



La unidad SSD del sistema operativo mantuvo una temperatura **33 °C más fresca***

en condiciones ambientales de 25 °C



Continuó sin fallos en las condiciones de **35 °C**

en las que falló el servidor Supermicro SYS-621C-TN12R



La unidad SSD del sistema operativo mantuvo una temperatura de **34 °C más fresca***

durante una situación de fallo de funcionamiento de HVAC

*Temperaturas medias durante el transcurso de la carga de trabajo de dos horas en comparación con las del servidor Supermicro SYS-621C-TN12R

Mejora de la eficiencia energética en el centro de datos: afronte con confianza las temperaturas más elevadas con los servidores Dell PowerEdge HS5620

En situaciones de prueba a alta temperatura, un servidor Dell PowerEdge HS5620 continuó ejecutando una carga de trabajo intensiva sin advertencias ni fallos de componentes, mientras que un servidor Supermicro SYS-621C-TN12R fallaba

La ejecución de un centro de datos a temperaturas más altas puede ayudar a las organizaciones a ahorrar en costes de refrigeración y consumo de energía. ENERGY STAR® señala que tales medidas pueden ser beneficiosas desde el punto de vista financiero: "Cada aumento de temperatura de 1 °F puede suponer un ahorro de entre un 4 % y un 5 % en costes de energía".¹ Sin embargo, un centro de datos solo puede mantenerse tan caliente como lo permita el hardware. Los servidores que pueden soportar temperaturas diarias más altas pueden ayudar a las organizaciones a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad. Con el diseño térmico adecuado, un servidor también puede seguir funcionando a temperaturas aún más altas en caso de circunstancias inesperadas, como fallos del ventilador interno o fallos de funcionamiento del entorno externo.

En PT, probamos dos servidores 2U optimizados para la cloud: el Dell™ PowerEdge™ HS5620 y el Supermicro® SYS-621C-TN12R. Para crear un entorno en el que pudiéramos controlar y medir completamente la temperatura, construimos un chasis alrededor de un rack de servidores completamente lleno. Todos los servidores del rack ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante sintética intensiva similar a una carga de trabajo de inferencia de aprendizaje automático, que sometía a presión a los procesadores de los sistemas y generaba calor en el entorno.

Supervisamos las temperaturas internas de los servidores Dell y Supermicro durante tres tipos de pruebas basadas en diferentes situaciones: temperaturas ambiente de 25 °C, un fallo del ventilador y un fallo de funcionamiento del HVAC del centro de datos. El sistema Dell funcionó sin advertencias de calentamiento ni fallos de los componentes en estas pruebas. Por el contrario, el sistema Supermicro producía advertencias en todas las situaciones y fallos de componentes en las situaciones segunda y tercera, lo que provocaba tiempos de inactividad del sistema que requerían intervención manual. Equipado con unas ventajas de diseño de refrigeración atractivas, el Dell PowerEdge HS5620 superó todos los retos sin fallos.

Método de las pruebas

En la Tabla 1 se muestra información de configuración clave de los dos servidores optimizados para la cloud que probamos. Consulte la *ciencia en la que se basa el informe* para obtener más información.

Tabla 1: Detalles clave de configuración de los servidores que probamos.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Procesadores	2 procesadores Intel® Xeon® Gold 6444Y	2 procesadores Intel Xeon Gold 6444Y
Memoria	1024 GB de RAM DDR5	1024 GB de RAM DDR5
Tarjeta de interfaz de red (NIC)	Intel E810-XXV con 2 puertos 25 GbE	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) con 2 puertos 25 GbE
Almacenamiento	2 SSD NVMe® M.2	2 SSD NVMe M.2
Controlador de almacenamiento	Dell BOSS N1	Almacenamiento con conexión directa PCIe®
Unidad de fuente de alimentación (PSU)	2 Dell 05222NA00 de 1800 W	2 Supermicro HMC94MEBRA123N de 1200 W
Ventiladores	5 Dell HPR Silver 1 Dell HPR Gold	3 Supermicro Middle Fan FAN-0206L4
SO	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Configuramos el servidor Dell con una controladora de almacenamiento y dos unidades NVMe M.2 para que coincidiera con la configuración de almacenamiento del servidor Supermicro. La configuración del servidor Dell incluía cinco ventiladores Dell HPR Silver y un ventilador Dell HPR Gold. El servidor Supermicro admitía tres ventiladores de 8 cm, el número máximo que podía aceptar en el momento de la prueba. Para habilitar la supervisión del rendimiento, ajustamos la configuración del perfil del sistema BIOS en el servidor Dell a "Rendimiento por vatio (sistema operativo)". Mantuvimos la configuración del BIOS predeterminada del servidor Supermicro, "OS Controls EPB", ya que esta configuración nos permitió supervisar los datos que requerían nuestras pruebas.

Para crear un entorno en el que pudiéramos controlar y medir la temperatura, construimos un chasis personalizado alrededor de un rack de servidores 42U totalmente lleno. Colocamos el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12R en el centro del rack en la misma posición cuando los probamos. Configuramos el resto del rack 42U con un conmutador para la parte superior del rack y una variedad de servidores 2U y 1U, así como servidores blade y chasis, que generaban calor mientras ejecutaban sus cargas de trabajo. Capturamos la gestión de banda base y la telemetría de nivel de SO para la supervisión de los componentes con herramientas de terceros, Telegraf™ y Prometheus.

Probamos los servidores en tres tipos de situaciones: operaciones típicas en condiciones ambientales de 25 °C, un fallo interno del ventilador (dos veces, con diferentes ventiladores desactivados cada vez) y un fallo de funcionamiento de HVAC en el que la temperatura ambiente aumentó a 35 °C. En cada una de estas situaciones, utilizamos la herramienta stress-ng para forzar las capacidades de coma flotante de los procesadores. Este tipo de carga de trabajo es fundamental para casos prácticos, lo que incluye el entrenamiento de IA y la informática de alto rendimiento (HPC); para obtener más información, consulte la página 3. El armario de servidores inició la carga de trabajo en cuatro fases, con los sistemas Dell y Supermicro probamos el inicio de la carga de trabajo en la cuarta fase, 3 minutos y 30 segundos después de que comenzaran los primeros servidores. Supervisamos las temperaturas y las estadísticas de hardware durante 15 minutos antes de iniciar una carga de trabajo, durante las dos horas de la carga de trabajo y durante 15 minutos después de completarse la carga de trabajo.

Para obtener más detalles sobre nuestras pruebas, resultados y configuraciones, consulte la *ciencia en la que se basa el informe*.

Descripción general de nuestros resultados

En las Tablas 2 y 3, se muestra un resumen de cómo se comportaron los distintos componentes de los servidores durante cada prueba. Si al menos uno de los tipos de componentes enumerados mostraba una advertencia o un fallo, lo especificamos a continuación. Como se muestra en la Tabla 2, los componentes del servidor Dell PowerEdge HS5620 permanecieron operativos en cada tipo de situación sin mostrar ninguna advertencia. Por otro lado, el Supermicro SYS-621C-TN12R experimentó al menos una advertencia en cada tipo de situación, incluso a temperaturas ambiente de 25 °C, así como un fallo de los componentes en la situación de funcionamiento incorrecto del HVAC y en ambas situaciones de fallo del ventilador (Tabla 3). Los fallos de SSD del sistema operativo que observamos en las pruebas dieron como resultado un fallo del sistema, lo que hizo que el sistema Supermicro quedara inutilizable y requiriera intervención manual. Analizamos los diseños térmicos de los servidores y examinamos estos resultados más detenidamente en las páginas siguientes.

Tabla 2: Una descripción general de cómo se comportaron los componentes clave del servidor Dell PowerEdge HS5620 en las situaciones de prueba.

Dell PowerEdge HS5620				
Categoría del componente	Temperaturas ambiente de 25 °C	Fallo del ventilador 2	Fallo del ventilador 3	Fallo de funcionamiento de HVAC
CPU	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos
RAM	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos
NIC	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos
SSD M.2	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos
PSU	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos

Tabla 3: Una descripción general de cómo se comportaron los componentes clave del servidor Supermicro SYS-621C-TN12R en las situaciones de prueba.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Categoría del componente	Temperaturas ambiente de 25 °C	Fallo del ventilador 1	Fallo del ventilador 3	Fallo de funcionamiento de HVAC
CPU	✓ Sin advertencias ni fallos	▲ Advertencia	▲ Advertencia	▲ Advertencia
RAM	✓ Sin advertencias ni fallos	▲ Advertencia	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos
NIC	✓ Sin advertencias ni fallos	▲ Advertencia	✓ Sin advertencias ni fallos	▲ Advertencia
SSD M.2	▲ Advertencia	✘ Fallo	▲ Advertencia	✘ Fallo
PSU	✓ Sin advertencias ni fallos	✓ Sin advertencias ni fallos	✘ Fallo	✓ Sin advertencias ni fallos

Acerca de la carga de trabajo que empleamos en nuestras pruebas

Utilizamos la herramienta stress-ng para ejecutar una carga de trabajo de coma flotante en los sistemas que probamos. Los cálculos de coma flotante desempeñan un papel fundamental en la gestión de cálculos matemáticos que implican números con partes fraccionarias. Son especialmente vitales para las cargas de trabajo científicas y de ingeniería que exigen cálculos numéricos de alta precisión, como entrenamiento de IA, algoritmos de aprendizaje automático, simulaciones científicas, modelos financieros y aplicaciones de diseño asistido por ordenador (CAD).

Análisis del diseño de refrigeración del sistema: un análisis más detallado de las ventajas del Dell PowerEdge HS5620

El análisis de los diseños térmicos de los sistemas es clave para comprender cómo se comportaron en cada situación de prueba. Los servidores utilizan varios elementos de diseño para mantener los sistemas refrigerados, como el diseño de la placa base. La colocación de componentes sensibles en la placa base puede ayudar a impedir que estos componentes se sobrecalienten entre sí. Además, los ventiladores mantienen el flujo de aire, mientras que el diseño del chasis también debe ayudar a proteger los componentes frente al aire caliente. A continuación, examinamos estos elementos de diseño en los servidores Dell PowerEdge HS5620 y Supermicro SYS-621C-TN12R.

