



# *Frontiers*

Las tendencias tecnológicas  
que **dan forma al futuro** del  
centro de datos

2026





# Contenido

**Resumen ejecutivo** ..... 06

**Las tendencias tecnológicas que definen el impacto en el mercado**..... 08

Tendencia 1: Impulso energético para la IA..... 10

Tendencia 1: IA distribuida ..... 12

Tendencia 3: La autonomía energética se acelera..... 14

Tendencia 4: Diseño y operaciones impulsados por gemelos digitales..... 16

Tendencia 5: Refrigeración líquida adaptativa y resiliente..... 18

**Mirando hacia el futuro: tendencias futuras esperadas**..... 20

Cambio escalonado de Quantum y neuromórfico ..... 22

Entorno extremo centros de datos..... 22

AI física y robótica ..... 23

Impacto de AGI en escala, diseño y operaciones ..... 23

Computación, innovación en silicio ..... 23

**Resumen** ..... 25

**Referencias** ..... 26

La evolución de la IA depende de una infraestructura digital altamente integrada, desplegada a una velocidad y escala sin precedentes. La industria de los centros de datos debe seguir ampliando las fronteras de la innovación, impulsando avances de la red a los chips y de los chips a la reutilización del calor, mientras se prepara para la siguiente oleada de avances, desde la IA física hasta la computación cuántica”.

**Scott Armul**

Vicepresidente ejecutivo, Portfolio global y unidades de negocio, Vertiv

# Resumen ejecutivo

## El sector de los centros de datos está avanzando hacia una nueva era definida por la innovación, la escala y las oportunidades.

Después de dos décadas de evolución constante, durante las cuales el cloud computing redefinió la ubicación y la escala, pero la infraestructura core se mantuvo en gran medida constante, la siguiente oleada de transformación se está acelerando a una velocidad sin precedentes.

Impulsada por la IA y la computación acelerada, esta nueva era está redefiniendo cómo se diseña, implementa y escala la infraestructura digital. El ritmo del cambio es inigualable, creando nuevas posibilidades para superar las fronteras de la innovación.

**Vertiv Frontiers** ofrece una perspectiva sobre el futuro: una exploración de las tendencias tecnológicas y las fuerzas macroeconómicas que están remodelando la infraestructura digital. Este informe reúne la experiencia de los especialistas de Vertiv en energía, refrigeración, sistemas de TI, infraestructura modular prefabricada, servicios avanzados e infraestructura de IA, reforzando la posición de Vertiv como voz líder que guía el futuro de la infraestructura digital crítica.

## Fuerzas macroeconómicas que impulsan la innovación de los centros de datos

El sector de los centros de datos está siendo reformado por potentes fuerzas macroeconómicas impulsadas por el aumento de la IA y la computación acelerada. Estas fuerzas están influyendo en cada capa de la infraestructura digital, abarcando tecnologías, arquitecturas y segmentos del sector.

En el centro de esta transformación se encuentra la **densificación extrema**, la fuerza macroeconómica definitoria cuyos efectos se sienten en todo el panorama tecnológico y del centro de datos. Las fuerzas macro adicionales se alinean con esta situación, lo que representa amplios cambios que se extienden desde el nivel de chip hasta integración a nivel de sistema y diseño completo de instalaciones.

### Densificación extrema

La densificación es un impulsor crítico de los centros de datos modernos, acelerado por las cargas de trabajo de IA y HPC que impulsan la alimentación del rack mucho más allá de 25 kW y a menudo en tres dígitos. Los sistemas que previamente llenaban una sala de datos ahora caben en una unidad o pod similar a un rack. Este aumento de densidad crea una complejidad adicional en energía, refrigeración y espacio.

### Escala de gigavatios a velocidad

Los centros de datos se están construyendo ahora a una escala de gigavatios sin precedentes. Los bloques de infraestructura modulares construidos en fábrica, que combinan energía, refrigeración e TI, están diseñados para escalar de decenas de megavatios a campus de varios gigavatios. Y todo esto debe hacerse a gran velocidad para cumplir con los plazos comprimidos de demandas de capacidad de la era de la IA.

### Centro de datos como unidad de computación

La era de la IA requiere cada vez más centros de datos que se construirán y operarán como un solo sistema. La "unidad de computación" ya no es solo un chip, es todo el sistema. La alimentación, la refrigeración y la computación deben estar altamente integradas en una arquitectura, desde el rack hasta las filas y el core. Las ofertas a nivel de componentes ya no son estratégicas, y el aumento de la densidad de potencia está impulsando la necesidad de una mayor eficiencia y una integración más estrecha.

### Diversificación del silicio

Los chips que alimentan la IA se están diversificando para incluir no solo GPU, sino también TPU, silicio personalizado y otros factores de forma. Una buena analogía es que la industria automotriz pasa de ser solo motores de gasolina a híbridos, eléctricos e incluso energía de hidrógeno. La infraestructura futura del centro de datos debe diseñarse y optimizarse para admitir todo el espectro de chips y computación.

## Las tendencias tecnológicas que definen el impacto en el mercado

En respuesta a estas fuerzas macroeconómicas, Vertiv ha identificado cinco tendencias clave que dan forma al panorama tecnológico de los centros de datos. Cada tendencia se ha evaluado por su impacto específico en áreas tecnológicas críticas y segmentos de mercado, y se ha clasificado por su escala potencial, probabilidad y plazo de impacto esperado. **Vertiv Frontiers** explora estas tendencias en mayor profundidad.

Este informe explora las cinco tendencias clave que Vertiv ha identificado como las más impactantes para los centros de datos en este momento. Las tendencias tecnológicas identificadas y clasificadas por Vertiv son:

### Tendencias

1	<b>Impulso energético para la IA</b>	Los sistemas híbridos de AC y DC son generalizados pero la DC de mayor tensión es probable que domine cada vez más las instalaciones hyperscale.
2	<b>IA distribuida</b>	La IA será cada vez más crítica para las empresas, pero cómo y desde dónde se prestan los servicios de IA dependerá de los requisitos y condiciones específicos de la organización.
3	<b>La autonomía energética se acelera</b>	Los operadores están ampliando la generación in situ a pesar de que la red es la opción preferida para muchos. Es probable que la inversión in situ continúe hasta que la capacidad de la red se expanda y transforme.
4	<b>Diseño y operaciones digitales impulsados por gemelos digitales</b>	Los centros de datos se pueden asignar y especificar virtualmente, utilizando gemelos digitales, y la TI y la infraestructura se integrarán e implementarán como unidades de computación. Este enfoque será clave para lograr las construcciones a escala de gigavatios necesarias para futuros avances de IA.
5	<b>Refrigeración líquida adaptativa y resiliente</b>	Con el tiempo, los sistemas de refrigeración líquida podrían volverse análogos a los sistemas circulatorios con la capacidad de monitorizar y adaptarse. Surgirán nuevas formas de refrigeración líquida a medida que la tecnología siga madurando.

## Mirando hacia el futuro: tendencias futuras esperadas

Más allá del horizonte a corto plazo, está surgiendo una oleada adicional de tecnologías con el potencial de redefinir la infraestructura digital. Si bien son menos inmediatas, estas innovaciones podrían impulsar cambios significativos en la forma en que se alimentan, enfrían y escalan los centros de datos en los próximos años.

