



# Refrigeración líquida: cómo la experiencia permite una computación energéticamente eficiente para la IA y más

## AUTOR

**Steven Dickens**

Asesor jefe de tecnología | The Futurum Group

**Ron Westfall**

Director de investigación | The Futurum Group

**AGOSTO DE 2024**

EN COLABORACIÓN CON





## Resumen ejecutivo

La Inteligencia Artificial (IA) y, en particular, las aplicaciones de IA generativa (GenAI), están arrasando en todo el mundo. En una amplia gama de sectores, la IA está permitiendo avances en todos los ámbitos, desde el comercio minorista hasta la fabricación, desde los servicios financieros hasta la atención sanitaria, desde la investigación básica hasta la ciberseguridad.

Estos avances son posibles gracias a una tecnología informática que hace pocos años no imaginábamos. Sin embargo, a medida que esta tecnología avanza, el consumo de energía de prácticamente todos los componentes de un servidor (CPU, memoria, aceleradores, redes, etc.) ha aumentado un 200 %, de media en la última década. Estos sistemas de alto consumo energético, necesarios para las cargas de trabajo de la IA, están llenando los centros de datos de todo el mundo y contribuyen en gran medida al aumento general de la potencia que se observa en el espacio de los centros de datos. Solo en Estados Unidos, la demanda de energía se debe principalmente a la demanda de los centros de datos [aumentará entre un 5,1 % y un 9,1 % de la energía total de Estados Unidos](#) de IA para 2030. Hoy en día el consumo de energía de Estados Unidos es [solo el 4 % según el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica](#).

El efecto Joule, en esencia, establece que cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor con resistencia, esa energía eléctrica se convierte en calor. Esto significa que, a medida que se consume más energía, se genera más calor. Hacer frente al calor generado por las crecientes demandas de potencia de la IA y la computación de alto rendimiento (HPC) se ha convertido en un reto para muchas organizaciones. Los grandes aumentos de la potencia tienen efectos hacia abajo. Los componentes de mayor potencia como las CPU, las GPU, la memoria, etc. generan un calor más localizado, y el calor es el enemigo del silicio. El calor que no se disipa limita el rendimiento de las CPU y las GPU y puede dañar el propio silicio y/o causar problemas graves como el sobrecalentamiento e incendios.

En este contexto, no solo los fabricantes de silicio trabajan para mejorar la eficiencia de cada componente, sino que los diseñadores de silicio y de sistemas prestan cada vez más atención a la refrigeración líquida, por su capacidad para absorber el calor con mayor rapidez y capacidad que los métodos tradicionales de refrigeración por aire. La refrigeración líquida también puede ayudar a satisfacer la creciente demanda de mejorar la eficiencia energética del centro de datos para entornos de carga de trabajo de IA en expansión, debido a los efectos posteriores como la eliminación del consumo de energía del aire acondicionado, la energía para enfriar el agua y la energía necesaria para que los ventiladores muevan el aire. Esto incluye la gestión y la optimización del consumo de energía mediante el uso de tecnologías de refrigeración líquida con temperaturas de entrada más altas (sin necesidad de enfriar el agua), al tiempo que garantiza que el rendimiento del sistema no se vea comprometido y que la densidad del núcleo por centro de datos no se vea afectada.

Passar a la refrigeración líquida también puede ayudar a la empresa a alcanzar sus objetivos medioambientales, sociales y de gobernanza (ESG) relacionados con las emisiones de carbono y las prácticas sostenibles. Si una empresa o un proveedor de ubicación conjunta de un centro de datos no se moderniza, sino que mantiene la refrigeración por aire, la explosión energética de la potencia de silicio de la IA se verá exacerbada por la necesidad de aire más frío que deberá moverse a un ritmo más rápido. Se necesitará más potencia para el tratamiento del aire que para

el consumo de TI, lo que impedirá indirectamente a una empresa poder reducir su huella de carbono. En resumen, el impacto medioambiental de la infraestructura de IA, en particular debido a la alta demanda energética, plantea desafíos para las empresas que se esfuerzan por equilibrar los avances tecnológicos con sus compromisos ESG. La refrigeración líquida puede ayudar a abordar estos problemas.