Diseño de la placa base

El diseño de la placa base del sistema Supermicro fue particularmente problemático en lo que respecta a la colocación de los módulos NVMe M.2. Por ejemplo, en las situaciones de prueba segunda y tercera, incluso la temperatura de la unidad SSD inactiva aumentó, ya que era directamente descendente desde un procesador sometido a carga. Además, en el lado derecho del chasis, no había ningún ventilador específico que proporcionara aire al módulo de distribución de alimentación (PDU) que conectaba las PSU gemelas al resto del sistema. En cambio, el sistema Supermicro utilizaba el flujo de aire generado por los ventiladores incorporados en las PSU situadas en la parte trasera del chasis. Aunque no observamos un fallo de esta PDU, el BMC informó de un fallo de la PSU durante la segunda situación de fallo del ventilador, lo que demuestra el inconveniente de este diseño (consulte la *ciencia en la que se basa el informe* para obtener más información sobre esta prueba). Véase la figura 1.

Por el contrario, la placa base del Dell PowerEdge HS5620 presentaba un diseño más complejo. Los módulos de refrigeración del procesador utilizaban tubos de calor en los disipadores de calor para permitir una refrigeración más eficaz. La PDU estaba integrada directamente en la placa base, lo que permitía una circulación de aire más fluida y eficiente sobre sus componentes. En la configuración que probamos, la PDU tenía ventiladores Dell HPR Gold y Dell HPR Silver que proporcionaban refrigeración a los componentes. Como se muestra en la Figura 2, las aberturas de la cubierta de aire del sistema Dell permitían que el aire frío pasara por los componentes, lo que mitigaba la transferencia de calor de un componente a otro.

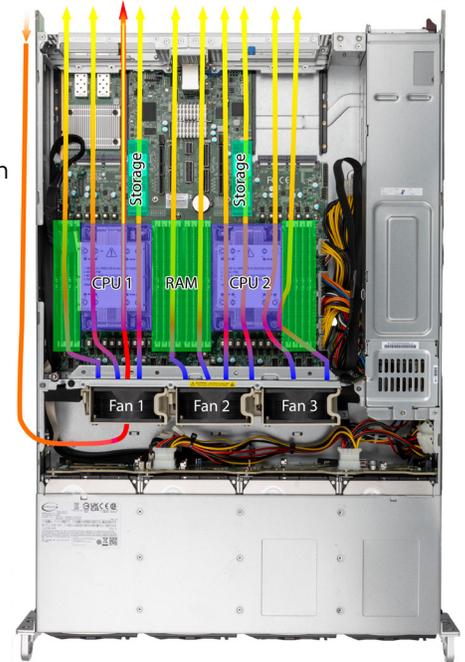


Figura 1: Probamos el diseño de la placa base del Supermicro SYS-621C-TN12. Hemos añadido etiquetas de componentes y flechas que muestran la dirección del flujo de aire de los ventiladores, con aire más frío indicado en tonos azules y morados, y aire más caliente indicado en tonos rojos, naranjas y amarillos. Fuente: Principled Technologies.



Figura 2: Probamos el diseño de la placa base del Dell PowerEdge HS5620, mostrando la capa térmica inferior (izquierda) y la capa térmica superior (derecha) que divide la cubierta. Hemos añadido etiquetas de componentes y flechas que muestran la dirección del flujo de aire de los ventiladores, con aire más frío indicado en tonos azules y morados, y aire más caliente indicado en tonos rojos, naranjas y amarillos. Fuente: Principled Technologies.

Ventiladores

Los ventiladores de un sistema son una parte fundamental del diseño de refrigeración. La configuración del Dell PowerEdge HS5620 que probamos tenía cinco ventiladores Dell HPR Silver de 60 mm y un ventilador Dell HPR Gold de 60 mm. El Supermicro SYS-621C-TN12R que probamos utilizaba tres ventiladores principales de 80 mm para la refrigeración. En ambos servidores, cada una de las fuentes de alimentación tenía incorporado un ventilador dedicado adicional.

Pies cúbicos por minuto (CFM) es una clasificación que indica la cantidad de aire que puede mover un ventilador. Según sus etiquetas, los seis ventiladores del sistema Dell eran de 57,26 CFM cada uno (343,56 CFM en total), mientras que los tres ventiladores del sistema Supermicro eran de 104,7 CFM cada uno² (314,10 CFM en total). Aunque las cifras eran cercanas, el valor de CFM no es todo lo que importa en un servidor. En nuestras pruebas, también observamos que los ventiladores del servidor Supermicro SYS-621C-TN12R funcionaban a unas 13 500 RPM a carga máxima. Los ventiladores de doble rotor del servidor Dell PowerEdge HS5620 giraron a unas 20 000 RPM en nuestras pruebas. Estas diferencias de velocidad y diseño permitieron que los ventiladores del sistema Dell generaran una mayor presión estática, lo que significa que empujaban el aire a través del sistema con mayor fuerza. Esto también significa que contrarrestaron la resistencia en el pasillo en caliente, lo que es fundamental para una refrigeración eficaz,³ ya que los equipos del centro de datos con ventiladores más potentes pueden saturar a aquellos con ventiladores con menos potencia, lo que provoca una refrigeración insuficiente.

Diseño del chasis

El chasis del Supermicro SYS-621C-TN12R incluía rejillas de ventilación en ambos lados, entre los ventiladores y el plano posterior de almacenamiento, que no estaban presentes en el servidor Dell. En teoría, estas rejillas de ventilación podrían funcionar para permitir un flujo de aire adicional en el chasis en un entorno de servidor al aire libre sin armarios ni contención de pasillo en caliente. Sin embargo, en la práctica, el diseño de los armarios del centro de datos significa que los laterales del chasis de un servidor están dentro de la misma zona térmica que el pasillo en caliente: debido a que los racks y armarios de los servidores permiten un flujo de aire libre alrededor de los laterales de los servidores, estas rejillas de ventilación no están aisladas. Por lo tanto, en lugar de expulsar aire caliente o atraer aire frío, las rejillas de ventilación podrían permitir que el aire precalentado procedente de detrás de la pila de servidores entre en el chasis y circule a través de los componentes, creando un bucle de calentamiento. Véase la Figura 3.

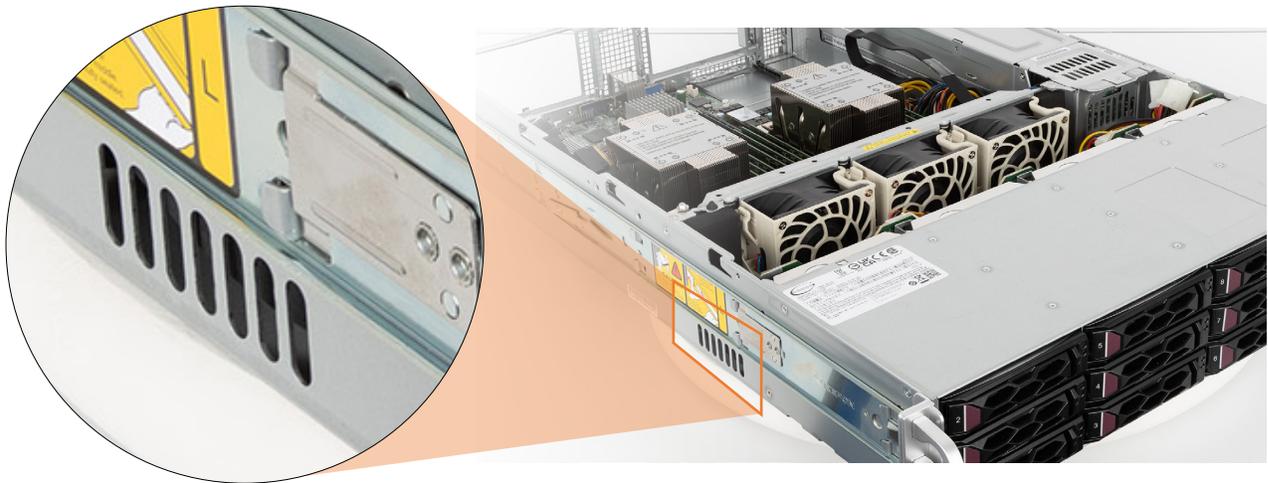


Figura 3: Probamos las rejillas en el chasis del Supermicro SYS-621C-TN12, que podrían permitir que el aire precalentado del pasillo en caliente circulara a través de los componentes del servidor. Fuente: Principled Technologies.

Resultados clave del diseño térmico

El diseño de la placa base del servidor **Dell PowerEdge HS5620** ayudó a mitigar la transferencia de calor entre los componentes. El sistema tenía un total de seis ventiladores que giraban a 20 000 RPM cada uno. El diseño de la placa base del servidor **Supermicro SYS-621C-TN12R** tenía componentes sensibles cerca unos de otros. El sistema tenía un total de tres ventiladores que giraban a 13 500 RPM cada uno. Además, los orificios de ventilación en el lateral del chasis podían permitir que el aire caliente del pasillo en caliente circulara a través del sistema.

El Dell PowerEdge HS5620 siguió funcionando sin ni siquiera una advertencia de componentes; el Supermicro SYS-621C-TN12R dio fallos en dos situaciones

Caso 1: Temperaturas ambiente de 25 °C

Para ver cómo funcionaron los servidores con temperaturas típicas de centros de datos, ejecutamos nuestra primera situación. La American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) recomienda mantener un centro de datos típico a temperaturas entre 18 °C y 27 °C, aunque ciertas clases de equipos aceptan temperaturas de hasta 45 °C.⁴ En esta situación, marcamos como objetivo una temperatura ambiente de 25 °C en el entorno de pruebas mientras ejecutamos las cargas de trabajo en los servidores.

El servidor Dell PowerEdge HS5620 no mostró ninguna advertencia o fallo de los componentes en esta situación. Su diseño de flujo de aire mantuvo aisladas las zonas térmicas, manteniendo temperaturas de funcionamiento seguras para todos los componentes. Por el contrario, 22 minutos después de iniciar la prueba, el Baseboard Management Controller (BMC) del sistema Supermicro advirtió que la SSD del sistema operativo había alcanzado una temperatura crítica. A continuación, 10 minutos más tarde, confirmó que la unidad había alcanzado un estado irrecuperable, aunque la SSD no falló en esta situación. Esto se debe a que esta alerta del BMC no sondeó el componente en busca de fallos; simplemente indicó que la unidad había superado un umbral en el que el fallo podría ser inminente.