- Cambio escalonado de Quantum y neuromórfico
- Centros de datos de entornos extremos
- IA física y robótica
- Impacto de AGI en la escala, el diseño y las operaciones
- Informática, innovación en silicio

## Las tendencias tecnológicas que definen el impacto en el mercado

- 1 / Impulso energético para la IA
- 2 / IA distribuida
- 3 / La autonomía energética se acelera
- 4 / Diseño y operaciones digitales impulsados por gemelos digitales
- 5 / Refrigeración líquida adaptativa y resistente

Estas tendencias ya están afectando a los operadores de centros de datos avanzados y probablemente serán adoptadas por el sector en general a medida que las tecnologías y los impulsores subyacentes maduren.

# 1 / Impulso energético para la IA

Los sistemas híbridos de AC y DC serán generalizados a corto plazo, pero a medida que maduran todos los estándares y equipos de DC, la DC de mayor tensión es probable que domine cada vez más las instalaciones hyperscale y las fábricas de IA.

**Tendencia relacionada:** La autonomía energética se acelera.

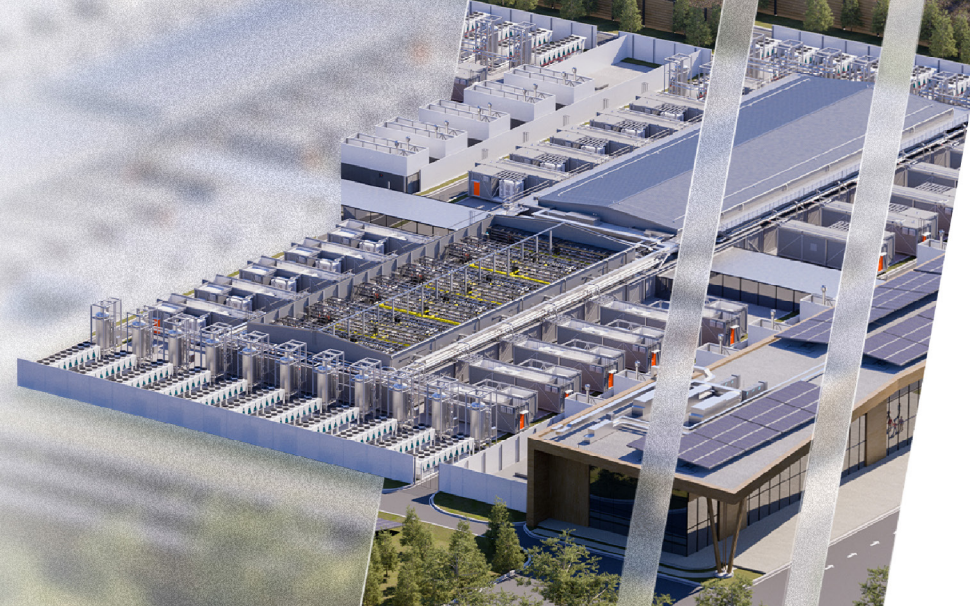
La refrigeración líquida (**Tendencia 5**) se ha vinculado estrechamente con el crecimiento de las cargas de trabajo de IA y la computación acelerada. Sin embargo, las innovaciones en la gestión de energía, igual de críticas para impulsar la evolución del rendimiento de los centros de datos, han atraído menos atención. Un área importante de innovación energética es el paso a una distribución eléctrica de mayor tensión dentro de las instalaciones. La mayoría de los centros de datos heredados siguen dependiendo de la distribución de energía de AC/DC híbrida desde la red hasta los racks de TI, que incluye de tres a cuatro etapas de conversión y las ineficiencias resultantes. Este enfoque tradicional se encuentra bajo presión a medida que las densidades aumentan impulsadas en gran medida por las cargas de trabajo de IA.

Las plataformas de computación de IA están impulsando rápidamente las densidades de rack más allá de los 300 kW. En estos entornos de alto rendimiento, las arquitecturas tradicionales de 415 V CA o 480 V CA se enfrentan a limitaciones en el volumen de cobre, la pérdida térmica y la eficiencia del espacio. Estas limitaciones crean posibles limitaciones para lograr las densidades necesarias para admitir unidades de procesamiento de gráficos (GPU). La transición hacia arquitecturas de corriente continua (DC) de mayor voltaje permite reducciones significativas en la corriente, los conductores y las etapas de conversión, al tiempo que centraliza la conversión de energía a nivel de sala.

Las innovaciones ya están en marcha en la arquitectura de DC de alta tensión, incluidos los anuncios recientes de NVIDIA, respaldados por Vertiv y otros, en torno a la arquitectura de 800 V DC. La tecnología de 800 V DC permite una entrega de energía más eficiente.

Los analistas, incluida Uptime Institute Intelligence, están de acuerdo en que la IA, y específicamente la densificación, impulsarán la adopción de arquitecturas de DC de mayor tensión dentro del centro de datos. “Las cadenas de alimentación y los equipos eléctricos actuales de los centros de datos son altamente eficientes y pueden admitir una amplia gama de capacidades”, dijo el director de investigación sénior de Uptime Institute Intelligence, Daniel Bizo.<sup>1</sup> “Sin embargo, a pesar de los mejores esfuerzos de los diseñadores de instalaciones y los fabricantes de equipos para mejorar los sistemas LV, siguen siendo subóptimos para un futuro de alta densidad”.

De cara al futuro, es probable que la alimentación de AC se utilice de forma más selectiva, incluso en la interfaz de red, que puede relegarse a back-up en algunos escenarios, y la DC se convertirá en el enfoque óptimo para la distribución de energía interna. El uso de arquitecturas de DC de alta tensión también se alinea con el crecimiento del almacenamiento de energía dentro de los centros de datos y a nivel de red. Estos temas se analizan con más detalle en la **tendencia 3: La autonomía energética se acelera**, donde algunos centros de datos pueden evolucionar hacia microrredes de DC que integran generación in situ y almacenamiento de energía.



“ Ya se están desarrollando arquitecturas de DC de mayor tensión con despliegues planificados que respaldan el aumento de las densidades de potencia de los racks y POD de GPU. Los operadores de instalaciones y los responsables de la toma de decisiones pueden dar pasos inmediatos para planificar fábricas de IA preparadas para el futuro que respaldarán estas próximas generaciones de servidores de IA”.

**Kyle Keeper,**  
Vicepresidente sénior, Gestión de energía, Vertiv

## Fuerzas macro

- **Densificación extrema:** La distribución eléctrica tradicional está alcanzando sus límites debido a las densidades de la computación de IA.
- **Centro de datos como unidad de computación:** El despliegue y la gestión de la energía, la tecnología térmica y la computación como un único sistema mejoran el rendimiento, la resiliencia y la eficiencia.

## Segmento afectado

- Hyperscale, cloud y colocation (las instalaciones heredadas pueden enfrentarse a desafíos de retrofit).

## Factores

- Menos pérdidas de conversión significan una mayor eficiencia. Los sistemas de alimentación de AC tradicionales se enfrentan a importantes pérdidas de energía debido a múltiples pasos de conversión.
- Uso de la experiencia desarrollada para redes de telecomunicaciones globales, microrredes integradas y otras aplicaciones.
- Integración con energía alternativa. Fuentes de energía alternativas como paneles solares o pilas de combustible producen de forma nativa alimentación de DC.