Sabemos por qué las soluciones de refrigeración líquida de 6.ª generación de Lenovo Neptune® son superiores para permitir la optimización de la carga de trabajo de la IA sin comprometer los objetivos de sostenibilidad de toda la organización. Este informe se centra en las profundas y duraderas inversiones que Lenovo ha realizado en ingeniería e innovación en lo que respecta a la refrigeración líquida. Examinamos cómo el diseño en el nivel de sistema y solución para la refrigeración líquida Lenovo Neptune® muestra una mayor calidad y unas métricas que se comparan favorablemente con los estándares del sector.

Lenovo tiene una larga historia de innovación en la refrigeración líquida para los sistemas basados en x86 que comenzó en sus días de IBM antes de la adquisición del negocio System X de IBM en 2014. Los 12 años que lleva Lenovo ofreciendo refrigeración líquida en el ámbito de producción en sistemas basados en x86 (con y sin GPU) se reflejan en el enfoque de la empresa desde sus detalles en el proceso de diseño, fabricación y entrega hasta los procesos generales de calidad y asistencia.

Las diferencias de ingeniería de la empresa ofrecen en última instancia una ventaja competitiva con mayores avances en la calidad y la captura de calor. La profunda experiencia y conocimiento de Lenovo de los materiales conductores y los comportamientos de los fluidos en todo el campo, así como su enfoque único en el diseño de soluciones de refrigeración líquida, ofrecen una calidad de sistema revolucionaria, además de una ventaja competitiva a la hora de proporcionar informática de bajo consumo.



# Sección 1: el cambiante panorama de la refrigeración líquida

No es exagerado decir que la IA está revolucionando una gran variedad de sectores. La IA está ayudando a los minoristas a mejorar la experiencia del cliente, reducir las pérdidas de inventario y aumentar las ganancias. Está ayudando a los investigadores a desarrollar nuevos productos farmacéuticos, explorar los orígenes del universo y trabajar para mitigar el cambio climático. La IA ayuda a los fabricantes a mejorar la calidad, mejorar la supervisión de los procesos y proporcionar un mantenimiento predictivo, lo que permite a los profesionales sanitarios reducir los gastos generales, mejorar los diagnósticos y pasar más tiempo con sus pacientes. Y en el ámbito de los servicios financieros, la IA está mejorando la detección de fraudes y permitiendo decisiones de inversión más rápidas y precisas.

Estas revolucionarias aplicaciones son posibles gracias a una tecnología informática que hace pocos años no imaginábamos. Sin embargo, a medida que esta tecnología avanza, el consumo de energía de prácticamente todos los componentes de un servidor (CPU, memoria, aceleradores, redes, etc.) ha aumentado un 200 % de media en la última década. La potencia de procesamiento ha aumentado hasta 500 W para las CPU y más de 1000 W para las GPU, con los aumentos de potencia correspondientes para otros componentes del servidor. Los requisitos generales de energía para un solo rack han pasado de unos 15 kW a más de 100 kW.

Hacer frente al calor producido por toda esta energía eléctrica se ha convertido en un desafío para muchos clientes. Está claro que se necesitan métodos alternativos de refrigeración a medida que los clientes intentan equilibrar su deseo de nuevas aplicaciones de IA, un mayor rendimiento de TI y las realidades económicas y medioambientales de refrigeración de servidores, racks y centros de datos. La refrigeración líquida se ha convertido en un elemento clave para la nueva generación de aplicaciones de IA y GenAI.

Analicemos más profundamente los factores que impulsan la refrigeración líquida. No solo los componentes de servidor individuales que hemos mencionado consumen cantidades cada vez mayores de energía, sino que las cargas de trabajo de la IA y la HPC están alterando las demandas de energía en el ámbito del centro de datos. El entrenamiento de la IA es sincrónico, con todos los elementos del clúster trabajando en conjunto a una intensidad inmensa en un solo servicio. El tamaño de un clúster de entrenamiento de IA puede ser enorme; puede requerir 5000 servidores como mínimo y cada servidor utiliza varias CPU y GPU. Y con un solo servidor que requiere ~10 kW de potencia, es fácil ver cómo el problema se agrava a escala. Las cargas de trabajo de IA pueden consumir hasta tres veces la potencia de las cargas de trabajo típicas en la nube, produciendo el aumento correspondiente de calor.