Durante el transcurso de la carga de trabajo de dos horas, la SSD del sistema operativo del servidor Dell dio de media una temperatura de 43,9 °C, mientras que la SSD inactiva dio de media 45,5 °C. La SSD del sistema operativo del sistema Supermicro dio de media 77,5 °C y la SSD inactiva dio de media 61,7 °C durante la prueba, temperaturas hasta 33,6 °C más altas que el sistema Dell. Mientras que los procesadores del servidor Dell indicaron una media de 73,7 °C y 70,7 °C durante la carga de trabajo, los procesadores del servidor Supermicro resultaron en 77,9 °C y 71,1 °C.

Las Figuras 4 y 5 muestran las temperaturas de la SSD y del procesador de los dos sistemas durante el transcurso de la prueba de dos horas. La Figura 6 muestra el consumo de energía de los servidores, donde los aumentos de energía corresponden al efecto de la carga de trabajo en los sistemas, incluidos los ventiladores que funcionan para enfriar los servidores.

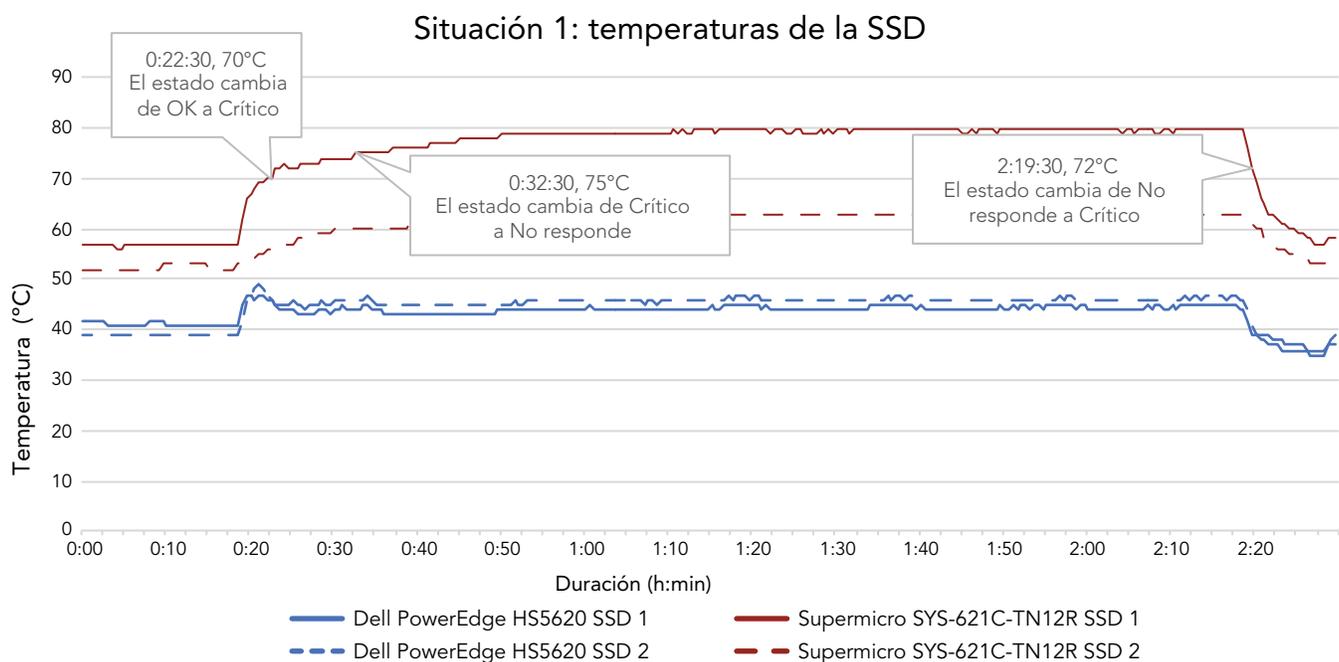


Figura 4: Temperaturas de la SSD en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la primera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante a temperaturas ambiente de 25 °C. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. La SSD 1 ejecutó el sistema operativo, mientras que la SSD 2 estaba inactiva. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 1: temperaturas del procesador

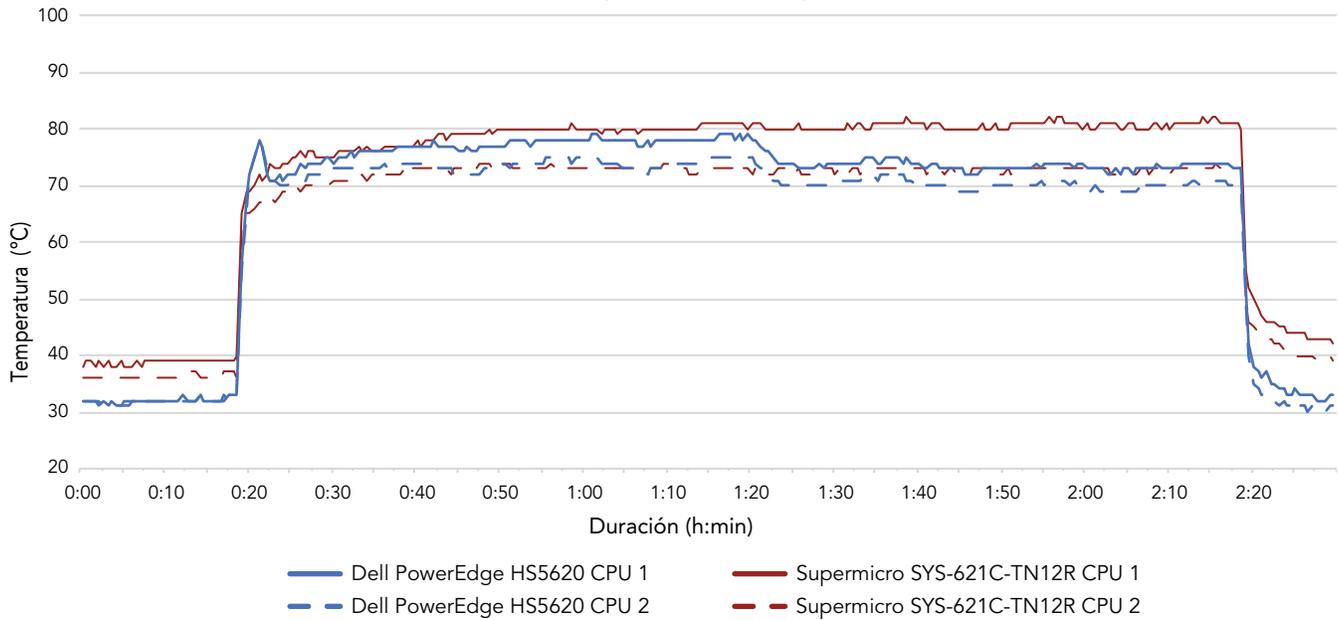


Figura 5: Temperaturas del procesador en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la primera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante a temperaturas ambiente de 25 °C. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 1: consumo de energía

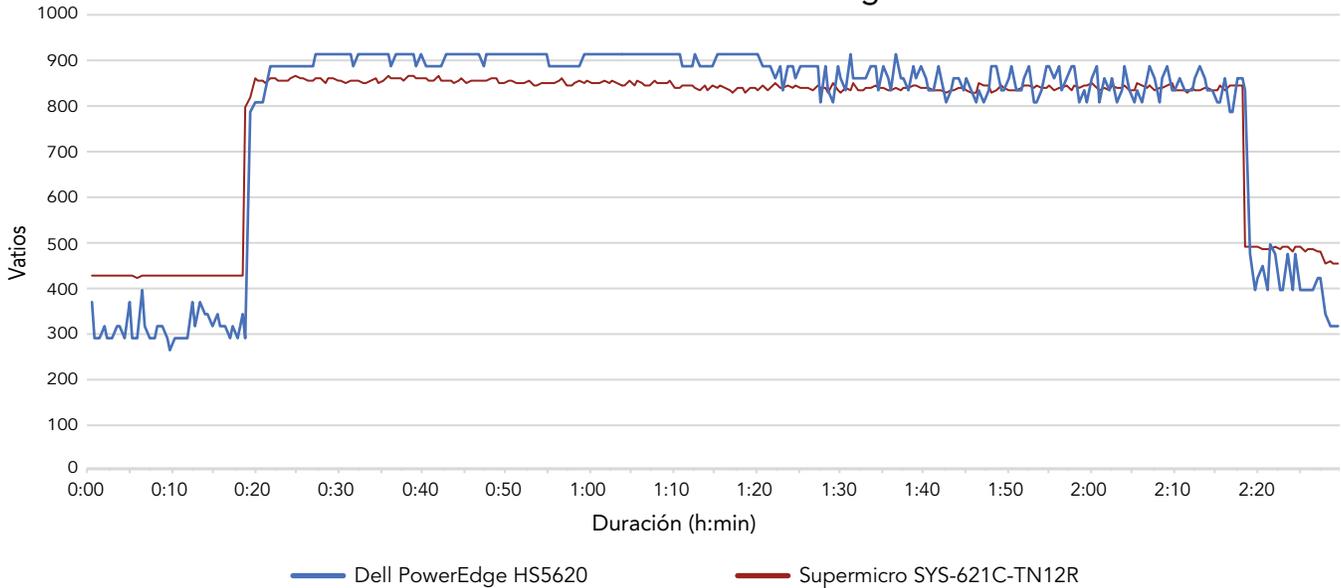


Figura 6: Consumo de energía en vatios del Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la primera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante a temperaturas ambiente de 25 °C. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Fuente: Principled Technologies.

En esta situación, que refleja las operaciones diarias en un centro de datos a 25 °C, el Dell PowerEdge HS5620 funcionó sin plantear problemas, mientras que el Supermicro SYS-621C-TN12R emitió una advertencia crítica de su unidad del sistema operativo. En la Tabla 4 se resumen los resultados de esta situación de prueba.

Tabla 4: Un resumen de nuestros resultados durante la primera prueba de dos horas, en la que los servidores ejecutaron una carga de trabajo de coma flotante a temperaturas ambiente de 25 °C.

