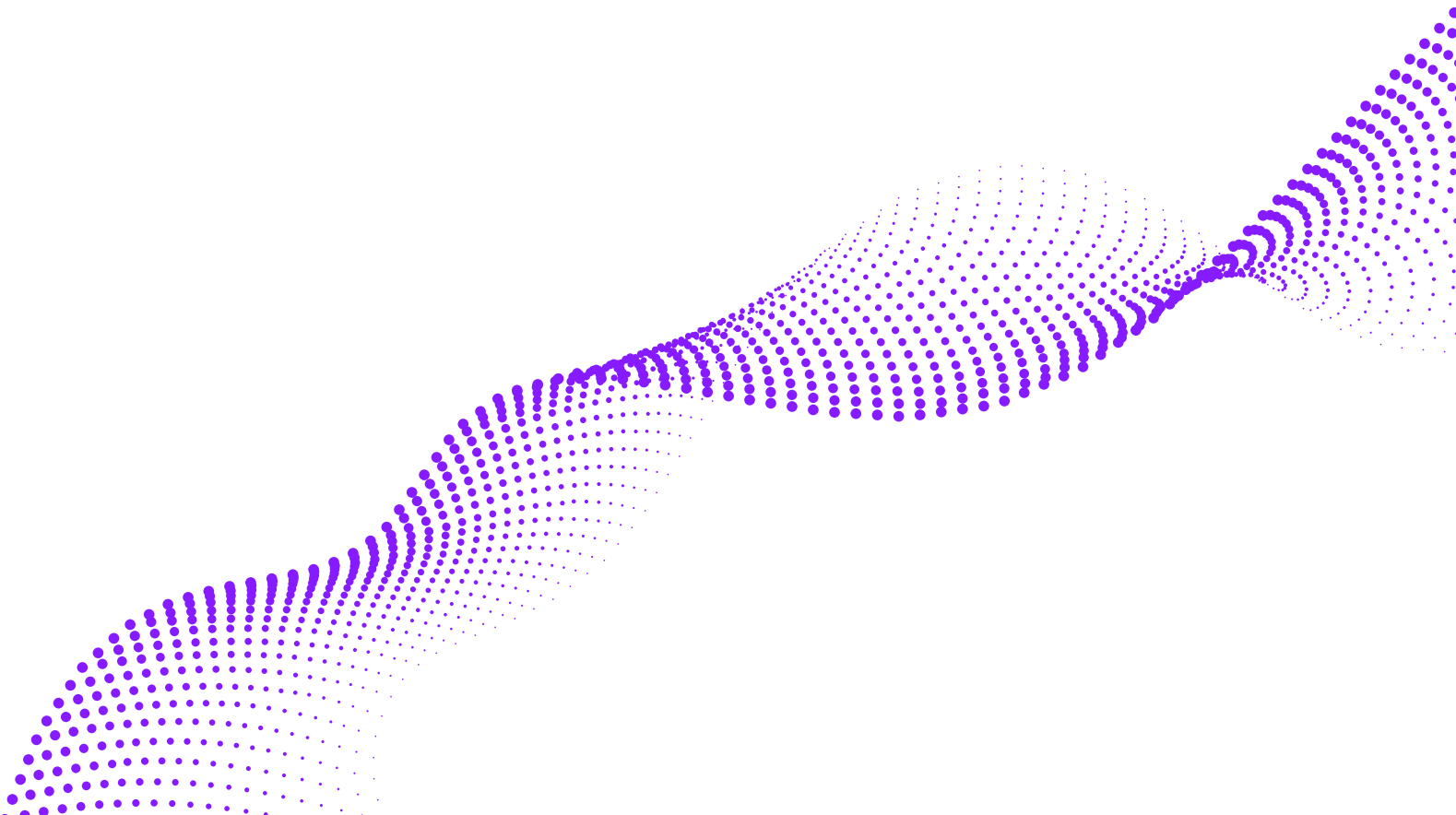


DOCUMENTO TÉCNICO

# Arquitectura de almacenamiento de Infinidat

Permitir una ventaja competitiva a  
escala de petabytes



## Resumen

Las soluciones de almacenamiento empresarial Infinidat® se basan en la arquitectura de almacenamiento única y patentada de Infinidat, un conjunto totalmente abstraído de funciones de almacenamiento definido por software (SDS) integradas con el mejor hardware comercial disponible en el mercado. La arquitectura centrada en el software de Infinidat, una evolución y revolución en el diseño de gestión de datos durante más de 30 años, resuelve los requisitos en conflicto para hacer que el almacenamiento sea más grande, más rápido y menos costoso. En este documento, se analiza la tecnología que permite a Infinidat ser el único proveedor de almacenamiento empresarial que logra una capacidad a escala de multipetabyte con un rendimiento revolucionario (latencia de 35 microsegundos<sup>1</sup>) y una disponibilidad sin precedentes del 100%, todo ello con el menor coste total de propiedad (TCO).

<sup>1</sup> Latencia interna de tan solo 35 microsegundos basada en datos telemétricos de producción del cliente y coincidencias de lectura de E/S (caché DRAM). Los resultados reales pueden variar. Marzo de 2022.

## Principios de diseño

Al diseñar una arquitectura de almacenamiento para satisfacer las necesidades de los centros de datos modernos, deben cumplirse varios requisitos:

CATEGORÍA	REQUISITO
<b>Fiabilidad</b>	Las empresas funcionan las 24 horas del día, los siete días de la semana, por lo que no se tolera el tiempo de inactividad
<b>Capacidad</b>	Volúmenes de datos en aumento exponencial, acelerados por la transformación digital, arquitecturas de big data desagregadas, inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML)