## Retos

- Una mayor distribución de tensión puede requerir procedimientos y protocolos de seguridad más estrictos.
- Algunos operadores podrían enfrentarse a la falta de personal cualificado para la instalación y el mantenimiento.
- Mayores costes iniciales potencialmente hasta que la tecnología madure aún más.

## Tecnologías relacionadas/ejemplos

- Sistemas SAI de mayor voltaje, alta eficiencia
- Buses de DC, convertidores DC-DC a nivel de rack y Sistemas de backup compatibles con DC.
- Microrredes de DC, almacenamiento de energía.

## Acciones sugeridas

- Los Hyperscale y otros primeros usuarios de cargas de trabajo de IA y sistemas de alto rendimiento deben investigar activamente los beneficios de la adopción de la DC de mayor tensión, especialmente como parte de la generación in situ o despliegue de microrredes.
- El acceso temprano a diseños y hojas de ruta de referencia permite a los clientes validar e implementar infraestructura de soporte en paralelo con los sistemas de GPU emergentes.
- Los operadores empresariales y los proveedores de colocation más pequeños deben investigar y buscar oportunidades para probar la tecnología, potencialmente dentro de áreas de alta densidad en instalaciones existentes. Las arquitecturas de DC de mayor tensión se pueden implementar en las arquitecturas de AC tradicionales de hoy en día.

<sup>1</sup> Bizo, D., 2024. Uptime Institute Intelligence.

## 2 / IA distribuida

La IA será cada vez más crítica para las empresas, pero cómo y desde dónde se prestan los servicios de IA dependerá de los requisitos y condiciones específicos de la organización.

**Tendencia relacionada:** Diseño y operaciones impulsados por gemelos digitales.

Los miles de millones invertidos hasta la fecha en centros de datos de IA para modelos de lenguaje grande (LLM) están impulsados por la expectativa de que estas tecnologías serán ampliamente adoptadas tanto por consumidores como por empresas. En lugar de ser tecnología experimental utilizada por algunas organizaciones o trabajadores avanzados, la IA se convertirá en una herramienta vital. La capacidad del centro de datos de inferencia de IA necesaria para respaldar este cambio podría incluso superar, en varias ocasiones, las construcciones actuales para respaldar la formación de grandes modelos.<sup>2</sup>

Estudios recientes han señalado algunos desafíos en torno a la adopción de la IA empresarial, pero también hay indicios de que esto está cambiando. Un estudio de la Wharton School de la Universidad de Pensilvania reveló que el 74 % de las empresas que miden el retorno de la inversión (ROI) del uso de la IA generativa (GenAI) había visto un retorno positivo.<sup>3</sup>

Sin embargo, es probable que exactamente cómo se entrega la IA crítica para el negocio difiera entre empresas, unidades de negocio o incluso aplicaciones específicas. Las industrias altamente reguladas, como las finanzas, la defensa y la atención sanitaria, a menudo necesitan mantener entornos de IA privados o híbridos debido a requisitos de residencia, seguridad o latencia de datos. Según el analista IDC, se espera que el sector de servicios financieros gaste más en soluciones de IA hasta 2028 y represente más del 20 % de todo el gasto en IA.<sup>4</sup> Las organizaciones también pueden optar por invertir en centros de datos privados optimizados para IA para ajustar modelos patentados o procesar datos confidenciales a

escala. En tales casos, es probable que las organizaciones adopten arquitecturas híbridas o federadas que combinen computación local con servicios de IA basados en la nube.

Según el analista Gartner,<sup>5</sup> habrá un cambio de modelos especializados creados por proveedores de servicios a modelos de lenguaje específicos de dominio (DSL) internos creados y propios proveedores de software, pero también empresas.

Aún no está claro cómo esta segmentación de modelos de IA se traducirá en construcciones específicas de centros de datos, pero una proporción de DSLM podría requerir una infraestructura de IA dedicada y propiedad de empresas, incluidas instalaciones locales y colocation. Algunas organizaciones, incluso a través del uso de tecnología modular, construirán nueva capacidad local o buscarán retrofit o ampliar las instalaciones existentes.

La inversión en infraestructura de IA también está alineada con los cambios en las instalaciones propiedad de la empresa y las estrategias de priorización de la nube. Sin embargo, al igual que con los servicios en la nube, los costes, el bloqueo de proveedores, la portabilidad de datos y otros problemas darán forma a las decisiones sobre dónde y cómo obtener servicios de IA. La disponibilidad de energía también es un problema, y algunas empresas optan por construir huellas de centros de datos existentes para que la IA haga el mejor uso de la capacidad de energía existente. El problema de la soberanía de datos e IA también desempeñará un papel en las decisiones de infraestructura de IA propia.

<sup>2</sup> Noffsinger, J., Patel, M. y Sachdeva, P., 2025. McKinsey & Co.

<sup>3</sup> Korst, J., Puntoni, S. y Tambe, P., 2025. Universidad de Pensilvania

<sup>4</sup> IDC, 2024.

<sup>5</sup> Gartner, 2025.



### Segmento afectado

- Centros de datos de propiedad empresarial (edificios de uso mixto a instalaciones completas) y proveedores de colocation minoristas (centrados en la empresa).

### Factores

- Soberanía y privacidad de los datos. Las normativas pueden restringir la salida de datos confidenciales de ciertas jurisdicciones o entornos controlados por la empresa, impulsando más inversión local.
- Requisitos de latencia y rendimiento. Las aplicaciones que requieren latencia ultrabaja (p. ej., control en tiempo real, comercio financiero, análisis de Edge) pueden requerir capacidades de inferencia local en lugar de procesamiento remoto en la nube.
- Previsibilidad de costes. Para cargas de trabajo predecibles y de gran volumen, poseer infraestructura puede seguir ofreciendo un menor TCO.

### Retos

- La adopción de la IA puede seguir siendo fragmentada e impulsada por empleados y departamentos individuales sin el liderazgo requerido y la supervisión del departamento de TI.
- La integración de la IA en las aplicaciones empresariales debe priorizarse aún más.

### Tecnologías relacionadas/ejemplos

- Aceleradores avanzados.
- Centros de datos modulares prefabricados.
- Servidores de IA de alta densidad refrigerados por líquido.

### Acciones sugeridas

- Muchas empresas ya utilizan la IA en cierta medida, ya sea a través del despliegue deliberado o a través del uso de los empleados. Es probable que las organizaciones con los más altos niveles de privacidad de datos, seguridad y factores relacionados ya estén explorando, o incluso probando, servicios de IA vinculados a infraestructura local.
- Para otros, la decisión debe formar parte de una evaluación continua del valor de los centros de datos locales existentes, incluido el acceso a la energía, y el coste y las complejidades de actualizar esos centros para una mayor densidad.

“ La IA proporciona la base a partir de la cual las empresas pueden generar valor. Esperamos que factores como la gravedad y la regulación de los datos impulsen la toma de decisiones sobre si esa base se entrega mejor a través de proveedores de servicios o la inversión en centros de datos propios”.

#### Martin Olsen

Vicepresidente, Estrategia de segmento e implementación, Vertiv

### Fuerzas macro

- **Diversificación del silicio:** Es probable que la inferencia se construya alrededor de los chips más adecuados para la aplicación y la carga de trabajo.
- **Densificación extrema:** Es probable que las empresas necesiten acomodar zonas de alta densidad dentro de las instalaciones centros de datos.