Caso 1: Temperaturas ambiente de 25 °C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultados	✓ Sin fallos del sistema	✓ Sin fallos del sistema
Fallos de componentes	No	No
Advertencias de componentes	No	SSD del SO
Temperatura media de la SSD del SO	43,9 °C	77,5 °C
Temperatura media de la SSD inactiva	45,5 °C	61,7 °C
Temperaturas medias del procesador	73,7 °C 70,7 °C	77,9 °C 71,1 °C

Caso 2: Fallo del ventilador

Aunque una supervisión cuidadosa y un mantenimiento regular pueden prolongar la vida útil de un servidor, los componentes internos pueden fallar de forma inesperada. En nuestra segunda situación de prueba, nuestro objetivo era ver cómo funcionaría cada servidor con un fallo del ventilador.

En cuanto a la cobertura de flujo de aire equivalente de los componentes, determinamos que el ventilador 1 del servidor Supermicro está mejor alineado con el ventilador 2 del sistema Dell. Desactivamos manualmente estos ventiladores para nuestras pruebas. Iniciamos de nuevo la prueba a una temperatura ambiente de 25 °C e iniciamos la carga de trabajo después de 15 minutos de funcionamiento de los servidores inactivos. Durante el transcurso de la prueba de dos horas y durante 15 minutos después, supervisamos los sistemas en busca de advertencias y fallos.

El Dell PowerEdge HS5620 no experimentó ningún fallo de componentes ni emitió ninguna advertencia de componentes, mientras que el Supermicro SYS-621C-TN12R, con solo dos ventiladores en buen estado, nos alertó de las altas temperaturas de los procesadores, la RAM y las dos NIC. **La unidad del sistema operativo del sistema Supermicro dio fallos pasada 1 hora y 49 minutos de la prueba, lo que provocó un fallo del sistema; una vez que la unidad SSD se enfrió y el sistema operativo pudo reanudar el funcionamiento, tuvimos que reiniciar el servidor a través del BMC.** Los canales de aire y ventiladores del sistema no pudieron compensar las deficiencias del diseño de refrigeración, como los patrones de flujo de aire que dirigían el aire caliente de los procesadores y la memoria a las SSD. Por el contrario, el mayor número de ventiladores del sistema Dell (cada uno de ellos girando a una velocidad mayor de rotaciones por minuto, RPM, que los del sistema Supermicro) y el diseño del flujo de aire ayudaron a mantener los componentes del sistema más fríos y funcionales.

De nuevo, descubrimos que el sistema Dell mantenía temperaturas más bajas, de media, durante el transcurso de la carga de trabajo de dos horas. Su SSD del SO dio una media de 54,2 °C, que era 28,0 °C más frío que la SSD del SO de 82,2 °C del servidor Supermicro. La SSD inactiva del sistema Dell dio de media 47,0 °C, o 21,5 °C menos que la media de 68,5 °C de la SSD inactiva del servidor Supermicro. En lo que respecta a las temperaturas medias de los procesadores, las del servidor Dell fueron de 56,9 °C y 44,3 °C, mientras que las del servidor Supermicro fueron mucho más elevadas, a 98,6 °C y 72,8 °C, una diferencia de temperatura de hasta 54,3 °C. Observamos cómo los sistemas de administración del servidor Dell ajustaban el rendimiento cuando las temperaturas superaban los umbrales de seguridad en función de si el sistema detectaba fallos de hardware de refrigeración o condiciones ambientales anormales.

Las Figuras 7 y 8 muestran las mediciones de temperatura de la SSD y del procesador que recopilamos. En la Figura 9 se compara el consumo de energía de los sistemas a medida que ejecutaban la carga de trabajo, generando calor interno bajo carga y compensando la pérdida del ventilador.

Situación 2: temperaturas de la SSD

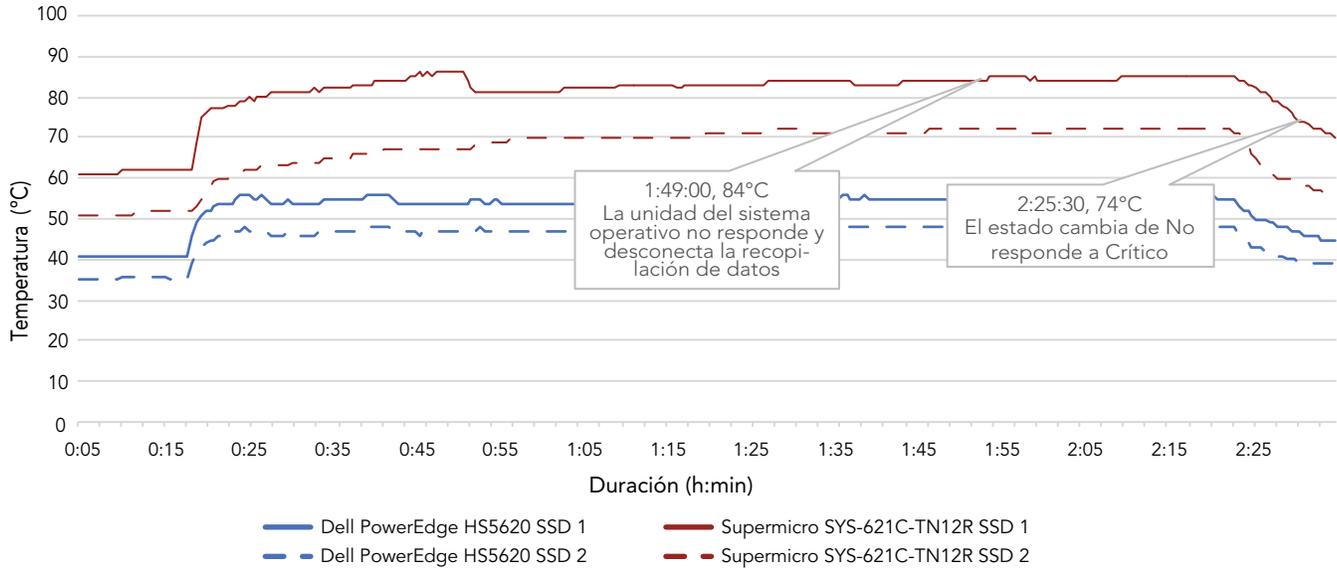


Figura 7: Temperaturas de la SSD en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la segunda situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante con un ventilador desactivado en cada servidor. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. La SSD 1 ejecutó el sistema operativo, mientras que la SSD 2 estaba inactiva. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 2: temperaturas del procesador

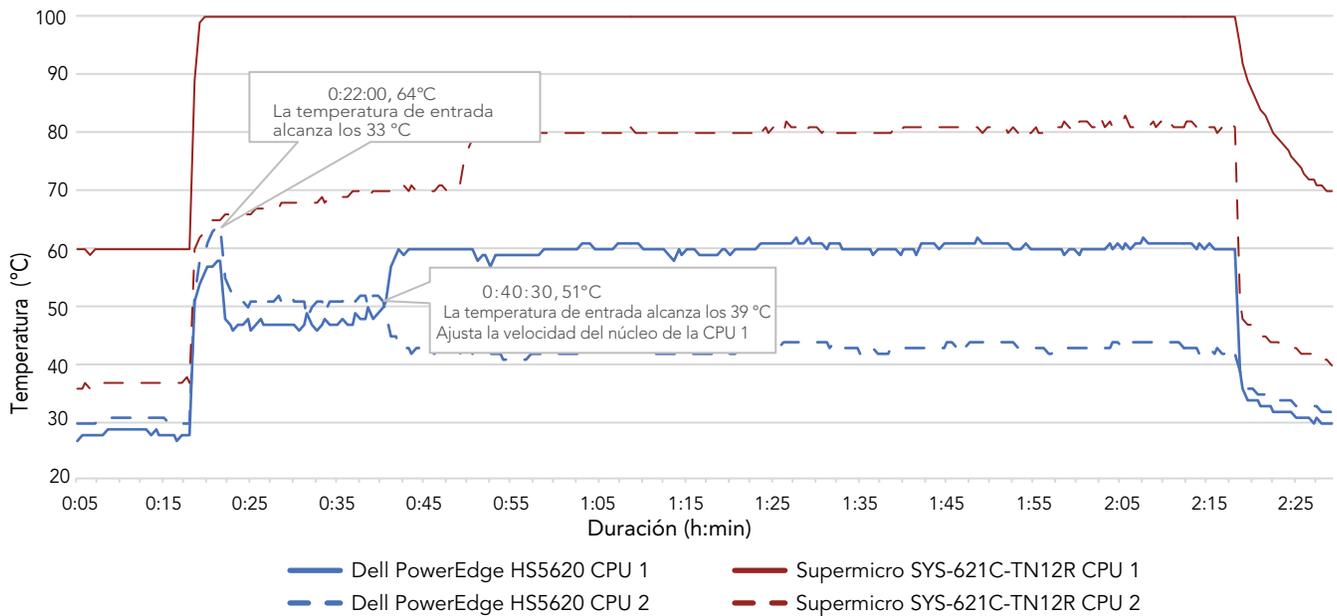


Figura 8: Temperaturas del procesador en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la segunda situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante con un ventilador desactivado en cada servidor. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 2: consumo de energía

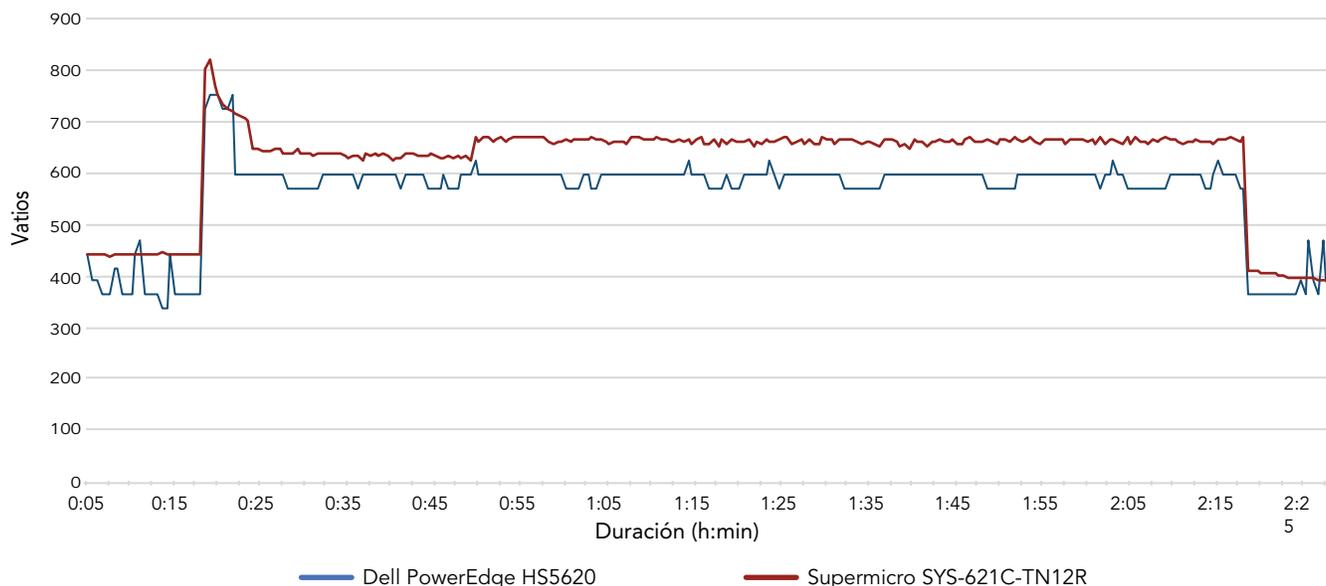


Figura 9: Consumo de energía en vatios del Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la segunda situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante con un ventilador desactivado en cada servidor. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Fuente: Principled Technologies.