Ya hemos hablado de cómo influye un aumento de la potencia de los dispositivos en el conjunto del centro de datos. Veamos otras relaciones que existen para estos sistemas de nueva generación diseñados para soportar estas cargas de trabajo de computación avanzada.

La computación avanzada de próxima generación presenta desafíos de diseño de sistemas de alto nivel en tres áreas clave: térmica, mecánica y eléctrica:

- **Térmica:** componentes más calientes en general (por ejemplo, reguladores de voltaje, CPU, GPU, memoria, redes, etc.), temperaturas umbral del silicio más bajas requeridas de generación en generación, retos geográficos (ubicaciones de centros de datos áridas y calurosas).
- **Mecánica:** aumento drástico del tamaño de los zócalos para adaptarse a un mayor número de transistores, aumento de la cantidad de módulos de memoria en línea (DIMM) por CPU o GPU, aumento de la cantidad de reguladores de voltaje (VR), aumento del tamaño de las tarjetas de red, aumento de las capas de la placa y aumento de la altura del silicio.
- **Eléctrica:** alta demanda de CPU de  $\geq 600$  W, GPU de  $\geq 1200$  W y avance hacia la entrada de 48 V. Un sistema de IA puede superar los 10 kW.

A continuación, vamos a profundizar en las diferencias entre los dos métodos, la refrigeración líquida y la refrigeración por aire, y por qué es importante para la IA. El líquido tiene una capacidad térmica mayor que el aire. La capacidad térmica puede entenderse como la cantidad de calor que puede absorber un medio antes de que cambie su temperatura. La capacidad térmica del líquido es mucho mayor que la del

aire, lo que simplemente significa que el líquido puede absorber una cantidad significativamente mayor de calor antes de que el líquido aumente su temperatura, lo que garantiza que el proceso de rechazo de calor sea significativamente más eficiente.

La refrigeración también afecta al espacio que ocupan los centros de datos. En la refrigeración por aire, el rendimiento del disipador de calor depende de la superficie total. Cuanto mayor sea la superficie, mejor será el rendimiento del disipador de calor. El aumento de la superficie del disipador de calor se puede lograr expandiéndolo horizontal o verticalmente, o ambas cosas. En última instancia, este aumento de la superficie da como resultado sistemas más grandes en cuanto a la altura, lo que disminuye la cantidad de potencia informática que puede albergar un centro de datos. Traducido, eso significa menos computación para un aumento de la potencia.

Sin embargo, la refrigeración líquida puede mantener más potencia informática en los factores de forma de servidor tradicionales porque es muy eficiente para absorber el calor y el efecto de la superficie en relación con el rendimiento disminuye drásticamente, lo que permite una computación más densa en un espacio informático tradicional. Los servidores refrigerados por líquido requieren menos espacio, generan menos ruido (menor potencia del ventilador debido a la menor necesidad de un alto flujo de aire) y permiten que el entorno general del centro de datos sea más frío.

Todos estos factores han impulsado una intensa inversión reciente en refrigeración líquida en el sector de los centros de datos. La percepción general es que todas las soluciones de refrigeración líquida son iguales y que apenas hay diferencias entre los distintos proveedores. Sin embargo, en nuestra evaluación, hemos descubierto que no es así en absoluto. Los 12 años de experiencia de Lenovo en el desarrollo de tecnología de refrigeración líquida han permitido a la empresa crear soluciones que no solo cumplen, sino que superan ampliamente los estándares generales y, en nuestro caso, son significativamente mejores que la competencia en diseño, fabricación, entrega y servicios.