# 3 / La autonomía energética se acelera

Los operadores están ampliando la generación in situ a pesar de que la red es la opción preferida para muchos. Es probable que la inversión in situ continúe hasta que la capacidad de la red se expanda y transforme.

**Tendencia relacionada:** Impulso energético para la IA.

La generación de energía in situ (en forma de generadores diésel) ha sido esencial para la mayoría de los centros de datos independientes durante décadas. Sin embargo, los desafíos persistentes de disponibilidad de energía están haciendo que la “autonomía energética” sea un requisito casi inevitable para los operadores.

Los centros de datos se enfrentaban a una crisis energética incluso antes de la llegada de la IA. Los grandes operadores de nube duplicaron con creces su uso de electricidad entre 2017 y 2021,<sup>6</sup> el año anterior a la introducción de ChatGPT. En 2018, los centros de datos consumieron el 1,9 % de toda la electricidad producida en EE. UU.<sup>7</sup> Hoy, tres años en la era de la IA, esa cifra es del 4,5 %, y podría dirigirse al 6 % en 2026.<sup>8</sup>

Según Deloitte, la demanda de energía de los centros de datos de IA en EE. UU. podría aumentar más de 30 veces para 2035, de cuatro gigavatios en 2024 a 123 gigavatios en una década a partir de ahora.<sup>9</sup>

Como resultado, se prevé que la cuota de consumo energético total de la industria en EE. UU. aumente hasta un 9,1 % para 2030.<sup>10</sup> En Virginia, por ejemplo, los centros de datos representan el 25 % de la electricidad total del estado.<sup>11</sup>

En respuesta, los centros de datos están apostando por la autogeneración, generalmente para cubrir un desfase temporal antes de que se pueda disponer de nueva capacidad de la red

eléctrica. La variación regional también es un factor para los operadores de algunos países, especialmente los de las regiones en desarrollo, que se ven obligados a invertir en una generación in situ significativa (a menudo a través de generadores diésel) debido a la inestabilidad de la red.

Los enfoques híbridos de la alimentación in situ incluyen microrredes, que se conectan a la generación eólica y solar, en combinación con generadores diésel, SAI y almacenamiento de energía en baterías (BESS).

Las tecnologías de generación in situ adoptadas por los centros de datos de IA incluyen turbinas de gas natural y motores alternativos para proporcionar energía escalable y energía térmica para CCHP (refrigeración combinada, calor y energía). Estas tecnologías se pueden implementar junto con soluciones y servicios de alimentación y refrigeración, empaquetados como bloques modulares prediseñados, para acortar los ciclos de diseño y estandarizar el despliegue.

Otras tecnologías que podrían ayudar a superar los desafíos de disponibilidad de energía incluyen las pilas de combustible de hidrógeno y la energía nuclear en forma de pequeños reactores modulares (SMR). La geotermia también podría ser una opción en algunas regiones. En la mayoría de los casos, la elección de sistemas de alimentación in situ será un ejercicio combinado del coste, la seguridad y la disponibilidad.



“Las empresas de centros de datos no tienen prisa por entrar en el negocio energético, pero el increíble crecimiento de la IA y las demandas de energía asociadas seguirán forzándoles a encontrar soluciones creativas. En última instancia, eso incluye la autogeneración incluso si es efectivamente una tecnología de puente, mientras que la capacidad futura de la red sigue siendo incierta”.

**Peter Panfil**

Ingeniero distinguido y vicepresidente, de Desarrollo Técnico de Negocio, Vertiv

## Fuerzas macro

- **Centro de datos como unidad de computación:** Gestionar toda la cadena de alimentación desde la red hasta el chip, como un sistema integrado, ayudará a cumplir con los desafíos de disponibilidad de energía y eficiencia.
- **Escala de gigavatios a gran velocidad:** La generación de energía in situ se ha vuelto cada vez más necesaria para obtener energía a los centros más grandes a gran velocidad.

## Segmento afectado

- Las instalaciones de colocación y hyperscal a la escala y el requisito de invertir en generación in situ.
- Algunas instalaciones Edge más pequeñas pueden emerger ubicadas cerca de fuentes de generación de energía.

## Factores

- Proliferación de la IA y el consiguiente aumento de las demandas y costes energéticos de los centros de datos.
- Limitaciones e inestabilidad de la red eléctrica.
- Necesidad de cumplir objetivos empresariales responsables.

## Retos

- Escasez de equipos de generación in situ y mano de obra cualificada.
- Complicaciones de resistencia/normativas relacionadas con despliegues nucleares.

## Tecnologías relacionadas/ejemplos

- Turbinas de gas y tecnología relacionada.
- Microrredes de DC que usan energía solar, baterías y pilas de combustible.
- Interés en la generación nuclear in situ. Los reactores modulares pequeños (SMR) tienen una capacidad media de 300 MW, ofreciendo soluciones flexibles y escalables para grandes centros de datos o pequeños clústeres.

## Acciones sugeridas

- Las estrategias BYOP&C de autoalimentación (trae tu propia alimentación y refrigeración) se pueden aplicar en todo el espectro de centros de datos, desde enterprise hasta hyperscale. También se pueden adaptar a necesidades específicas, que van desde baterías de mayor duración y sistemas BESS hasta generadores y turbinas de gas natural de bajo impacto, e incluso pilas de combustible a base de hidrógeno de menor impacto. Se recomienda comenzar con un piloto que construya y complemente la protección eléctrica existente y infraestructuras de backup.

<sup>6,10,11</sup> EPRI, 2024.

<sup>7</sup> Shehabi, A., Newkirk, A., Smith, S., et. Al., 2024. Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley.

<sup>8,9</sup> Stansbury, M., Marchese, K., Hardin, K. y Amon, C., 2025. Deloitte.

# 4 / Diseño y operaciones impulsados por gemelos digitales

Los centros de datos se pueden asignar y especificar virtualmente, utilizando gemelos digitales, y la TI y la infraestructura se integrarán e implementarán como unidades de computación. Este enfoque será clave para lograr las construcciones a escala de gigavatios necesarias para futuros avances de IA.

**Tendencia relacionada:** Refrigeración líquida adaptativa y resiliente

Las formas de tecnología de gemelos digitales se han utilizado de forma selectiva en el centro de datos durante más de una década, pero normalmente para evitar puntos calientes o ineficiencias de refrigeración, utilizando dinámica de fluidos computacional (CFD) y otros enfoques. Ha sido una herramienta táctica, pero rara vez estratégica.

Los modelos virtuales impulsados por IA se están convirtiendo ahora en transformadores para la ingeniería y la fabricación. Mejorar el CFD convencional y la ingeniería asistida por ordenador (CAE) con tecnologías como la plataforma de simulación físicamente precisa en tiempo real Omniverse,<sup>12</sup> impulsada por las últimas GPU, puede permitir la visualización en tiempo real, prometiendo ciclos de desarrollo más cortos y mayor precisión.