Un servidor que puede permanecer operativo cuando falla un ventilador proporciona una ventana de tiempo para que una organización implemente un procedimiento de contingencia mientras los administradores de TI recuperan el sistema. Pero si la unidad del SO de un servidor u otro componente crítico falla poco después de que lo haga el ventilador, las aplicaciones importantes pueden desconectarse inesperadamente e interrumpir a los usuarios. Esperar un ventilador de sustitución puede hacer que el servidor esté inactivo durante periodos de tiempo aún más largos. En la Tabla 5 se resumen los resultados de esta situación de prueba.

Tabla 5: Un resumen de nuestros resultados durante la segunda prueba de dos horas, en la que los servidores ejecutaron una carga de trabajo de coma flotante con un ventilador desactivado en cada servidor.

Caso 2: Fallo del ventilador		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultados	✓ Sin fallos del sistema	✗ Fallo del sistema
Fallos de componentes	No	SSD del SO
Advertencias de componentes	No	1 SSD, 1 CPU, 1 módulo de memoria, 2 NIC
Temperatura media de la SSD del SO	54,2 °C	82,2 °C
Temperatura media de la SSD inactiva	47,0 °C	68,5 °C
Temperaturas medias del procesador	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C

También ejecutamos una segunda situación de fallo del ventilador, en la que el ventilador que desactivamos en ambos servidores estaba en una posición diferente. Para esta situación, determinamos que el ventilador 3 del sistema Supermicro era comparable al ventilador 3 del sistema Dell. Una vez más, el servidor Dell PowerEdge HS5620 no experimentó ninguna advertencia ni fallo de los componentes, pero el Supermicro SYS-621C-TN12R emitió advertencias para los procesadores y las SSD, y una de sus dos PSU falló. (Para obtener más detalles sobre esta prueba, consulte la *ciencia en la que se basa el informe*).

Caso 3: Fallo de funcionamiento de HVAC

Los fallos inesperados no se limitan a los componentes internos del servidor, sino que también se puede producir un sobrecalentamiento cuando algo va mal en una instalación. Nuestra tercera situación refleja un centro de datos cuyo sistema de refrigeración no funciona correctamente.

Durante 15 minutos, verificamos que todos los componentes de los servidores estaban conectados y en buen estado a una temperatura ambiente de 25 °C. A continuación, ejecutamos la carga de trabajo durante 15 minutos antes de apagar todos los climatizadores en el entorno de prueba. Cuando la temperatura ambiente del entorno alcanzó los 35 °C, aproximadamente una hora después, volvimos a encender los climatizadores para reflejar una situación en la que un equipo de las instalaciones arreglaba el sistema de HVAC. Seguimos el progreso de refrigeración de los servidores hasta que la temperatura ambiente volvió a 25 °C.

Según la documentación, el Dell PowerEdge HS5620 puede funcionar en condiciones de 30 °C en la configuración que probamos.⁵ En esta situación, en la que las temperaturas ascendieron a 35 °C, el sistema funcionó más allá de su límite y no emitió ninguna advertencia de nivel de componentes ni experimentó ningún fallo. Observamos que ajusta la velocidad del núcleo del procesador y el consumo de energía para evitar el sobrecalentamiento en respuesta a las señales del sensor de entrada (consulte la *ciencia en la que se basa el informe* para obtener más información). **Aunque la documentación del Supermicro SYS-621C-TN12R indica que el sistema puede funcionar en entornos a 35 °C,⁶ experimentó un fallo de la SSD del SO en esta situación, lo que provocó un fallo del sistema.** La telemetría de aplicación del sistema operativo dejó de funcionar casi una hora después del inicio de la prueba. El sistema dejó de responder a los comandos SSH y KVM, por lo que lo apagamos manualmente con el BMC. Cabe destacar que, incluso durante este tiempo de inactividad, el sistema siguió consumiendo más energía que el Dell PowerEdge HS5620 (Figura 12). El sistema Supermicro también emitió advertencias de alta temperatura en una NIC y un procesador en esta situación.

Durante la carga de trabajo de dos horas, la SSD del sistema operativo Dell dio de media 48,0 °C y la SSD inactiva dio de media 49,2 °C. En comparación con las temperaturas medias de la SSD del sistema Supermicro (82,4 °C para la unidad del sistema operativo y 66,4 °C para la unidad inactiva), el sistema Dell mantuvo sus SSD a una temperatura de hasta 34,4 °C menos.

Las Figuras 10 y 11 muestran las temperaturas de la SSD y del procesador de los dos sistemas durante esta situación. En la Figura 12 se comparan los aumentos de consumo de energía de los sistemas a medida que ejecutaban la carga de trabajo.

Situación 3: temperaturas de la SSD

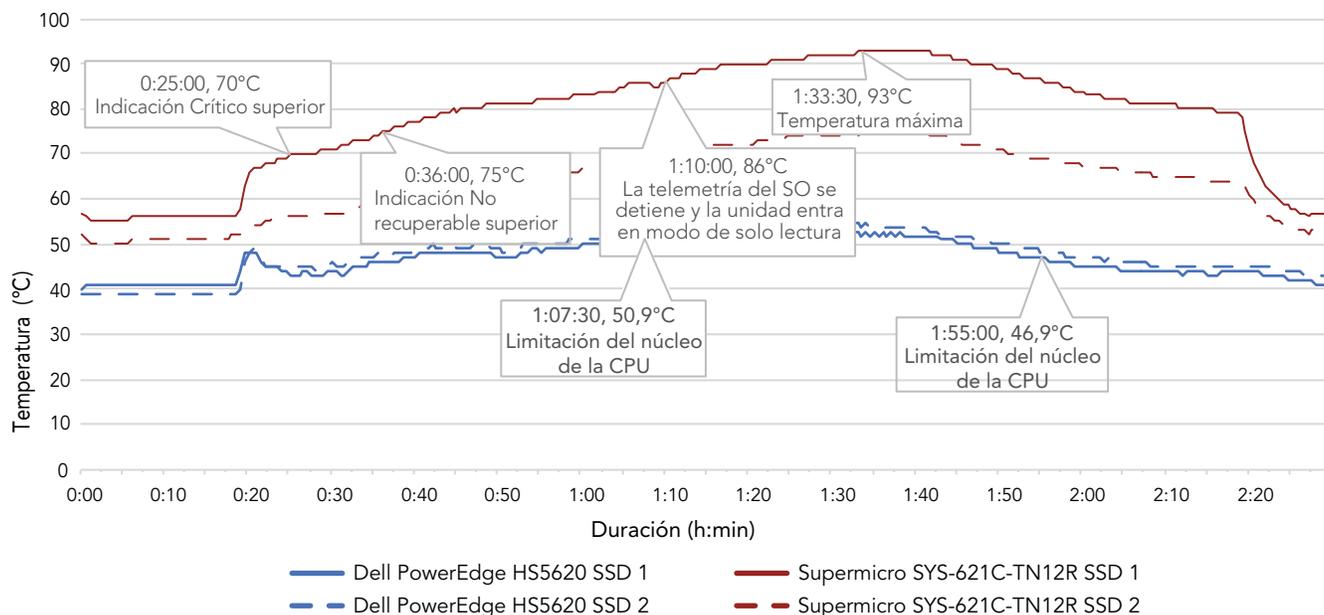


Figura 10: Temperaturas de la SSD en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la tercera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante mientras las temperaturas ambiente aumentaban de 25 °C a 35 °C para simular un fallo de HVAC. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. La SSD 1 ejecutó el sistema operativo, mientras que la SSD 2 estaba inactiva. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 3: temperaturas del procesador