## Sección 2. por qué Lenovo Neptune® es la solución probada para las cargas de trabajo de IA: tecnología superior de refrigeración líquida

Examinamos por qué la solución de refrigeración líquida Neptune® de sexta generación de Lenovo ofrece una solución sólida disponible hoy en día para satisfacer las distintas demandas de carga de trabajo de IA. La solución de Lenovo proporciona una calidad significativamente mayor y ofrece más eficiencia que la refrigeración por aire en áreas clave como la disipación de calor, al tiempo que garantiza el máximo rendimiento y mejora considerablemente la eficiencia energética. Fundamentalmente, la solución de Lenovo Neptune® proporciona un enfoque de refrigeración integral que identificamos como líder del mercado en el ámbito de los centros de datos.

En primer lugar, destaca la cartera de tecnología de Lenovo Neptune®. Lenovo Neptune® se basa en más de una década de experiencia en refrigeración líquida con más de 40 patentes, lo que desempeña un papel integral en las implementaciones de supercomputación y clústeres de IA a gran escala, lo que permite a las organizaciones implementar IA de alto rendimiento a cualquier escala. Lenovo fue el primero en entregar un superordenador a petaescala refrigerado por líquido a alta temperatura de entrada en el Centro de Supercomputación de Leibniz (LRZ) en junio de 2012 que debutó en el puesto número 4 de la lista de superordenadores Top500 ([www.top500.org](http://www.top500.org)), que mide los 500 sistemas más rápidos del mundo.

Esta larga experiencia con la refrigeración líquida ha permitido a Lenovo afinar su tecnología y su destreza en la fabricación. Algunos de los distintivos tecnológicos superiores de Lenovo que hemos observado incluyen:

- **Tubos (internos y externos):** Lenovo utiliza tubos de etileno propileno dieno monómero (EPDM) de alta calidad. El EPDM es conocido por su alta resistencia PSI y su bajo rango de durómetro, lo que indica una mayor flexibilidad que los tubos de plástico utilizados por otros en el mercado. Estos tubos también se tratan internamente con peróxido, lo que evita su corrosión y degradación.
- **Circuito de refrigeración principal:** los circuitos internos principales y las placas frías de Lenovo utilizan cobre en lugar de etileno propileno fluorado (FEP) debido al historial del cobre como excelente conductor eléctrico, resistencia, durabilidad y disipación del calor más eficiente.
- **Placas frías optimizadas y patentadas:** el diseño de la placa fría de baja caída de presión de Lenovo maximiza la extracción de calor para los aceleradores que consumen ~700 W ahora y más de 1000 W en el futuro.
- **El agua es lo primero:** Lenovo Neptune® utiliza agua en lugar de otros fluidos como el polietilenglicol, ya que el agua tiene una de las capacidades térmicas más altas, se obtiene fácilmente, es segura para las plantas y los animales y no requiere una limpieza complicada de materiales peligrosos.
- **Agua caliente frente a enfriadores:** la tecnología de refrigeración directa por agua de Lenovo Neptune® puede utilizar temperaturas de entrada de hasta 45 °C en lugar de requerir agua preenfriada, lo que reduce los requisitos energéticos del centro de datos general y elimina la necesidad de equipos de aire acondicionado especializados para el centro de datos. Además, el agua caliente de salida puede reutilizarse dentro de la instalación, lo que convierte el calor residual en valor debido al alto contenido de energía almacenado en forma de calor, que puede oscilar en el intervalo de 65 °C.
- **Juntas soldadas:** Lenovo utiliza juntas soldadas en lugar de accesorios de junta tórica (ORFS), ya que son conocidos por su rendimiento, soporte y estabilidad sin fugas (que eliminan la torsión del tubo).

Entre las credenciales del sector se incluye el pedigrí de supercomputación establecido de Lenovo según la lista de supercomputación TOP500. Lenovo tiene más sistemas TOP500 que cualquier otro proveedor (según la última lista publicada en junio de 2024). Nueve de cada diez sistemas TOP500 más rápidos de Lenovo utilizan refrigeración líquida basada en Neptune®.