<b>Rendimiento</b>	A medida que se amplían los datos, el rendimiento debe seguir el ritmo para proporcionar los mismos o mejores resultados con un tiempo de respuesta igual o mejor
<b>Sencillez</b>	Los administradores esperan operaciones sencillas, una amplia integración con el ecosistema y herramientas incorporadas para migrar a modelos DevOps con el fin de dedicar menos tiempo a la gestión del almacenamiento y más tiempo a las aplicaciones y los procesos empresariales
<b>Consolidación</b>	Las tecnologías puntuales son cosa del pasado; el almacenamiento moderno debe dar cabida a todos los casos de uso para lograr la máxima eficiencia, sencillez y ahorro de costes
<b>Coste</b>	Los presupuestos no aumentan al mismo nivel que las necesidades de almacenamiento y del rendimiento, por lo que se requiere un cambio disruptivo en la arquitectura
<b>Resiliencia</b>	Las organizaciones necesitan resiliencia tanto dentro de su infraestructura como frente a amenazas externas, como los ciberataques

Al mismo tiempo, los proveedores de infraestructura en la nube pública, como Amazon, Google y Azure, afirman que reducen el coste de toda la pila de TI, y a menudo lo hacen para los pequeños clientes que no pueden permitirse un gran equipo de TI y que suelen depender de uno o dos «manitas» para el mantenimiento toda su operación de TI. Sin embargo, para las grandes organizaciones, así como para los proveedores regionales de servicios gestionados y en la nube, la adopción de una pila de TI más eficiente —y que satisfaga sus requisitos empresariales, tecnológicos y financieros— les proporciona todas las ventajas de la nube dentro de su propia infraestructura, al mismo tiempo que reduce los costes y mantiene la soberanía sobre sus datos.

## Arquitectura InfiniBox®

El buque insignia de Infinidat, InfiniBox® se diseñó teniendo en cuenta los principios clave para responder a todos estos desafíos:

PRINCIPIO	RAZONAMIENTO	DESAFÍO
<b>Diseño de software innovador</b>	El software, a diferencia del hardware, se optimiza con el tiempo, lo que mejora el rendimiento en lugar de degradarlo. InfiniBox se basa en más de 140 patentes de software: el verdadero significado del almacenamiento definido por software (SDS). El innovador software de Infinidat incluye sus algoritmos patentados de caché neuronal, estructuras de gestión de metadatos y funciones de almacenamiento de última generación, entre otras muchas funcionalidades.	<b>Rendimiento</b> <b>Sencillez</b> <b>Fiabilidad</b> <b>Coste</b>
<b>Diseño basado en la resiliencia</b>	Cuando se diseña a escala, la resiliencia es fundamental. InfiniBox está diseñado para una fiabilidad de siete nueves (99,99999 %) y utiliza una arquitectura de triple redundancia, donde todos los componentes críticos (software y hardware) tienen al menos dos (2) redundancias (N+2) que ofrecen protección contra el tiempo de inactividad y la pérdida de datos. Además, Infinidat ofrece una garantía de disponibilidad del sistema del 100 % para InfiniBox e InfiniBox SSA, basada en decenas de miles de horas operativas de experiencia respaldadas por las revisiones independientes y líderes del sector de Gartner Peer Insights.	<b>Resiliencia</b> <b>Coste</b> <b>Sencillez</b> <b>Consolidación</b>
<b>Arquitectura a escala</b>	Conseguir capacidad y rendimiento a un coste disruptivo requiere escalabilidad. InfiniBox se diseñó para grandes clientes que escalan hasta 10 PB o más capacidad efectiva en un único rack de 42U.	<b>Consolidación</b> <b>Coste</b> <b>Sencillez</b> <b>Capacidad</b>
<b>Integración resiliente del hardware y del software</b>	Infinidat evalúa a los principales proveedores de componentes de hardware y sólo selecciona a los más fiables para utilizarlos como parte de la solución InfiniBox. Este enfoque de tipo «lo mejor de lo mejor» significa que los clientes obtienen una solución totalmente integrada y probada, a diferencia del típico SDS, que requiere una complicada integración del hardware y un complejo trabajo de administración.	<b>Fiabilidad</b> <b>Sencillez</b> <b>Consolidación</b>
<b>Hardware comercial disponible en el mercado (COTS)</b>	El uso de hardware comercial y la prevención de largos ciclos de desarrollo permiten una adopción más sencilla de las nuevas tecnologías, entre las que se incluyen CPU, tipos de memorias y medios de almacenamiento. El uso de hardware comercial y de su software asociado también aporta más estabilidad, ya que el mismo hardware se utiliza en miles de sistemas de todo el mundo.	<b>Coste</b> <b>Fiabilidad</b> <b>Capacidad</b> <b>Sencillez</b> <b>Rendimiento</b>

## Desarrollar sobre una arquitectura sólida

La arquitectura InfiniBox sigue ofreciendo un rendimiento, una fiabilidad, una escalabilidad, una sencillez y una economía sin precedentes. Esta arquitectura, introducida con InfiniBox, ha sido también la base de una continua innovación. Hoy en día, Infinidat ofrece aún más opciones, rendimiento y escalabilidad, exaltando la virtud de esta arquitectura común.

**InfiniBox** - almacenamiento empresarial que ofrece una caché neuronal que explota la IA.

**InfiniBox SSA** - todos los componentes de estado sólido para las cargas de trabajo más exigentes.

**InfiniGuard** - appliance de protección y recuperación de datos diseñado específicamente con resiliencia cibernética integrada.

La fuerza de esta arquitectura ha quedado demostrada a través de la entrega constante de innovación, diferenciación competitiva y valor del cliente en la última década y en el futuro.

## Aceleración del rendimiento

InfiniBox utiliza una combinación de DRAM, medios flash (SSD) y discos NL-SAS de alta capacidad para escribir, leer y almacenar datos. A continuación, se explica cómo se aceleran las lecturas y las escrituras para conseguir el máximo rendimiento con la mínima latencia. Por ejemplo, la latencia interna que experimentan los clientes de Infinidat con InfiniBox SSA es de 35 microsegundos. El algoritmo utilizado para la optimización de la ubicación de los datos se denomina caché neuronal. En esta sección, se explica cómo la caché neuronal proporciona a los clientes la latencia más baja del sector aprovechando algoritmos de software inteligentes. Es importante recordar que la mayoría de las aplicaciones transaccionales requieren al menos dos E/S independientes (una para escribir una transacción en los registros y otra para escribir datos en la base de datos), lo que hace que la latencia sea el componente clave para determinar tanto la experiencia del usuario como el máximo rendimiento de la aplicación.