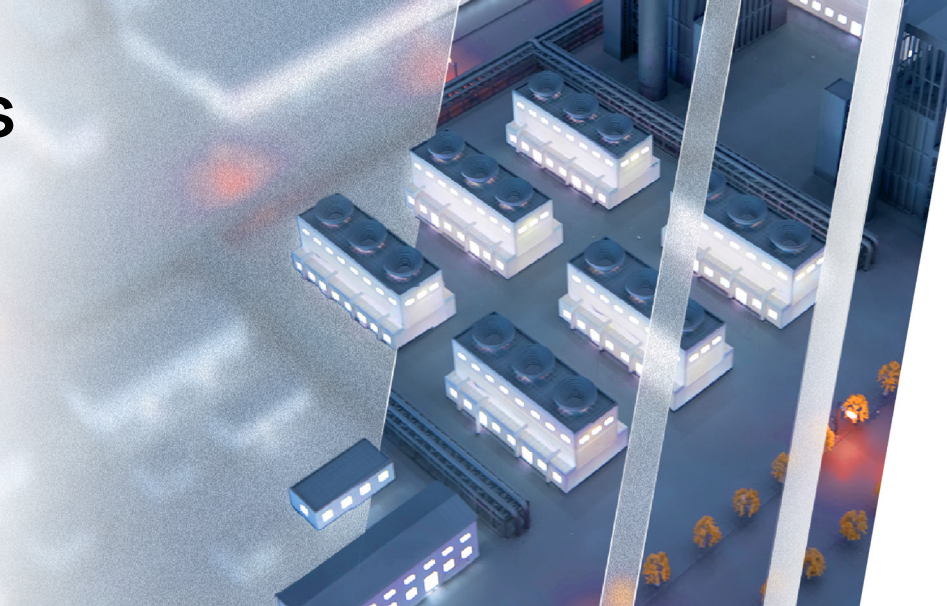
Los gemelos digitales se pueden usar para crear modelos fotorrealistas basados en la física de arquitectura de referencia. Esto permite la colaboración en tiempo real con arquitectos, ingenieros y operadores, lo que permite una rápida iteración y validación del diseño antes del despliegue. El gemelo digital simula el rendimiento de la infraestructura, las variables de prueba y los escenarios de fallo virtualmente, lo que ahorra tiempo y reduce los riesgos de los proyectos. Esta capacidad se extiende a las operaciones,

proporcionando optimización de bucle cerrado y controles de avance para mejorar continuamente el rendimiento del sistema, lo que la convierte en una herramienta dinámica para tomar decisiones de infraestructura más inteligentes a lo largo del ciclo de vida.

Una de las mayores ventajas potenciales de la tecnología de gemelo digital en el centro de datos es que permite simular las decisiones de diseño o despliegue en un espacio virtual antes de llevarse a cabo en el mundo físico. Esto tiene el potencial de reducir el coste o cualquier impacto negativo en la resiliencia o la eficiencia.

Los gemelos digitales también deben mantenerse actualizados en función de los datos en tiempo real, por lo que la integración con el software de gestión de centros de datos y los servicios digitales también forma parte de los desarrollos en curso.

Al combinar un enfoque de diseño por unidad de cómputo con la tecnología de gemelo digital, los operadores de centros de datos podrán diseñar, desplegar y operar instalaciones con niveles cada vez mayores de eficiencia y resiliencia. Los centros de datos ya no serán edificios diseñados manualmente poblados de TI, sino unidades de computación diseñadas y operadas digitalmente.



“ La tecnología de gemelo digital permite simular, monitorizar y optimizar toda la infraestructura en tiempo real antes y después de la construcción. La infraestructura ya no funciona independientemente de las plataformas informáticas; un centro de datos debe funcionar como un sistema que se adapta continuamente a medida que cambian las cargas informáticas”.

**Steve Blackwell**

Vicepresidente de ingeniería, Vertiv

## Fuerzas macro

- **Centro de datos como unidad de computación:** La tecnología de gemelo digital se puede utilizar para gestionar la complejidad de implementar sistemas integrados.
- **Diversificación del silicio:** La infraestructura del centro de datos deberá diseñarse y optimizarse en torno a una gama creciente de chips que pueden admitirse mediante simulaciones de gemelo digital.

## Segmento afectado

- Hyperscale, fábricas de IA y gran colocation. Algunos centros propiedad de empresas específicas, como laboratorios académicos y de investigación de computación de alto rendimiento (HPC).

## Factores

- Planificación de capacidad más precisa al ser capaz de modelar construcciones y cambios antes de que se lleven a cabo en el mundo real.
- Visualización en tiempo real, que promete ciclos de desarrollo más cortos y una mayor precisión.

## Retos

- La adopción de la tecnología de gemelo digital se está acelerando, pero aún se encuentra en sus etapas iniciales.
- Los centros de datos aún diseñados e implementados a lo largo de productos tradicionales, líneas tecnológicas y divisiones de TI/instalaciones pueden inhibir enfoques holísticos.

## Tecnologías relacionadas/ejemplos

- La plataforma Omniverse de NVIDIA.
- Tecnologías modulares prefabricadas alineadas con el enfoque de la unidad de computación.

## Acciones sugeridas

- Las organizaciones deben investigar la tecnología de gemelo digital de los centros de datos para comprender sus capacidades para mejorar tanto el diseño como el funcionamiento. El concepto del centro de datos como la siguiente unidad de computación, aunque más abstracta, debe usarse para identificar oportunidades para impulsar la eficiencia mediante una integración más estrecha de las capas de energía, térmica y de TI en toda la instalación.

<sup>12</sup> Vertiv, 2025.

# 5 Refrigeración líquida adaptativa y resiliente

Con el tiempo, los sistemas de refrigeración líquida podrían volverse análogos a los sistemas circulatorios con la capacidad de monitorizar y adaptarse. Surgirán nuevas formas de refrigeración líquida a medida que la tecnología siga madurando.

**Tendencia relacionada:** *Diseño y operaciones impulsados por gemelos digitales.*

La IA ha acelerado la adopción de la refrigeración líquida. Ha pasado de ser una tecnología de nicho única, implementada principalmente en laboratorios HPC, a un sistema térmico clave para fábricas de IA. Según una reciente investigación de Dell'Oro, la refrigeración líquida crecerá significativamente a medida que aumenten las densidades de los racks, y el líquido se convertirá en la tecnología dominante para la disipación del calor. "El líquido está pasando de ser un nicho a ser necesario", dijo Alex Cordovil, director de investigación de Dell'Oro.<sup>13</sup>

Sin embargo, aunque se ha centrado mucha atención en la IA como impulsor de la adopción de la refrigeración líquida, la IA también puede usarse para optimizar el diseño y el funcionamiento de los sistemas de refrigeración líquida. A medida que la refrigeración líquida se vuelve cada vez más crítica, la IA podría permitir la aparición de capacidades "adaptativas" como la detección de fallos (mantenimiento predictivo) antes de que ocurran o el redireccionamiento del fluido alrededor de las fuentes de fugas. Las capacidades adaptativas avanzadas requieren innovaciones como la incorporación de sensores en los bucles de refrigeración para monitorizar la temperatura, la presión, la calidad del refrigerante y los caudales. El software de gestión de centros de datos especializado y los servicios digitales asociados también serán importantes para proporcionar capacidades de mantenimiento predictivo.