En segundo lugar, el proceso de fabricación y el enfoque de entrega de Lenovo se ajustan a los requisitos emergentes de los centros de datos sostenibles. Lenovo ha desarrollado Supply Chain Intelligence (SCI), una solución basada en la IA que analiza continuamente los datos de la cadena de suministro para identificar posibles problemas y resolverlos rápidamente.

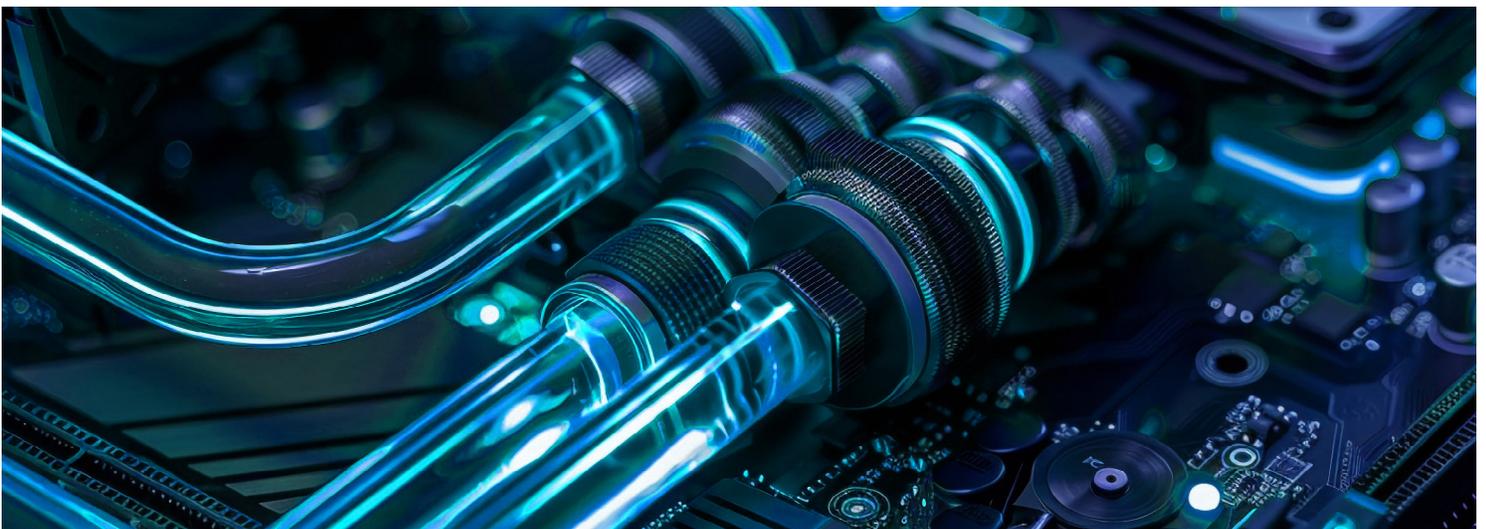
De vital importancia, los servidores de Lenovo Neptune® se prueban juntos como una solución, en lugar de como sistemas individuales. Los sistemas se llenan de agua desionizada, se ponen en línea y se someten a pruebas de estrés para garantizar que el funcionamiento general del sistema y el flujo de agua cumplan con los altos estándares antes de que se empaqueten y preparen para su envío a un cliente mediante el drenaje del fluido y la presurización del circuito con nitrógeno. El envío sin líquido en el circuito produce una ventaja competitiva sobre otros proveedores que realizan envíos con líquido y han experimentado daños en los componentes y fugas de líquido durante el transporte.

En tercer lugar, la larga experiencia de Lenovo con la refrigeración líquida también se refleja en el soporte y la capacidad de mantenimiento de la solución. Lenovo ofrece asistencia integral y de primera línea para todos los equipos y componentes de la solución Neptune®, desde servidores hasta unidades de distribución de refrigeración (CDU), a diferencia de otros proveedores que, por lo general, requieren que cada proveedor dé soporte a sus propios componentes de la solución. Y los sistemas Neptune® con chasis cerrado se conectan automáticamente al agua cuando se instalan, de modo que los servidores Neptune® individuales pueden recibir mantenimiento mientras otros permanecen en producción.