### CAPA DE METADATO

Los tiempos de respuesta de la capa de metadatos afectan inmediatamente a la latencia de E/S. InfiniBox acelera las operaciones de metadatos de la siguiente forma:

- ▶ **Todos los metadatos están en la DRAM**—los metadatos se mantienen en la DRAM, lo que acelera tanto las lecturas como las escrituras.
- ▶ **Estructura de metadatos**—un historial completo de todos los datos escritos en InfiniBox se gestiona en una estructura de metadatos llamada «Trie». Esta implementación patentada captura la ubicación de los datos, la información relevante sobre la organización y el direccionamiento virtual, así como varias capas de protección de datos.
- ▶ **Eficacia de Trie**—todas las inserciones, modificaciones y eliminaciones de Trie operan con la misma latencia, lo que ofrece un rendimiento constante desde los primeros bytes de datos hasta varios petabytes.

### ACELERACIÓN DE LA ESCRITURA

InfiniBox acepta todas las escrituras sin ningún tipo de procesamiento previo (como eliminación de patrones, compresión, cifrado, etc.) en su DRAM y realiza una segunda copia de la escritura en la DRAM de otro nodo a través de InfiniBand de baja latencia antes de enviar la confirmación al host. Aceptar la escritura desde la DRAM (directamente conectada a la CPU), en lugar de un dispositivo flash externo, permite a InfiniBox completar las escrituras con la menor latencia posible.

A diferencia de muchas arquitecturas, en las que la caché de escritura se divide en pequeños cubos (como en las arquitecturas matriciales y de doble controlador), InfiniBox utiliza un único gran grupo de memoria para aceptar escrituras. Esto permite mantener mayores ráfagas de escritura, sobrescribir datos que cambian con frecuencia con la latencia de la DRAM y dar tiempo a la caché neuronal para tomar decisiones inteligentes, priorizando los bloques de datos que se beneficiarán de las velocidades de la DRAM y los que deben volcarse en los SSD y HDD. Al mantener los datos durante más tiempo en la caché de escritura, la caché neuronal evita una carga de trabajo innecesaria en la CPU y en las capas de persistencia del back-end.

Antes de la transferencia desde la caché, cada ciclo de la caché recoge los datos escritos aleatoriamente y los vuelve a ensamblar en escrituras secuenciales más grandes, basándose en una serie de factores, que incluyen la relevancia de los datos

tal como se escribieron, lo que ayuda a la caché neuronal en el análisis predictivo posterior para determinar qué datos pueden ser necesarios más tarde en relación con cada operación de lectura.

## ACELERACIÓN DE LA LECTURA

A diferencia de las matrices de almacenamiento tradicionales, cuyo objetivo es colocar los datos más activos (también conocidos como «datos calientes») en la caché flash para lograr la paridad de rendimiento con las matrices all-flash tradicionales, InfiniBox utiliza su innovadora caché neuronal, que busca colocar todos los datos calientes en la DRAM. La caché neuronal de InfiniBox permite que la mayoría de las lecturas se completen a la velocidad de la DRAM, que es 1000 veces más rápida que la flash.

Infinidat cuenta con una base instalada de muchos exabytes de datos, y la caché neuronal ha demostrado que proporciona casi todas las lecturas desde la DRAM, lo que permite a los clientes experimentar una experiencia similar un sistema basado 100% en DRAM, con un TCO a los equipos de la competencia.

La caché neuronal implementa un algoritmo de aprendizaje. Infinibox emplea los discos SSD como «colchón» ante un eventual fallo de caché sobre la memoria DRAM. A medida que la caché neuronal aprende los patrones de E/S y optimiza la ubicación de los datos en la DRAM, la capa flash cambia su función de gestionar los fallos de cache en DRAM a gestionar los cambios en los patrones de E/S, para que algoritmo de cacheo sea capaz de predecir el uso futuro de los datos.

## Arquitectura de software

Al diseñar InfiniBox para mantener una disponibilidad del 100 %, Infinidat utiliza software para superar la imprevisibilidad de los fallos de hardware. InfiniBox usa una arquitectura de software activo-activo-activo y un diseño N+2 que proporciona una monitorización constante, automantenimiento y recuperaciones estables ante fallos de hardware en todos los niveles.