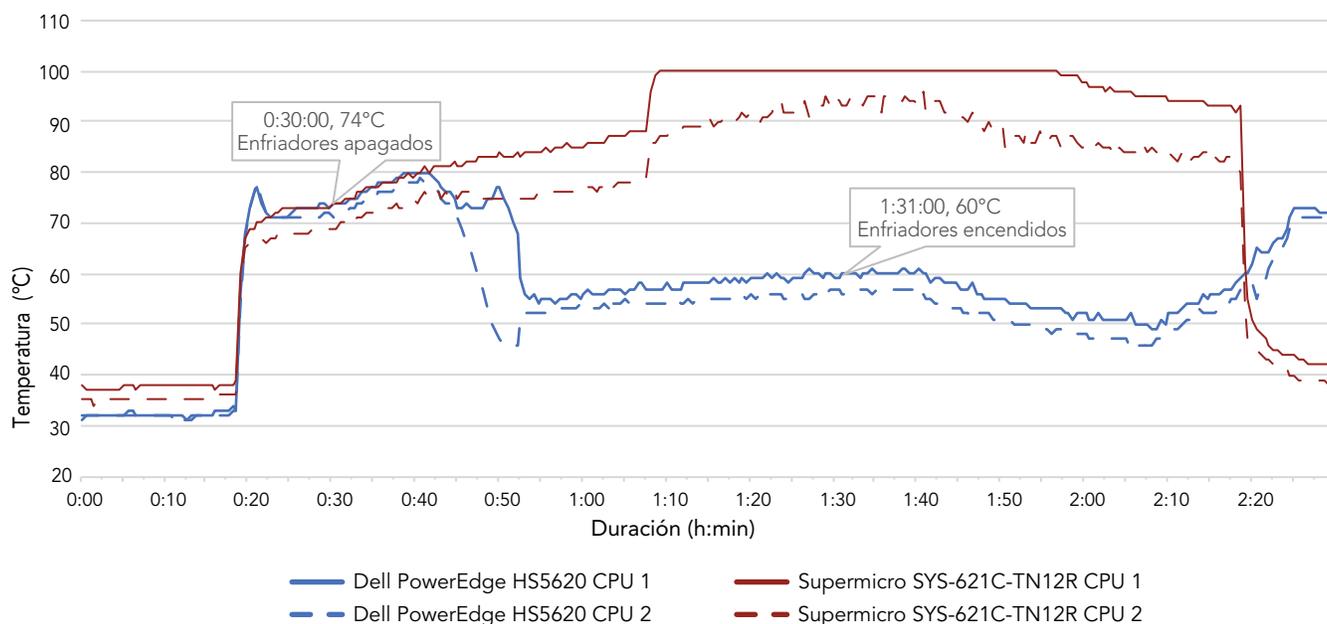


Figura 11: Temperaturas del procesador en el Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la tercera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante mientras las temperaturas ambiente aumentaban de 25 °C a 35 °C para simular un fallo de HVAC. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Las temperaturas más bajas son mejores. Fuente: Principled Technologies.

Situación 3: consumo de energía

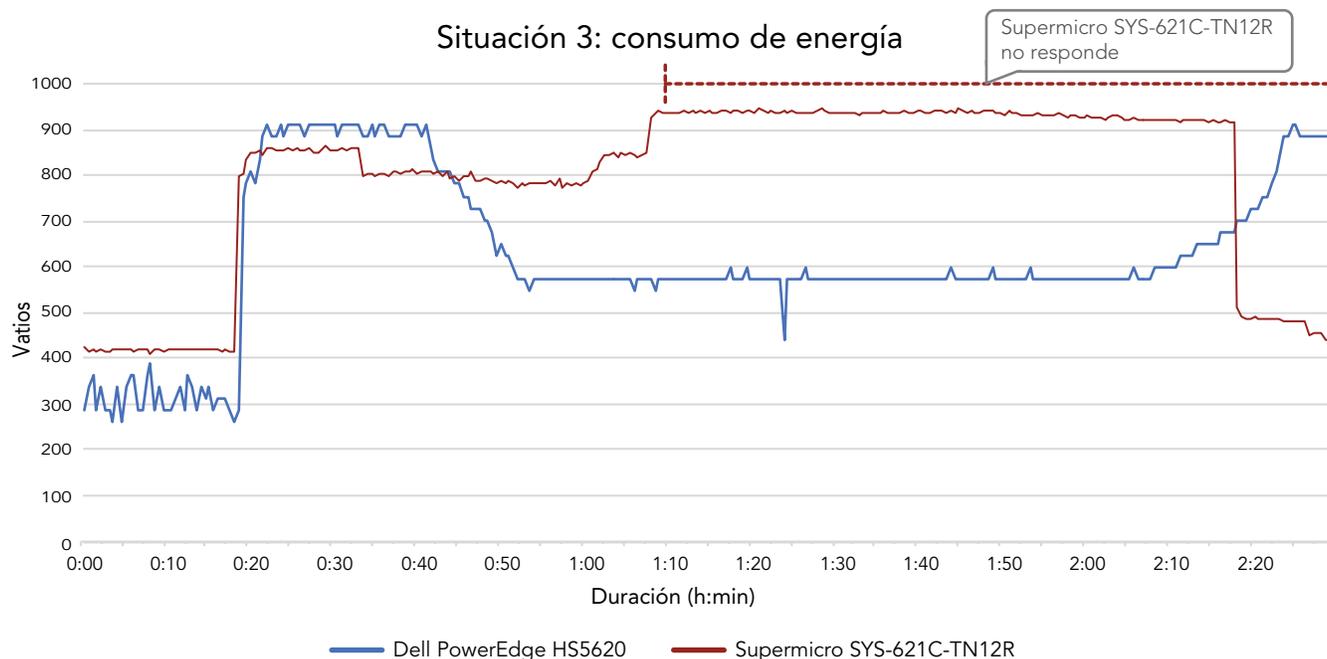


Figura 12: Consumo de energía en vatios del Dell PowerEdge HS5620 y el Supermicro SYS-621C-TN12 durante la tercera situación, en la que los servidores ejecutaban una carga de trabajo de coma flotante mientras las temperaturas ambiente aumentaban de 25 °C a 35 °C para simular un fallo de HVAC. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Fuente: Principled Technologies.

En una situación en la que el sistema HVAC de un centro de datos no funciona correctamente o falla, un servidor que sigue funcionando puede minimizar la interrupción de los usuarios y las operaciones críticas. Esta solución también puede ahorrar tiempo y esfuerzo a los administradores de TI: si un servidor emite advertencias o falla debido a un sobrecalentamiento, el administrador debe dedicar más tiempo a hacer comprobaciones, teniendo incluso que reiniciarlo de forma manual. La Tabla 6 muestra un resumen de los resultados obtenidos en esta situación de prueba.

Tabla 6: Un resumen de nuestros resultados durante la tercera prueba de dos horas, en la que los servidores ejecutaron una carga de trabajo de coma flotante mientras las temperaturas ambiente aumentaron de 25 °C a 35 °C para simular un fallo de funcionamiento del sistema HVAC.

Caso 3: Fallo de funcionamiento de HVAC		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultados	✓ Sin fallos del sistema	✗ Fallo del sistema
Fallos de componentes	No	SSD del SO
Advertencias de componentes	No	2 SSD, 1 CPU, 1 NIC
Temperatura media de la SSD del SO	48,0 °C	82,4 °C
Temperatura media de la SSD inactiva	49,2 °C	66,4 °C
Temperaturas medias del procesador	60,5 °C 56,6 °C	89,0 °C 80,8 °C

Acerca del Dell PowerEdge HS5620

Según Dell, el PowerEdge HS5620 de dos sockets y 2U está "diseñado específicamente para las aplicaciones de TI más populares de los proveedores de servicios de cloud".⁷ Con hasta dos procesadores escalables Intel® Xeon® de 5.ª generación, hasta 16 DDR5 RDIMM a una velocidad de hasta 5600 MT/s y una selección de tarjetas COMM y SSD de firmware validadas por los proveedores, el PowerEdge HS5620 ofrece "rendimiento personalizado, flexibilidad de E/S y gestión de ecosistemas abiertos".⁸ Para obtener más información, visite <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

Conclusión: Mantenga la resiliencia a altas temperaturas con el Dell PowerEdge HS5620 para aumentar la eficiencia

Aumentar la temperatura de su centro de datos puede ayudar a su organización a avanzar en eficiencia energética y ahorro de costes de refrigeración. Con servidores que pueden soportar estas temperaturas diarias más altas, así como altas temperaturas debido a circunstancias imprevistas, su empresa puede seguir ofreciendo el rendimiento que sus aplicaciones y clientes necesitan.

Cuando ejecutamos una carga de trabajo intensiva de coma flotante en un Dell PowerEdge HS5620 y un Supermicro SYS-621C-TN12R en tres tipos de situaciones simulando operaciones típicas a 25 °C, un fallo del ventilador y un fallo de funcionamiento de HVAC, el servidor Dell no experimentó advertencias ni fallos de componentes. Por el contrario, el servidor Supermicro emitió advertencias en los tres tipos de situaciones y experimentó fallos de componentes en las dos últimas pruebas, que dejaron el sistema inutilizable. Cuando inspeccionamos y analizamos cada sistema, descubrimos que el diseño de la placa base, los ventiladores y el chasis del servidor Dell PowerEdge HS5620 ofrecía ventajas de diseño de refrigeración.

Para las empresas que desean cumplir los objetivos de sostenibilidad mediante la ejecución de centros de datos a más temperatura, así como para aquellas que se preocupan por el diseño de refrigeración de los servidores, el Dell PowerEdge HS5620 es una sólida opción para soportar temperaturas más altas durante las operaciones diarias y los fallos inesperados.

-
1. ENERGY STAR, "5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center", consultado el 8 de abril de 2024, https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
 2. Supermicro, "Supermicro 80mm Hot-swap Middle Fan (FAN-0206L4)", consultado el 9 de abril de 2024, https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html.
 3. Electronics Cooling, "The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center", consultado el 4 de abril de 2024, <https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/>.
 4. ASHRAE TC9.9, "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices", consultado el 24 de abril de 2024, https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf.
 5. Dell, "Dell PowerEdge HS5620 Technical Guide", consultado el 8 de mayo de 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
 6. Supermicro, "CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R", consultado el 26 de abril de 2024, <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
 7. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet", consultado el 1 de abril de 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
 8. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet".

Ciencia en la que se basa el informe

En esta sección, exponemos la lista completa de resultados y describimos las soluciones que probamos y nuestras metodologías de prueba.

Finalizamos las pruebas prácticas el 9 de abril de 2024. Durante las pruebas, determinamos las configuraciones de hardware y software apropiadas y aplicamos actualizaciones a medida que estaban disponibles. Los resultados de este informe reflejan las configuraciones que finalizamos el 11 de marzo de 2024 o antes. Es inevitable que estas configuraciones quizá no representen las últimas versiones disponibles cuando se publique este informe.