La solución de refrigeración líquida Lenovo Neptune® se ve reforzada por la capacidad de la empresa de ofrecer soluciones de TI preoptimizadas, probadas y certificadas. Esto ayuda a garantizar que Lenovo Neptune® ofrezca soluciones de alto rendimiento, escalables y eficientes desde el punto de vista energético mediante la integración de componentes probados en fábrica para garantizar la fiabilidad y la rentabilidad.

Por último, la refrigeración líquida Lenovo Neptune® ofrece un alto rendimiento silencioso con un menor consumo de energía en un espacio compacto, para que los clientes puedan lograr una mayor densidad y un mayor rendimiento de su centro de datos. Durante el funcionamiento, la solución de refrigeración directa por agua recicla los circuitos de agua caliente para enfriar los sistemas del centro de datos y mantiene frescos todos los componentes del servidor, lo que reduce la necesidad de ventiladores de sistema ruidosos y que consumen mucha energía en el funcionamiento del centro de datos.

Cabe destacar que Digital Realty seleccionó recientemente la tecnología de refrigeración de Lenovo Neptune® para la creación de su oferta de colocación de alta densidad en más de la mitad de sus centros de datos en todo el mundo. Desde nuestro punto de vista, esto representa un importante respaldo para validar la preparación de la producción de la cartera Neptune® de 6.ª generación de Lenovo para cumplir con los distintos desafíos de las cargas de trabajo de alta densidad que presenta la IA.





## Sección 3: beneficios y ventajas competitivas de la tecnología de refrigeración líquida Lenovo Neptune®: un historial probado de soluciones, liderazgo e innovación tecnológica

Lenovo Neptune® no es una tecnología singular que se aplique de manera uniforme en toda su cartera de ThinkSystem. Neptune® ofrece un enfoque de refrigeración integral que no solo enfría las CPU, sino que incluye opciones para la refrigeración directa por agua templada de sistemas completos, componentes individuales y la refrigeración por agua de la puerta trasera en el nivel del rack. Este enfoque integral sustenta la capacidad de optimizar el rendimiento y la eficiencia y de adaptar soluciones adecuadas a cada cliente e instalación:

- **Refrigeración directa por agua (DWC):** la solución ofrece DWC de componentes de sistema individuales, disponibles en toda la cartera de ThinkSystem de Lenovo, así como servidores refrigerados por completo en los que DWC utiliza un flujo de líquido paralelo sobre todos los componentes productores de calor (CPU, aceleradores, DIMM, redes, etc.) con un circuito de agua que puede capturar hasta el 98 % del calor del sistema y reducir el nivel del sistema y el consumo de energía del centro de datos hasta en un 40 %.
- **Refrigeración asistida por líquido:** la refrigeración asistida por líquido Lenovo Neptune® proporciona las ventajas del líquido en un sistema refrigerado por aire. Con un módulo de transferencia térmica (TTM) o un intercambiador de calor líquido-aire (L2A), los sistemas tradicionales refrigerados por aire se benefician de la refrigeración líquida con un manejo del calor especialmente diseñado, todo sin necesidad de fontanería adicional. Esto ayuda a los clientes que optan por mantener el estado de los centros de datos refrigerados por aire sin comprometer la introducción de la refrigeración líquida.
- **Refrigeración por agua del rack:** el intercambiador de calor de la puerta trasera (RDHX) ofrece una eficiencia de eliminación de calor del 100 % sin necesidad de piezas móviles ni energía. RDHX funciona con servidores, almacenamiento y redes estándar refrigerados por aire sin modificaciones, lo que facilita la asimilación en la infraestructura de centros de datos existente y aprovecha las CDU en el rack que ofrecen una mayor eficiencia en comparación con las unidades tradicionales de aire acondicionado en salas de ordenadores (CRAC).