Incluso podría haber avances en alguna forma de capacidades de "autocuración" en el futuro, pero esto requerirá avances adicionales

en materiales inteligentes, potencialmente metales líquidos<sup>14</sup>, para permitir autorreparación (probablemente no para fallos o daños importantes). La IA también podría manifestarse en forma de IA física, como robots autónomos para el mantenimiento y la inspección de equipos de cadena térmica, especialmente en áreas de difícil acceso de las instalaciones.

Sin embargo, a pesar de los posibles avances en el mantenimiento adaptativo y automatizado, la instalación de refrigeración líquida puede ser un proceso complejo. Los equipos de centros de datos seguirán requiriendo partners de servicio cualificados para abordar problemas clave, como requisitos de fontanería, distribución de refrigeración, elementos de diseño personalizados, estrategias de mitigación de riesgos y la arquitectura de solución de los sistemas integrados dentro del circuito de líquido.

Mirando hacia el futuro a cómo evolucionará la tecnología de refrigeración líquida de forma más amplia en los próximos cinco años y más allá, se podrían incluir enfoques como el cambio de fase, diferentes tipos de refrigerantes, así como el potencial de inmersión completa.<sup>15</sup> Ha habido una aceptación limitada hasta la fecha de la inmersión debido a algunas de las complejidades y costes implicados. Como su nombre sugiere, la inmersión implica sumergir los servidores en un líquido conductor, eliminando la necesidad de refrigeración por aire y ventiladores. La inmersión sigue siendo la forma más pura de refrigeración líquida, en términos físicos, pero su adopción a largo plazo dependerá de superar los desafíos y costes prácticos.

**La tecnología de refrigeración líquida ha existido desde la era del mainframe y ha continuado evolucionando con ese tiempo. Veremos una adopción aún más generalizada de la refrigeración líquida en el futuro, acompañada de innovaciones que incluyen capacidades y enfoques adaptativos como la inmersión completa".**

**Nigel Gore**

Vicepresidente, Alta densidad y refrigeración líquida, Vertiv

## Fuerzas macro

- **Diversificación del silicio:** Los sistemas de refrigeración líquida deberán optimizarse para una amplia gama de chips y sistemas informáticos.
- **Densificación extrema:** Las crecientes densidades de rack son uno de los impulsores clave para la adopción de la refrigeración líquida frente a la refrigeración por aire tradicional.

## Segmento afectado

- Hyperscale, fábricas de IA y gran colocation. Algunos centros de propiedad empresarial específicos, como laboratorios de HPC académicos y de investigación.

## Factores

- Las capacidades adaptativas podrían impulsar la eficiencia, reducir el tiempo de inactividad a través de una gestión predictiva y proactiva.
- Mayor disipación del calor. La refrigeración líquida utiliza las mayores capacidades de transferencia térmica del agua u otros fluidos, que son órdenes de magnitud más efectivas que el uso de aire, para enfriar eficientemente los racks de alta densidad.
- Menor huella. La refrigeración líquida también maximiza la utilización del espacio al permitir una mayor densidad dentro de la misma huella física.

## Retos

- Las capacidades y los materiales adaptables y autorreparadores siguen siendo muy incipientes.
- Algunas formas de refrigeración líquida, como la inmersión bifásica, siguen siendo relativamente nichos fuera de HPC.
- La refrigeración por aire tradicional, o enfoques híbridos, puede ser adecuada para algunos requisitos empresariales de computación acelerada por IA (inferencia de IA) a corto y medio plazo.

## Tecnologías relacionadas/ejemplos

- Sensores inteligentes integrados para monitorización, detección de fallos.
- Software avanzado de gestión y control.
- Materiales inteligentes para autorreparación.
- Robots autónomos para mantenimiento y reparación.

## Acciones sugeridas

- Aquellos operadores que ya han implementado líquido deben seguir monitorizando los avances en nuevas tecnologías, pero también, lo que es más importante, los estándares en áreas como fluidos y racks/arquitecturas. Los operadores, principalmente los operadores empresariales, que no hayan implementado la tecnología deben supervisar los continuos avances en refrigeración por aire, pero también la creciente gama de tecnologías híbridas de refrigeración por aire y líquido disponibles. También es fundamental realizar un análisis exhaustivo del TCO de los sistemas de refrigeración líquida.

<sup>13</sup> Dell'Oro Group, 2025.

<sup>14</sup> años M., Zhang, C., Feng, J., et. Al., 2025. Ciencia e ingeniería de materiales.

<sup>15</sup> Ebermann, H., 2024. Vertiv.

## Mirando hacia el futuro: tendencias futuras esperadas

- / Cambio escalonado de Quantum y neuromórfico
- / Centros de datos para entornos extremos
- / IA física y robótica
- / Impacto de AGI en escala, diseño y operaciones
- / Informática, innovación en silicio

Más allá del horizonte a corto plazo, está surgiendo una oleada adicional de tecnologías con el potencial de redefinir la infraestructura digital. Si bien son menos inmediatas, estas innovaciones podrían impulsar cambios en la forma en que se alimentan, enfrían y escalan los centros de datos en los próximos años.

## Cambio escalonado de Quantum y neuromórfico

Las tendencias tecnológicas que tienen la capacidad de rehacer el diseño y las operaciones del centro de datos no se limitan al lado de las instalaciones. La IA y la AGI están obviamente principalmente impulsadas por TI, aunque dependen de la innovación energética y térmica. Sin embargo, hay otras innovaciones del lado de la computación que, aunque estén alineadas con la IA, también podrían tener un impacto similar. Además de la propia IA, la cuantía es probablemente el área más conocida, pero también menos conocida, de innovación informática. El analista Gartner define la computación cuántica como “un tipo de computación no clásica que utiliza bits cuánticos (qubits) para representar información, en lugar de los 0 o 1 utilizados en ordenadores clásicos”.<sup>16</sup>

El impacto específico de la cuantía en el diseño y las operaciones de los centros de datos sigue estando abierto a dudas. Fuera de los hyperscalers que trabajan para proporcionar computación cuántica como servicio, es probable que los sistemas cuánticos permanezcan dentro de instalaciones especializadas de HPC y supercomputación al menos a corto plazo. Estos sistemas requieren tecnologías térmicas y de alimentación avanzadas, incluido el uso de sistemas de refrigeración criogénicos. La integración de sistemas cuánticos en centros de datos que ya se están reelaborando mediante computación acelerada proporcionará desafíos, pero también oportunidades para una mayor innovación.

El objetivo de la computación neuromórfica es desarrollar hardware y software de computación con funciones similares al cerebro humano. El enfoque, que data de la década de 1980, mejora la eficiencia del procesamiento al reducir el movimiento de datos y tiene aplicaciones en visión artificial, robótica y vehículos autónomos.<sup>17</sup> También tiene el potencial de mejorar el rendimiento y la utilización de energía. La tecnología neuromórfica también podría aplicarse en aplicaciones Edge, reduciendo la necesidad de servicios en la nube entregados de forma centralizada en algunos escenarios.

La integración de unidades de procesamiento neuromórfico (NPU) cambiará los requisitos arquitectónicos de la capacidad estática a la capacidad de respuesta dinámica. Estas unidades crean cargas de trabajo “dinámicas” altamente volátiles que requieren telemetría de potencia granular y bucles de control de submilisegundos. Aunque el propio procesamiento es eficiente, la integración de alta densidad resultante requerirá estrategias de refrigeración localizadas y adaptativas para gestionar los puntos calientes térmicos de forma eficaz.