Gráficos

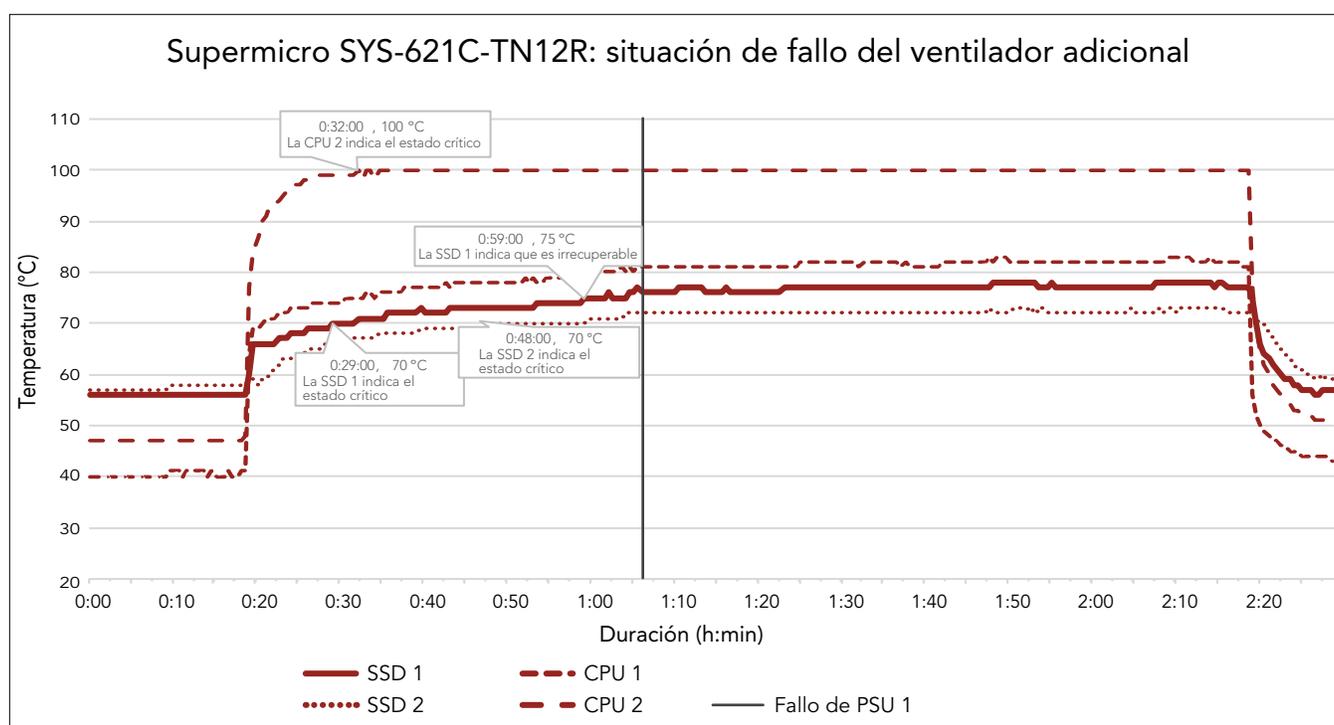


Figura 1: Temperaturas de la SSD y del procesador en el Supermicro® SYS-621C-TN12 durante una situación de fallo del ventilador adicional, en la que el servidor ejecutó una carga de trabajo de coma flotante con el ventilador 3 desactivado. La carga de trabajo comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. La SSD 1 ejecutó el sistema operativo, mientras que la SSD 2 estaba inactiva. Fuente: Principled Technologies.

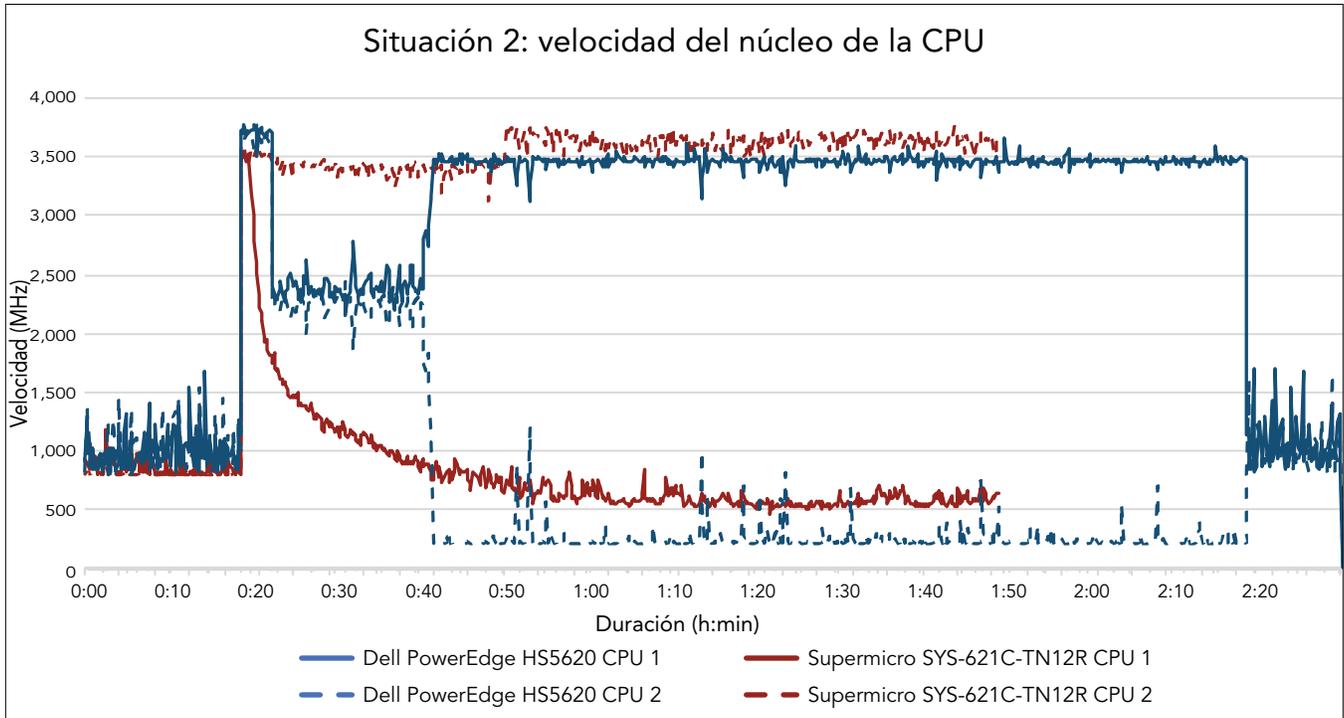


Figura 2: Velocidades del núcleo del procesador del Dell™ PowerEdge™ HS5620 y del Supermicro SYS-621C-TN12 durante la primera situación de fallo del ventilador. La carga de trabajo de coma flotante comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Fuente: Principled Technologies.

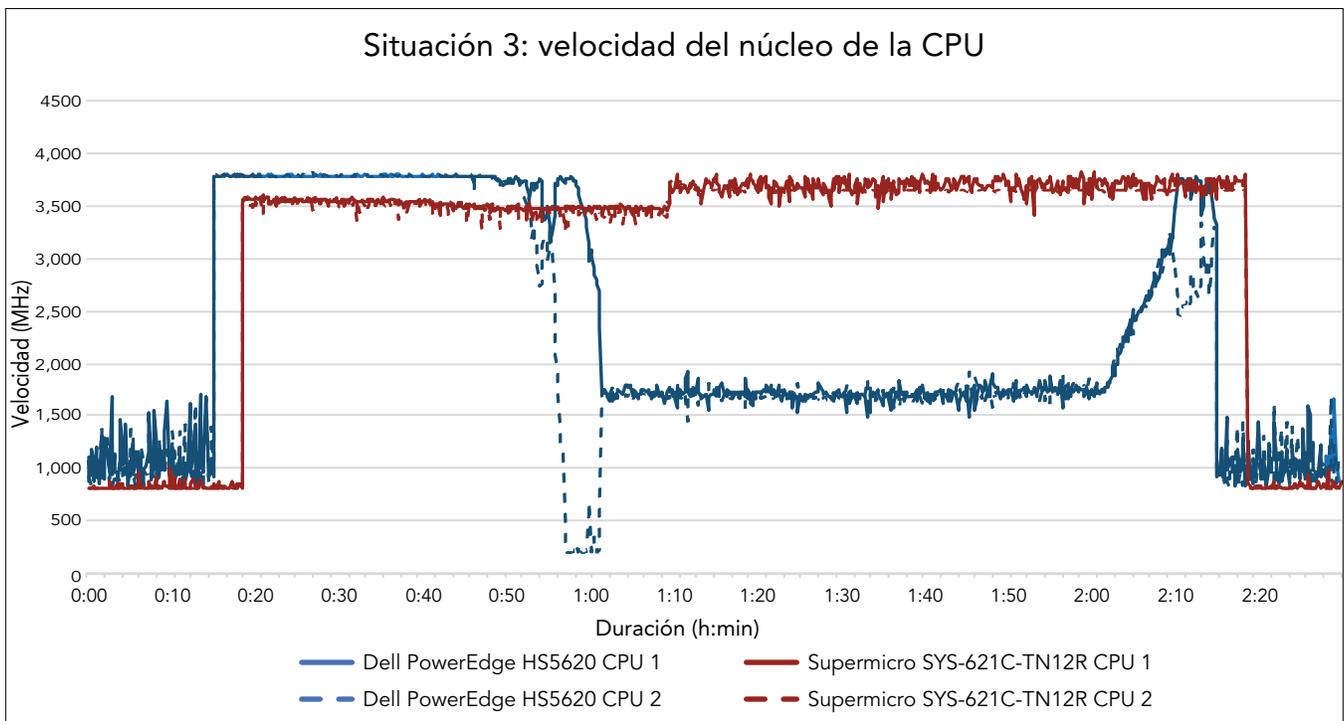


Figura 3: Velocidades del núcleo del procesador del Dell PowerEdge HS5620 y del Supermicro SYS-621C-TN12 durante la situación de fallo de funcionamiento de HVAC. La carga de trabajo de coma flotante comenzó a las 0:15 y terminó a las 2:15. Fuente: Principled Technologies.

Información sobre la configuración del sistema

Tabla 1: Información detallada sobre los sistemas probados.