La tecnología Neptune® de Lenovo ha demostrado su utilidad en casos de uso de máxima prioridad, como la ingeniería, el modelado, las cargas de trabajo de simulación y la producción de películas de animación, que requieren una potencia de cálculo de máximo rendimiento. Por ejemplo, Lenovo Neptune® es decisiva en sectores clave como la tecnología financiera, la ingeniería asistida por ordenador y la dinámica de fluidos computacional (CAE/CFD), la automatización del diseño electrónico (EDA), la modelización y previsión meteorológica y climática, la bioinformática, la geoespacial y la energía, la investigación en ciencias de la tierra y las granjas de renderizado de animación. El largo historial de Lenovo en HPC le ha posicionado bien para abordar el futuro de la IA y todos los retos de energía, refrigeración y sostenibilidad relacionados con las ampliaciones de los centros de datos para respaldar la IA.

Además, la solución de refrigeración líquida Lenovo Neptune® ha ganado el premio 2024 Business Intelligence Group Sustainability Product of the Year y es el 2024 Best Green Energy Product of the Year de CRN, ganador del 2024 SEAL Sustainable Product Award y HPCwire's Best HPC Server Product or Technology for 2023, impulsando aún más sus credenciales ESG en todo el ecosistema.

Las soluciones de refrigeración líquida Neptune® se benefician enormemente de la perspicacia de Lenovo en materia de alianzas, como demuestra la colaboración con NVIDIA. Esto incluye nuevos servicios integrales impulsados por NVIDIA a través del Centro de Excelencia de IA de Lenovo dirigido a GenAI, que se ha identificado como la principal prioridad de inversión en tecnología de todo el mundo de los responsables de la toma de decisiones empresariales y de TI. Por ejemplo, el servidor Lenovo ThinkSystem SR780a utiliza la refrigeración líquida Neptune® para lograr una eficacia de uso de energía ultraeficiente (PUE, que es la relación entre la cantidad de energía que consume un centro de datos en general en comparación con la energía utilizada solo por el equipo de TI) de 1,1. Gracias a la refrigeración directa por agua de las CPU, las GPU y la tecnología NVIDIA NVSwitch, este sistema puede mantener el máximo rendimiento sin alcanzar límites térmicos.

El servicio Lenovo AI Fast Start ofrece soluciones en tiempo real para mostrar los resultados empresariales, operativos y tecnológicos de GenAI. De este modo, las empresas pueden escalar rápidamente y acelerar la IA utilizando tecnologías completas basadas en NVIDIA a través de Lenovo AI Fast Start para NVIDIA AI Enterprise, mientras que los nuevos microservicios de inferencia Lenovo AI Fast Start para NVIDIA NIM proporcionan a los desarrolladores motores de inferencia optimizados y en contenedores fáciles de gestionar para los modelos NVIDIA AI Foundation disponibles de NVIDIA.





## Sección 5: conclusiones y recomendaciones

Las aplicaciones de IA, basadas en tecnologías de aceleradores diseñadas específicamente, están mejorando drásticamente los resultados en muchos sectores. La tecnología de refrigeración líquida se está convirtiendo en un elemento esencial para la IA de mayor rendimiento y, según los análisis de Futurum, la refrigeración líquida de Lenovo Neptune® es líder de la industria en el ámbito de la refrigeración líquida. La experiencia de más de una década de Lenovo con la refrigeración líquida ha llevado a los mejores diseños, fabricación, entrega y soporte.

Desde nuestro punto de vista, la propuesta de valor de la refrigeración líquida de Lenovo Neptune® se valida a fondo mediante el respaldo de los clientes en las redes de producción. Geely Auto R&D implementó una plataforma de HPC basada en los servidores Lenovo ThinkSystem SD650 V3 con refrigeración por agua Neptune®, lo que aumenta el rendimiento en un 35 % y creó una base para una mayor innovación en I+D. Geely eligió a Lenovo para implementar un clúster de HPC local para evitar el coste y la complejidad de la nube. Los beneficios fueron inmediatos, ya que el nuevo clúster aumentó el rendimiento de HPC en un 35 % y redujo el consumo de energía en 1 millón de kWh/año.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, hacemos las siguientes observaciones a las organizaciones para evaluar la solución Neptune® de Lenovo para cumplir con sus requisitos de refrigeración líquida.