<sup>16</sup> Gupta, G., 2024. Gartner.

<sup>17</sup> Vertiv, 2025.

<sup>18</sup> Microsoft, n.d.

<sup>19</sup> Samsung, 2025.

<sup>20</sup> Pollina, E., y Piovaccari, G., 2025. Reuters.

<sup>21</sup> Kelkar, A. y Jansen, C., 2025. McKinsey & Co.

<sup>22</sup> Jyoti, R., Lava, S., Murat, M., et. Al., 2023. IDC.

<sup>23</sup> Davis, S., 2025. Digerido de semiconductores

## Entorno extremo centros de datos

Los operadores de centros de datos han experimentado despliegues en entornos poco convencionales, a menudo extremos, en los últimos años. Microsoft implementó con éxito los primeros centros de datos submarinos con su Proyecto Natick<sup>18</sup> y otros han seguido su ejemplo, especialmente el clúster de centros de datos submarinos de China, la Highlander. OpenAI y Samsung también anunciaron recientemente planes para instalaciones flotantes.<sup>19</sup> En todos los casos, estas instalaciones utilizan su entorno para reducir los costes de refrigeración y gestionar el consumo de recursos. Sin embargo, hasta la fecha, la demanda de este tipo de instalaciones ha sido limitada, lo que significa que estos ejemplos siguen siendo atípicos, actuando efectivamente como proyecto piloto en funcionamiento. De cara al futuro, la demanda de IA y cargas de trabajo relacionadas podría impulsar el crecimiento de las instalaciones en el agua y bajo el agua, subterráneas e incluso en el espacio. Esto podría ser una respuesta a los crecientes problemas de energía y disponibilidad de la tierra. La idea de los centros de datos basados en el espacio está cambiando de los ámbitos de la ciencia ficción a despliegues prácticos, incluso con las empresas tecnológicas más grandes tomándose en serio el concepto. “Estos clústeres de formación gigantes, estarán mejor construidos en el espacio, porque tenemos energía solar allí, las 24 horas del día, los 7 días de la semana. No hay nubes ni lluvia, ni clima”, dijo recientemente el fundador de Amazon, Bezos. Elon Musk, fundador de Tesla<sup>20</sup>, también ha hecho proyecciones similares. A pesar de este impulso, el coste será un problema significativo que deberá superarse para lograr una escala real.



## AI física y robótica

La IA física se refiere al uso de sistemas de IA para interactuar con el mundo real, desde cámaras inteligentes, vehículos autónomos e incluso robots. Combinar estos sistemas con software avanzado de gestión de centros de datos y servicios digitales tiene el potencial de impulsar una mayor innovación en el diseño y las operaciones de centros de datos (especialmente si se alinea con los avances en AGI). Se ha producido un movimiento gradual hacia el concepto de centro de datos sin supervisión o sin iluminación para ciertas clases de instalaciones durante más de una década. El uso de software de gestión remota y servicios de intervención mínima permite reducir al máximo la intervención humana. La perspectiva de avances en IA física y robótica podría acelerar ese proceso. Según McKinsey, la IA está impulsando el desarrollo de robots de uso general que pueden completar tareas diversas y no relacionadas en diferentes entornos.<sup>21</sup> Una instalación que requiere menos personal humano dedicado, excepto quizás en circunstancias excepcionales, sería muy diferente incluso de las instalaciones más avanzadas de hoy en día. Todo, desde la temperatura hasta el espacio del pasillo, la altura del techo y las medidas de seguridad, se basa en cierto modo en el acceso humano. La sustitución de los humanos por sistemas de IA físicos, incluidos robots de gran destreza compactos, podría acelerar aún más la densificación en el diseño de centros de datos impulsados por la IA.

## Impacto de AGI en escala, diseño y operaciones

La inteligencia general artificial (AGI), inteligencia artificial a nivel humano, es un objetivo clave de muchos laboratorios de IA. El tiempo que tarda en surgir, y en qué forma, está sujeto a debate, pero podría ser de al menos varios años. Según IDC, para 2028, el 30 % de las empresas del G2000 experimentarán con sistemas AGI (actualmente especulativos) que tendrán un efecto transformador en la sociedad.<sup>22</sup> Esto probablemente requerirá la inversión continua en fábricas de IA a escala de gigavatios para la formación, aunque pueden surgir nuevos enfoques a lo largo de ese tiempo. Además de impulsar la construcción continua de centros de datos, AGI también podría tener un impacto en las operaciones del centro de datos. Si se pudieran integrar capacidades similares a AGI en los sistemas de software de control y gestión de centros de datos, esto podría mejorar aún más el rendimiento, la resiliencia y la eficiencia. Esto también requeriría la implementación de estrictos protocolos de seguridad y protección.

## Computación, innovación en silicio

En consonancia con la fuerza macro de la diversificación del silicio y la tendencia específica de cambio de pasos cuantitativo y neuromórfico, también están emergiendo otras formas de computación e innovación del silicio y podrían tener un impacto significativo en la infraestructura del centro de datos. Una de estas áreas son los llamados chips a escala de obleas. Estos aceleradores son órdenes de magnitud mayores que las CPU o GPU tradicionales. Según los investigadores<sup>23</sup>, podrían permitir que los modelos de IA funcionen de forma más rápida y eficiente que los diseños de chip tradicionales al reducir la cantidad de comunicación de chip a chip. El impacto específico en la infraestructura crítica del centro de datos sería permitir fábricas de IA más compactas con densidades extremadamente altas y refrigeración líquida integrada. Los nuevos factores de forma a nivel de rack también pueden evolucionar con el potencial de diseños modulares optimizados para obleas. A medida que la tecnología madure, surgirán más detalles.



## Resumen

Los impactos de la IA son cada vez más tangibles: rápida transformación debido al aumento de la densificación, rápida expansión a escala de gigavatios, diversificación de silicio y la aparición de centros de datos como unidades informáticas. Las implicaciones para los centros de datos se propagan a través del diseño, la alimentación, la refrigeración, los sistemas de TI, los servicios y el software.

Vertiv prevé que las organizaciones se enfrentarán a estos desafíos adoptando tecnología como gemelos digitales, generación de energía in situ, distribución de DC de alta tensión, refrigeración líquida avanzada y nuevos factores de forma para el despliegue de IA. Además, Vertiv sigue comprometida con permitir a las partes interesadas anticiparse a lo que vendrá, proporcionando una perspectiva sobre las tecnologías emergentes, guiando decisiones de inversión más inteligentes y respaldando el desarrollo de una infraestructura resiliente y preparada para el futuro.

**Vertiv Frontiers** tiene como objetivo equipar a la comunidad de centros de datos con el conocimiento y las perspectivas para navegar por un mundo definido por la IA, la computación avanzada y la innovación sin precedentes.