Información sobre la configuración del sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Nombre y versión del BIOS	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Configuración del BIOS no predeterminada	Rendimiento por vatio (sistema operativo)	N/A
Nombre y número de versión/compilación del sistema operativo	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Fecha de las últimas actualizaciones/parches del sistema operativo aplicados	11/3/24	28/1/2024
Política de administración de energía	Rendimiento por vatio (sistema operativo)	Rendimiento equilibrado
Procesador		
Cantidad de procesadores	2	2
Proveedor y modelo	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Recuento de núcleos (por procesador)	16	16
Frecuencia del núcleo (GHz)	3,60 (4,0 turbo)	3,60 (4,0 turbo)
Submodelo	8	8
Módulos de memoria		
Memoria total del sistema (GB)	1024	1024
Número de módulos de memoria	16	16
Proveedor y modelo	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Tamaño (GB)	64	64
Tipo	DIMM DDR5	DDR5
Velocidad (MHz)	4800	4800
Velocidad del servidor (MHz)	4800	4800
Controladora de almacenamiento (almacenamiento frontal)		
Proveedor y modelo	Dell HBA355i Adp	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Tamaño de caché (GB)	0	8
Versión del firmware	24.15.14.00	5.240.02-3768
Versión del controlador	N/A	52.24.0-4766
Controladora de almacenamiento (NVMe® M.2)		
Proveedor y modelo	Dell BOSS-N1 Monolithic	N/A
Tamaño de caché (GB)	0	N/A
Versión del firmware	2.1.13.2025	N/A

Información sobre la configuración del sistema	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Almacenamiento local (sistema operativo)		
Número de unidades	2	2
Proveedor y modelo de la unidad	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR
Tamaño de la unidad (GB)	960	960
Información de la unidad (velocidad, interfaz, tipo)	SSD M.2 de 8 GT/s	PCIe® M.2 NVMe
Almacenamiento local (datos)		
Número de unidades	12	12
Proveedor y modelo de la unidad	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Tamaño de la unidad (GB)	120 000	1400
Información de la unidad (velocidad, interfaz, tipo)	HDD SAS de 3,5" y 12 Gbps	HDD SATA de 3,5" y 6 Gb
Adaptador de red A		
Proveedor y modelo	4 Intel 25G 2P E810-XXV	3 Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Número y tipo de puertos	2 de 25 Gb	2 de 25 Gb
Versión del controlador	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Adaptador de red B		
Proveedor y modelo	1 Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1 Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Número y tipo de puertos	2 de 1 Gb	2 de 25 Gb
Versión del controlador	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Ventiladores de refrigeración		
Número, proveedor, modelo	1 Dell HPR Gold 5 Dell HPR Silver	3 Supermicro Middle Fan FAN-0206L4
Fuentes de alimentación		
Proveedor y modelo	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Número de fuentes de alimentación	2	2
Potencia en vatios de cada uno (W)	1800	1200

Metodología de las pruebas

Para crear un entorno en el que pudiéramos controlar y medir la temperatura, construimos un chasis personalizado alrededor de un rack de servidores 42U totalmente lleno. Probamos los sistemas Dell y Supermicro en la misma posición en el rack y recopilamos las temperaturas internas de los servidores en tres tipos de situaciones. Ejecutamos el benchmark stress-ng en los servidores del rack en cuatro fases, cada una con un intervalo de 1 minuto y 10 segundos. Los sistemas Dell y Supermicro que probamos iniciaron la carga de trabajo en la cuarta fase, comenzando 3 minutos y 30 segundos después de que los primeros servidores iniciaran la carga de trabajo. A continuación, describimos los pasos que seguimos para configurar y ejecutar las pruebas.

Instalación y configuración de Ubuntu 22.04.3

1. Se arrancó desde el soporte de Ubuntu 22.04.3.
2. Se seleccionó "Try or Install Ubuntu Server".
3. En el menú "Language", se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
4. Se seleccionó "Update to the new installer".
5. En la configuración del teclado, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
6. En el tipo de instalación, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
7. En el menú de conexiones de red, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
8. En la pantalla de configuración del proxy, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
9. En la pantalla de configuración de réplica de archivo de Ubuntu, se esperó a que se pasara la prueba y se seleccionó "Done".
10. En la pantalla de configuración de almacenamiento guiado, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
11. En la pantalla de resumen de la configuración de almacenamiento, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
12. Para confirmar la acción destructiva, se seleccionó "Continue".
13. En la pantalla de configuración del perfil, en "Your name" y "Username", se introdujo ptuser. En el campo de nombre del servidor, se introdujo un nombre y se confirmó la contraseña.
14. Se seleccionó "Done".
15. En la pantalla de actualización a Ubuntu Pro, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Continue".
16. En la pantalla de configuración de SSH, se seleccionó "Install OpenSSH server" y, a continuación, "Done".
17. En la pantalla de instantáneas del servidor destacadas, se dejaron los valores predeterminados y se seleccionó "Done".
18. Cuando finalizó la instalación, se seleccionó "Reboot now".
19. Se inició sesión en Ubuntu con las credenciales creadas anteriormente.
20. Procesar actualizaciones:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Instalar CIFS Utilities y asignar el recurso compartido PT:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configurar redes:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Identificar el adaptador de red deseado y realizar los siguientes ajustes:

```
addresses:
  - <IP_Address>/<CIDR>
routes:
  - to: default
    via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Probar y aplicar el archivo modificado:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Establecer el nombre de host:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Reiniciar el host:

```
sudo shutdown -r now
```

Implementar sudo sin contraseña

Implementación en el lado del cliente

1. Editar el archivo sudoers:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Agregar lo siguiente al final del archivo:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: TODOS
```

Implementación en el lado del controlador

1. Generar el par de claves SSH:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Copiar la clave pública SSH en cada servidor remoto:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

Implementación de la pila TIG-P para la recopilación de datos

Configuración de Docker

1. Iniciar sesión en el dispositivo de registro como ptuser.
2. Preparar la instalación de Docker:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Añadir el repositorio a las fuentes Apt e instalar:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \  
$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME" stable" | \  
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null  
sudo apt update  
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Configuración de la pila Huntabyte TIG

1. En el dispositivo de registro, clonar el repositorio tig-stack:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Editar el archivo .env para la implementación:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Para FluxDB, rellenar el nombre de usuario, la contraseña, la organización, el paquete y el periodo de retención de la siguiente manera:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin  
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>  
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT  
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>  
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Generar una cadena hexadecimal aleatoria de 32 caracteres con el siguiente comando e introducir el resultado del token de administración en el archivo .env:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Guardar y salir.
6. Editar telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Establecer los siguientes valores:

```
services:  
  influxdb:  
    image: influxdb  
  telegraf:  
    image: gibletron/telegraf-ipmitool  
  grafana:  
    image: grafana/grafana-oss  
  links:  
    - prometheus
```

8. Guardar y salir.
9. Iniciar Docker Compose (sin periféricos/desconectado):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. En cada servidor que desee supervisar, ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Para abrir la interfaz de administración de InfluxDB, ir a la dirección IP del host InfluxDB con el puerto 8086.

12. Crear tokens de API según sea necesario, asegurándose de registrarlos antes de cerrar la ventana.
13. En "Load Data", hacer clic en "API Tokens" y hacer clic en "Generate API Token".
14. En cada servidor que desee supervisar, editar /etc/telegraf/telegraf.conf con lo siguiente:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. En cada sistema sometido a prueba, añadir lo siguiente:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

16. Guardar y salir.
17. Reiniciar Telegraf:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Configuración de Prometheus

1. Añadir lo siguiente a /home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml:

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Guardar y salir.
3. Editar el archivo .env y añadir lo siguiente:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Guardar y salir.
5. En cada servidor que desee supervisar, ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. En cada sistema sometido a prueba, ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Para crear el trabajo de supervisión en Prometheus, añadir lo siguiente a /home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml:

```
- job_name: "<custom_name>"
  static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

8. Añadir trabajos o destinos adicionales creando entradas adicionales similares al paso 7. Puede añadir otros destinos para el mismo trabajo como otra línea de destino.
9. Guardar y salir.

Pruebas con stress-ng

En cada situación de prueba, seguimos estos pasos para ejecutar la carga de trabajo de coma flotante stress-ng.

1. En cada servidor, ejecutar el siguiente comando:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. En cada servidor sometido a prueba, ejecutar los siguientes comandos:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. En cada servidor sometido a prueba, ir a https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, descargar el archivo raw y ejecutarlo:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. En la controladora, instalar PSSH:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. En la controladora, crear archivos para utilizarlos durante la ejecución de stress-ng:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Editar el archivo ~/.pssh_hosts_file e introducir todas las direcciones IP del servidor con una en cada línea.
7. Editar los archivos ~/.pssh_hosts_file_wave1 a ~/.pssh_hosts_file_wave4, e introducir apropiadamente una cuarta parte de las direcciones IP en cada archivo.
8. Comprobar que todos los servidores están en línea y responden a comandos remotos:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. En la controladora, crear una carpeta de registro para la prueba stress-ng:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Ejecutar una prueba con los siguientes comandos, editando "wave1" con el número de fase apropiado.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Consulte la versión original en inglés de este informe en <https://facts.pt/gPS09my>

Este proyecto fue encargado por Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies es una marca registrada de Principled Technologies, Inc. El resto de los nombres de productos son las marcas comerciales de sus respectivos propietarios.

RENUNCIA DE GARANTÍAS Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Principled Technologies, Inc. ha realizado los esfuerzos razonables para garantizar la precisión y la validez de las pruebas realizadas. no obstante, Principled Technologies, Inc. renuncia expresamente a cualquier garantía, expresa o implícita, relativa a los resultados y el análisis de las pruebas, su precisión, integridad o calidad, incluidas las garantías implícitas de idoneidad para cualquier fin específico. Todas las personas físicas o jurídicas que confíen en los resultados de cualquier prueba lo hacen bajo su propia responsabilidad y aceptan que Principled Technologies, Inc., sus empleados y sus subcontratistas no tendrán ninguna responsabilidad derivada de reclamaciones por pérdidas o fallos relacionados con cualquier presunto error o defecto en cualquier procedimiento o resultado de las pruebas.

Bajo ningún concepto, Principled Technologies, Inc. será responsable por ningún daño consecuente, incidental, especial o indirecto relacionado con sus pruebas, incluso aunque se haya puesto en su conocimiento la posibilidad de dicho daño. Bajo ningún concepto, la responsabilidad de Principled Technologies Inc., incluida la responsabilidad por daños directos, excederá la cantidad pagada en relación con las pruebas de Principled Technologies, Inc. Las únicos y exclusivos recursos del cliente son los que se establecen en este documento.