**Enfoque integral.** Lenovo Neptune® incluye refrigeración directa por agua templada de sistemas completos, refrigeración por agua de componentes individuales y refrigeración asistida por líquido para sistemas refrigerados por aire, lo que da como resultado un enfoque integral que optimiza el rendimiento y la potencia.

**Ventajas competitivas.** Los 12 años de experiencia de Lenovo en el suministro de soluciones de refrigeración líquida en el ámbito de la producción, incluidos los tubos de EPDM, los circuitos de refrigeración basados en cobre que funcionan primero con agua y el uso de uniones soldadas, ofrecen ventajas competitivas en el diseño, el proceso de fabricación y entrega, la calidad general y el proceso de asistencia.

**Sostenibilidad/cumplimiento de los criterios ESG.** Lenovo Neptune® está diseñada para cumplir con los objetivos clave de sostenibilidad, como la reducción de emisiones de carbono, sin comprometer la potencia informática que las organizaciones deben priorizar a la hora de evaluar los sistemas de refrigeración líquida.

# Información importante sobre este informe

## CONTRIBUYENTES

### Steven Dickens

Asesor jefe de tecnología | The Futurum Group

### Ron Westfall

Director de investigación | The Futurum Group

## EDITOR

### Daniel Newman

CEO | The Futurum Group

## CONSULTAS

Ponte en contacto con nosotros si quieres hablar sobre este informe y The Futurum Group responderá con prontitud.

## CITAS

La prensa y los analistas acreditados pueden citar este documento, pero deben hacerlo en su contexto, indicando el nombre del autor, su título y «The Futurum Group». Los medios de comunicación y los no analistas deben recibir autorización previa por escrito de The Futurum Group para cualquier cita.

## LICENCIAS

Este documento, incluido cualquier material de apoyo, es propiedad de The Futurum Group. Esta publicación no puede reproducirse, distribuirse ni compartirse de ninguna forma sin el permiso previo por escrito de The Futurum Group.

## DIVULGACIÓN

The Futurum Group presta servicios de investigación, análisis, asesoramiento y consultoría a muchas empresas de alta tecnología, incluidas las mencionadas en este documento. Ningún empleado de la empresa posee acciones de ninguna empresa citada en este documento.



## ACERCA DE LENOVO Y NVIDIA

Lenovo pone al alcance de todos la nueva era de la innovación basada en la IA. Nuestra cartera completa de productos ofrece soluciones de IA potentes, flexibles y responsables para transformar las industrias y empoderar a las personas. Creamos un futuro de IA más inteligente para todos. En Lenovo, creemos que el futuro de la IA pasa por la coexistencia de la IA pública y la empresarial. Lenovo te acerca la IA a ti y a tus datos.

En colaboración con NVIDIA, las soluciones de IA híbrida se han creado específicamente mediante la colaboración en materia de ingeniería para llevar la IA de manera eficiente a los datos de los clientes, donde y cuando los usuarios más la necesitan, lo que hace avanzar la visión de Lenovo de habilitar la IA para todos y ofrecer soporte en tiempo de comercialización de tecnologías y arquitectura de vanguardia para la próxima generación de IA generativa. Las soluciones híbridas de Lenovo, ya optimizadas para ejecutar el software NVIDIA AI Enterprise para una IA de producción segura, compatible y estable, también proporcionan a los desarrolladores acceso a los microservicios de NVIDIA, incluidos NVIDIA NIM y NeMo Retriever.



## ACERCA DE THE FUTURUM GROUP

[TheFuturum Group](#) es una empresa independiente de investigación, análisis y asesoramiento, centrada en la innovación digital y las tecnologías y tendencias que alteran el mercado. Cada día, nuestros análisis, investigadores y asesores ayudan a los líderes empresariales de todo el mundo a anticipar los cambios tectónicos en sus sectores y a aprovechar la innovación disruptiva para obtener o mantener una ventaja competitiva en sus mercados.



## INFORMACIÓN DE CONTACTO

The Futurum Group LLC | [futurumgroup.com](http://futurumgroup.com) | (833) 722-5337 |

© 2024 The Futurum Group. Todos los derechos reservados.