Todos los componentes se implementan en el software, desde el RAID hasta los servicios en clúster, para permitir una optimización constante con cada nueva versión. A lo largo de los cinco primeros años desde su primera versión de disponibilidad general (GA), el rendimiento máximo de InfiniBox se ha optimizado más de cuatro veces únicamente con la actualización no disruptiva del software. Este es el poder de una verdadera solución definida por software.

## SERVICIOS EN CLÚSTER

Todos los servicios de datos se ejecutan en todos los nodos de acuerdo con el diseño arquitectónico N+2 y están activos en todos los nodos (no hay nodos pasivos en el clúster). Los servicios de datos están diseñados para ejecutarse en el espacio de usuario, incluidos componentes de bajo nivel como controladores de canal de fibra (FC). Ningún servicio de datos se ejecuta en el núcleo, por lo que ningún fallo de un servicio puede afectar a otros servicios del sistema ni a la disponibilidad del nodo. Además, cada servicio puede reiniciarse de forma independiente en cuestión de segundos. Estos principios de diseño se aplican a servicios front-end, como protocolos de datos (NFS, iSCSI, FC y NVMe-oF), así como a servicios de datos back-end, como la caché neuronal, InfiniRaid® e InfiniSnap®.

El administrador de clústeres (CLM) lanza y monitoriza los servicios de datos e identifica cualquier problema de servicio y puede reiniciar los servicios cuando sea necesario. Un servicio que experimente algún fallo se reiniciará y se realizará un autotest antes de volver a unirse al clúster. Cualquier servicio que no se inicie correctamente no se unirá al clúster para evitar que falle cuando esté en el mismo (fallo bizantino). Si el administrador de clústeres identifica un servicio que ha intentado reiniciarse varias veces sin éxito en un nodo concreto, deja de reiniciarlo y avisa al equipo de asistencia técnica de Infinidat. Cualquier fallo de servicio, independientemente de si se recupera o no de forma automática, se notifica a la plataforma de análisis de datos de Infinidat para detectar problemas de software y mejorar continuamente la calidad del código.

## DISPOSICIÓN DE LOS DISCOS

La disposición de los discos de InfiniBox se gestiona mediante un software innovador patentado llamado InfiniRaid. InfiniRaid es una matriz redundante de discos independientes (RAID) definida por software que controla la colocación de todos los datos, la protección de los mismos y la recuperación en caso de fallo. InfiniRaid es un RAID desagrupado, es decir, un tipo de RAID que separa la disposición de los datos de la capa física y utiliza miles de grupos RAID virtuales, lo que permite distribuir los datos

entre todas las unidades y evitar puntos calientes. InfiniRaid crea los grupos RAID para que cada dos unidades del sistema solo compartan hasta el 2,5 % de sus grupos RAID. Este bajo porcentaje de grupos RAID superpuestos ofrece numerosas ventajas:

- ▶ **Automantenimiento**—cualquier posible punto caliente se resuelve automáticamente mediante la optimización de la disposición de los datos.
- ▶ **Reservas virtuales**—la capacidad del espacio se reparte uniformemente entre todos los discos del sistema. No hay reservas físicas activas, lo que permite que el proceso de reconstrucción redistribuya los datos de forma óptima y minimice los costes innecesarios. El sistema tiene suficiente capacidad de reserva para que hasta 12 unidades fallen en un F6000.
- ▶ **Protección del rendimiento**—un fallo en una unidad (los datos siguen estando protegidos) solo generará una reconstrucción RAID de baja prioridad («Rebuild-1»), que prioriza el rendimiento de la aplicación.
- ▶ **Recuperación rápida**—si falla una segunda unidad, el sistema dará prioridad a la reconstrucción del 2,5 % de grupos RAID compartidos entre las dos unidades que han fallado («Rebuild-2») antes de volver a la Rebuild-1 de menor prioridad, ya que no habrá más grupos RAID desprotegidos.
- ▶ **InfiniSpare**—además de la capacidad garantizada para el equivalente a 12 reservas, InfiniBox también puede usar la capacidad libre como capacidad de reserva, si es necesario. Esta innovación permite el fallo de hasta 100 discos sin perder la protección

## Servicios de protección de datos

InfiniBox ofrece muchos servicios de protección de datos para ayudar a los clientes a proteger sus activos:

- ▶ **Snapshots**—el mecanismo de snapshots de InfiniBox se denomina InfiniSnap y se basa en un mecanismo de redirección en escritura sin bloqueo que ofrece un rendimiento constante con o sin snapshots. Cada conjunto de datos puede tener hasta 1000 snapshots. Estos pueden ser de solo lectura (para la protección de datos) o de escritura (para entornos de prueba y desarrollo). InfiniSnap realiza snapshots en la DRAM sin requerir ninguna escritura en la capa persistente.
- ▶ **Snapshots inmutables**—los snapshots de InfiniSnap también pueden configurarse como «inmutables», es decir, que no puedan modificarse ni eliminarse una vez que se han escrito de acuerdo con la política de retención establecida en el momento de su creación. Esta funcionalidad proporciona una excelente protección de los datos ante el ransomware y amenazas similares.
- ▶ **Replicación asíncrona de bajo RPO**—el motor de replicación asíncrona puede alcanzar y mantener el objetivo de punto de recuperación (RPO) más bajo del sector con un intervalo de replicación de 4 segundos, al mismo tiempo que utiliza la infraestructura IP para reducir el coste y la complejidad
- ▶ **Replicación síncrona**—el motor de replicación síncrona proporciona una protección de datos síncrona con RPO cero, al mismo tiempo que mantiene una latencia inferior a 400 µs (microsegundos) de latencia de almacenamiento. En caso de problemas con la red WAN (alta latencia o pérdida de conectividad), el motor de replicación síncrona de InfiniBox conmutará al modo asíncrono. Si se restaura la red WAN, la replicación replicará automáticamente todos los datos que faltan y reanudará la replicación síncrona sin la disrupción de E/S.
- ▶ **Replicación activa-activa**—la replicación activa-activa con sistemas InfiniBox permite leer y escribir simultáneamente en grupos de consistencia a distancias metropolitanas. Estos grupos de consistencia exportan hacia los servidores un volumen o volúmenes únicos, accesibles mediante multipathing desde ambas ubicaciones. Al no ser necesaria una relación maestro-esclavo, no se necesitan ciclos de ida y vuelta para realizar actualizaciones de escritura en un volumen determinado. La solución se complementa con un «testigo» externo ligero en un nodo independiente o incluso en una máquina virtual en la nube.
- ▶ **Replicación concurrente de tercera ubicación**—cualquier grupo de consistencia en una relación de replicación activa-activa también puede replicarse simultáneamente de forma asíncrona a una tercera ubicación sin ninguna penalización adicional de rendimiento. Cada InfiniBox puede mantener una segunda réplica remota de cualquier grupo de consistencia, por lo que cada uno de ellos puede replicarse en el mismo tercer sistema InfiniBox o incluso en un cuarto InfiniBox en una ubicación separada.

- ▶ **InfiniSafe**—InfiniSafe amplía las capacidades de ciberresiliencia a la familia de productos InfiniBox. Esta tecnología utiliza snapshots inmutables, crea un aislamiento lógico local para la separación, establece un entorno forense restringido y proporciona una recuperación casi instantánea ante ciberataques.

## Reducción de datos

InfiniBox emplea varios métodos de reducción de datos para disminuir aún más el coste del almacenamiento, incluyendo:

- ▶ **Aprovisionamiento ligero**—todos los volúmenes se pueden aprovisionar de forma ligera. InfiniBox también ofrece grupos de capacidad inteligentes, por lo que el riesgo de sobreasignación/sobreaprovisionamiento puede mitigarse fácilmente estableciendo umbrales de alerta y búferes de emergencia en el grupo, lo que permite proteger la disponibilidad de las aplicaciones.
- ▶ **Reclamación de ceros**—cuando los hosts (físicos o virtuales) liberan espacio en un disco (LUN), escriben ceros en ese espacio, ya sea a través de la operación misma de escritura (más eficaz) o simplemente escribiendo ceros individuales en ese espacio. InfiniBox identifica ambos casos y elimina este espacio, como si nunca se hubiera escrito en él, mejorando aún más el aprovisionamiento ligero.
- ▶ **Compresión**—InfiniBox comprime los datos solo cuando se han extraído de la caché de escritura (DRAM) al disco. Esta operación acelera las escrituras (no hay latencia añadida debido a la reducción de datos), al mismo tiempo que evita la compresión de los datos transitorios que se sobrescriben después de unos segundos (ahorrando recursos de la CPU). La compresión de InfiniBox utiliza LZ4 con un tamaño de segmento de 64 KiB, lo que genera una relación de compresión más alta que la compresión tradicional de bloques pequeños (usada habitualmente en otros fabricantes).
- ▶ **Snapshots**—los snapshots de InfiniBox presentan un diseño que ocupa poco espacio y ayudan a los clientes a evitar las penalizaciones de capacidad y de rendimiento de una copia completa.

