 22. Costes de servidor de hardware

¹² Precio de lista de las unidades SEDC500M/960G de Kingston Technology consultado el 16 de octubre de 2019.

Plataformas de software

El sistema se probó utilizando Windows Server 2019 Data Center Edition y SQL Server 2017 Developer Edition. Los siguientes costes de licencia corresponden a SQL Server Standard Edition, dado que admite los 24 núcleos y 128GB de memoria que SQL Server puede utilizar para su memoria operativa.

Acerca de las licencias de SQL Server

Las cargas de trabajo de SQL Server 2008 previstas en esta solución utilizaban SQL Server 2008 Standard Edition y seguirán utilizando la Standard Edition de SQL Server 2017.

Al ejecutar varias instancias virtualizadas de SQL Server, existen diversas estrategias de licencias a considerar¹³.

- Cada máquina virtual tiene una licencia independiente. Cada máquina virtual obtiene una licencia de Standard Edition, con un mínimo de 4 licencias de núcleos por cada máquina virtual (incluso si utilizan menos de 4 núcleos virtuales).
- El precio de Standard Edition “Abierto sin nivel (US\$)” es de 3.717\$ por módulo de 2 núcleos¹⁴.
- Por lo general, la relación entre núcleos virtuales y núcleos físicos es de 2 a 1, con la tecnología Hyper-Threading de servidor de los procesadores Dell PowerEdge R740XD.
- Para contratar una licencia para máquinas virtuales individuales utilizando el modelo Por núcleo, los clientes deben adquirir una licencia de núcleo para cada núcleo virtual (o procesador virtual, CPU virtual o subproceso virtual) asignado a la máquina virtual, con sujeción a una licencia mínima de cuatro núcleos por máquina virtual. A efectos de licencia, cada núcleo virtual se asigna a un subproceso de hardware.

¹³ Consulte información adicional en la guía de licencias de SQL Server 2017, en https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL_Server_2017_Licensing_guide.pdf

¹⁴ Precios de SQL Server 2017 consultados el 16 de octubre de 2019 en <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing>

En la siguiente tabla se muestran los costes de licencias de SQL Server para máquinas virtuales que emplean el modelo Por núcleo con Standard Edition.

Módulo de 2 núcleos de SQL Server Standard Edition	Núcleos virtuales a licenciar	Coste de la licencia
3.717,00\$	4	7.434,00\$
	8	14.868,00\$
	16	29.736,00\$

Figura 23. Licencias Por núcleo para máquinas virtuales que emplean Standard Edition

Obviamente, al actualizar desde SQL Server 2008 R2 a SQL Server 2017 lo prioritario debería ser reducir el número de núcleos virtuales.

Acerca de las licencias de Windows Server

Este sistema utiliza Windows Server 2019 Datacenter Edition, que también admite máquinas virtuales Hyper-V ilimitadas por servidor con licencia. El precio de Datacenter Edition para licencias de 16 núcleos es de 6.155\$. Si cada servidor físico tuviera 20 núcleos, el coste de Windows Server 2019 Datacenter Edition sería de 12.310\$¹⁵.

Costes totales del sistema

La siguiente tabla muestra los costes totales del hardware y el software de los sistemas probados.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2017 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00

Figura 24. Comparativa de costes totales entre ejecución de SQL Server 2008 R2 en discos duros y SQL Server 2017 con 4 y 8 núcleos virtuales empleando unidades DC500M de Kingston

Como puede verse, al reducir de 16 a 8 los núcleos virtuales necesarios para ejecutar SQL Server 2017 con unidades DC500M de Kingston Technology podrá aplicar el ahorro obtenido para comprar un servidor nuevo. Con la reducción adicional de 7.434\$ por pasarse a 4 núcleos virtuales, podrá cubrir el 60% de los costes de licencias de Windows Server 2019 Datacenter Edition.

¹⁵ Precios de Windows Server 2019 Datacenter consultados el 16 de octubre de 2019 en <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing>

Tabla de figuras

Figura 1. Nuevas funciones agregadas a SQL Server desde el lanzamiento de SQL Server 2008 R2	7
Figura 2. Unidad de estado sólido DC500M Data Center de Kingston: SATA de 960GB a 6GB/s	8
Figura 3. Servidor en bastidor PowerEdge R740xd	9
Figura 4. Módulo de memoria registrado Server Premier, DDR4, 32GB y 288 clavijas DIMM de Kingston	9
Figura 5. Disco duro SAS de Dell de 1,2TB y 12Gb/s	10
Figura 6. Diseño de disco para máquinas virtuales de SQL Server ejecutando TPC-C con 2.000 almacenes para base de datos de 157GB.	10
Figura 7. Tamaño de cada tabla de una base de datos TPCC de 2.000 almacenes	11
Figura 8. Configuración de SQL Server optimizada para cargas de trabajo de OLTP	11
Figura 9. Resultados de la unidad de datos de Diskspd correspondientes al disco duro empleado para SQL Server 2008 R2.....	14
Figura 10. Resultados de la unidad de datos de Diskspd correspondientes a las unidades DC500M empleadas para SQL Server 2017	14
Figura 11. Resultados de SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales en disco duro	15
Figura 12. SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales: promedio de 3 series.....	16
Figura 13. Comparativa de SQL Server 2008 R2 con disco duro y SQL Server 2017 con unidades DC500M de 16 núcleos virtuales	16
Figura 14. SQL Server 2017 en ejecución con 8 núcleos virtuales y comparación del tiempo de CPU y el tiempo en reposo como porcentaje	18
Figura 15. SQL Server 2008 R2 en ejecución con 16 núcleos virtuales y comparación del tiempo de CPU y el tiempo en reposo como porcentaje	18
Figura 16. Comparativa entre SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y SQL Server 2017 con 8 núcleos virtuales	19
Figura 17. Comparativa entre SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales y SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales	20
Figura 18. Comparativa del par TPM/usuario de SQL Server 2017 con 4 núcleos virtuales y SQL Server 2008 R2 con 16 núcleos virtuales	20
Figura 19. Comparativa global de costes y cómo la reducción de núcleos virtuales puede reducir drásticamente los costes con unidades DC500M.....	21
Figura 20. Lista de materiales de Dell PowerEdge R740XD	23
Figura 21. Lista de materiales de 8 unidades Dell 400-ATJL.....	24
Figura 22. Costes de servidor de hardware.....	24
Figura 23. Licencias Por núcleo para máquinas virtuales que emplean Standard Edition	26
Figura 24. Comparativa de costes totales entre ejecución de SQL Server 2008 R2 en discos duros y SQL Server 2017 con 4 y 8 núcleos virtuales empleando unidades DC500M de Kingston.....	26

Marcas comerciales

Kingston y el logotipo de Kingston son marcas comerciales registradas de Kingston Technology Corporation. IronKey es una marca comercial registrada de Kingston Digital, Inc. Reservados todos los derechos. Todas las marcas comerciales son propiedad de sus respectivos dueños.

Las siguientes son marcas comerciales de otras entidades: Intel, Xeon y el logotipo de Intel son marcas comerciales o registradas de Intel Corporation o sus filiales en los EE. UU. y otros países. Active Directory, Hyper-V, Microsoft, SQL Server, Windows, Windows Server y el logotipo de Windows son marcas comerciales de Microsoft Corporation en los EE. UU. u otros países. El resto de nombres de empresas, productos o servicios pueden ser marcas comerciales o de servicios de terceros.