Sigue **Vertiv Frontiers** en:  
[www.vertiv.com/frontiersreport](http://www.vertiv.com/frontiersreport)

[Para obtener más información sobre las últimas innovaciones en infraestructura digital crítica para respaldar la IA, visita el \*\*Vertiv AI Hub\*\* en:](#)  
[www.vertiv.com/es-emea/solutions/ai-hub/](http://www.vertiv.com/es-emea/solutions/ai-hub/)

# Referencias

1. Bizo, D. (2024). Uptime Institute Intelligence. *Al para desencadenar una revisión radical de la electrificación del centro de datos*. <https://www.scribd.com/document/932099216/AI-to-Trigger-Radical-Overhaul-of-Data-Center-Electrification>.
2. Butler, G. (2024). Dinámica del centro de datos. *Google prueba robots para gestionar equipos y discos duros de centros de datos*. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/google-tests-robots-for-managing-data-center-hard-drives-and-equipment/>.
3. Davis, S. (2025). Digerido de semiconductores *Los aceleradores a escala de obleas podrían redefinir la IA*. <https://www.semiconductor-digest.com/wafer-scale-accelerators-could-define-ai/>.
4. Dell'Oro Group. (2025). *La gestión térmica y las PDU para armarios y busway lideran el crecimiento; la refrigeración líquida se quintuplicará para 2029, la construcción de IA para impulsar el mercado de la infraestructura física de los centros de datos hasta los 63 100 millones de USD para 2029, según Dell'Oro Group*. <https://www.delloro.com/news/ai-build-out-to-propel-data-center-physical-infrastructure-market-to-63-1-billion-by-2029/>.
5. Ebermann, H. (2024). Vertiv. *Sistemas de refrigeración por inmersión: Ventajas y estrategias de despliegue para centros de datos de IA y HPC*. <https://www.vertiv.com/en-emea/about/news-and-insights/articles/blog-posts/advancing-data-center-performance-with-immersion-cooling/>.
6. EPRI. (2024). *Potenciando la inteligencia: Análisis de la inteligencia artificial y el consumo energético del centro de datos*. <https://www.epri.com/research/products/000000003002028905>.
7. Gartner. (2025). *Gartner prevé que el gasto mundial en TI crezca un 9,8 % en 2026, superando los 6 billones de USD por primera vez*. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-10-22-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-9-point-8-percent-in-2026-exceeding-6-trillion-dollars-for-the-first-time>.
8. Gupta, G. (2024). Gartner. *¿Qué es la computación cuántica? Y por qué los ejecutivos deberían preocuparse*. <https://www.gartner.com/en/articles/quantum-computing>.
9. IDC. (2024). *El gasto mundial en inteligencia artificial prevé alcanzar los 632 000 millones de USD en 2028, según una nueva guía de gastos de IDC*. <https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52530724>.
10. Jyoti, R., Lava, S., Murat, M., Gens, A., Iisaka, N., Schubmehl, D., Ward-Dutton, N., Hamel, J., Arcaro, M., Kuppuswamy, R., Sutherland, H., Cooke, J., Giri, D. y Lange, K. (2023). IDC. *IDC FutureScape: Predicciones mundiales de inteligencia artificial y automatización para 2024*. [https://www.idc.com/wp-content/uploads/2025/03/IDC\\_FutureScape\\_Worldwide\\_Artificial\\_Intelligence\\_and\\_Automation\\_2024\\_Predictions\\_-\\_2023\\_Oct.pdf](https://www.idc.com/wp-content/uploads/2025/03/IDC_FutureScape_Worldwide_Artificial_Intelligence_and_Automation_2024_Predictions_-_2023_Oct.pdf).
11. Kelkar, A. y Jansen, C. (2025). McKinsey & Co. *Un salto en la automatización: La nueva tecnología detrás de los robots de uso general*. <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/a-leap-in-automation-the-new-technology-behind-general-purpose-robots>.
12. Korst, J., Puntoni, S. y Tambe, P. (2025). Wharton Human AI Research, Universidad de Pensilvania. *Informe de adopción de IA de 2025: La IA de generación avanza rápidamente hacia la empresa*. [https://ai.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2025/10/2025-Wharton-GBK-AI-Adoption-Report\\_Full-Report.pdf](https://ai.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2025/10/2025-Wharton-GBK-AI-Adoption-Report_Full-Report.pdf).
13. Microsoft (n.d.). *Proyecto Natick Fase 2*. <https://natick.research.microsoft.com/>.
14. Noffsinger, J., Patel, M. y Sachdeva, P. (2025). McKinsey & Co. *El coste de computación: Una carrera de 7 billones de dólares para escalar centros de datos*. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-cost-of-compute-a-7-trillion-dollar-race-to-scale-data-centers>.
15. Pollina, E., y Piovaccari, G. (2025). Reuters. *¿Centros de datos en el espacio? Jeff Bezos dice que es posible*. <https://www.reuters.com/business/energy/data-centres-space-jeff-bezos-thinks-its-possible-2025-10-03/>.
16. Samsung. (2025). *Samsung y OpenAI anuncian una asociación estratégica para acelerar los avances en la infraestructura de IA global*. <https://news.samsung.com/global/samsung-and-openai-announce-strategic-partnership-to-accelerate-advancements-in-global-ai-infrastructure>.
17. Shehabi, A., Newkirk, A., Smith, S., Hubbard, A., Lei, N., Siddik, M., Holecek, B., Koomey, J., Masanet, E. y Sartor, D. (2024). Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley. *Informe de uso de energía de centros de datos de Estados Unidos de 2024*. <https://doi.org/10.71468/P1WC7Q>.
18. Smith, M. (2025). Vertiv. *Preparación para la próxima evolución energética con HVDC*. <https://www.vertiv.com/en-us/about/news-and-insights/articles/blog-posts/preparing-for-the-next-energy-evolution-with-hvdc/>.
19. Stansbury, M., Marchese, K., Hardin, K. y Amon, C. (2025). Deloitte. *¿Puede la infraestructura estadounidense seguir el ritmo de la economía de la IA?* <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/data-center-infrastructure-artificial-intelligence.html>.
20. Vertiv. (2025). *De la simulación a la realidad: Los gemelos digitales impulsados por IA redefinen el diseño*. <https://www.vertiv.com/en-emea/about/news-and-insights/articles/blog-posts/from-simulation-to-reality-ai-driven-digital-twins-define-design/>.
21. Vertiv. (2025). *El extremo de la inteligencia: Cómo la computación neuromórfica está cambiando la IA*. <https://www.vertiv.com/en-emea/about/news-and-insights/articles/educational-articles/the-edge-of-intelligence-how-neuromorphic-computing-is-changing-ai/>.
22. Yu, M., Zhang, C., Feng, J., Sun, Q., Yang, C., Zeng, X., Chu, P. y Tian, Y. (2025). *Ciencia e ingeniería de materiales. Alquimia de metal líquido: Desbloqueando materiales a base de galio autorreparables para electrónica de próxima generación*. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2025.101073>.



# *Frontiers*

**Vertiv.es** | Edificio Oficor, C/ Proción 1-3, 28023 Madrid

© 2025 Vertiv Group Corp. Todos los derechos reservados. Vertiv™ y el logotipo de Vertiv son marcas comerciales o marcas registradas de Vertiv Group Corp. Todos los demás nombres y logotipos a los que se ha hecho referencia son marcas comerciales o marcas registradas de sus respectivos propietarios. Aunque se han tomado todas las precauciones para asegurar la precisión y la integridad de este documento, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad ni acepta reclamación alguna por daños y perjuicios derivados del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones, los reembolsos y demás ofertas promocionales están sujetas a cambios al exclusivo criterio de Vertiv previa notificación.