## Arquitectura de red

Para todos los servicios basados en la red, la accesibilidad de la red es fundamental para la disponibilidad. En concreto, para los servicios basados en el protocolo de Internet (IP) (iSCSI, NFS, SMB así como replicación síncrona y asíncrona), los administradores de TI suelen esperar que el sistema de almacenamiento gestione la conmutación por error y supere rápidamente los problemas de configuración. InfiniBox ha innovado en este ámbito al utilizar la conmutación instantánea por error IP en caso de problemas de conectividad, desplazando las direcciones IP a las interfaces de red que pueden proporcionar los servicios pertinentes.

La conmutación instantánea por error IP se aplica a todos los escenarios de fallo, tanto hardware (fallo del nodo o del puerto Ethernet/tarjeta de red) como software (fallo del servicio en un nodo específico). Para minimizar el impacto en otros servicios, InfiniBox desplaza el mínimo número de direcciones IP de modo que no se mueven las IP de un servicio diferente en ese nodo o las IP de otros nodos.

InfiniBox también utiliza direcciones MAC virtuales (VMAC) y asigna cada dirección IP a una VMAC. Cuando las direcciones IP se desplazan, las direcciones VMAC también se desplazan con ellas, lo que elimina el tiempo de conmutación por error y permite que el cambio de configuración se produzca en el conmutador sin propagarlo a cada host, a la vez que también evita los problemas de ARP gratuitos y aumenta la disponibilidad.

InfiniBox emplea la supervisión de red inteligente (a través del ping ICMP sobre IPv6) para identificar posibles errores de configuración, como el bloqueo accidental de una interfaz de red de almacenamiento para acceder a una VLAN que se utiliza para servicios de datos. Cada red configurada en InfiniBox se supervisa constantemente, lo que a menudo proporciona a los administradores de almacenamiento la respuesta a la pregunta «¿Por qué ha perdido esta aplicación el acceso al almacenamiento?» mucho antes de que ellos mismos se la planteen.



## Arquitectura de hardware

InfiniBox es un sistema de almacenamiento definido por software que emplea hardware comercial listo para ser usado. Como parte de su diseño, Infinidat ha invertido en software para que el hardware usado sea más fiable, más rentable y más sencillo de administrar y mantener. El principio de diseño más fundamental es N+2: todos los componentes tienen al menos triple redundancia por defecto para lograr una fiabilidad de siete nueves y, cuando se combinan con el software InfiniBox, un 100 % de disponibilidad del sistema.

El sistema InfiniBox viene premontado en un rack, tal como se muestra en esta imagen:

### NODOS

Los nodos son los controladores de almacenamiento en InfiniBox. Los tres nodos totalmente redundantes trabajan en un clúster activo-activo-activo, lo que permite el flujo ininterrumpido de las E/S a través de los tres nodos. Los nodos están interconectados directamente con la rapidez de InfiniBand para un acceso directo a la memoria a través de RDMA, lo que permite que las nuevas escrituras se repliquen rápidamente entre los nodos con la menor latencia posible.

En caso de fallo de un nodo, los dos nodos restantes asumen sus responsabilidades, resincronizando cualquier parte de la caché de escritura que ya no se replique para reanudar la protección total de los datos y mantener las operaciones sin interrupciones. La arquitectura de nodos N+2 también simplifica las operaciones de mantenimiento de un nodo específico (por ejemplo, la sustitución de un componente), ya que el sistema sigue teniendo dos nodos activo-activo funcionando y protegiendo los datos.

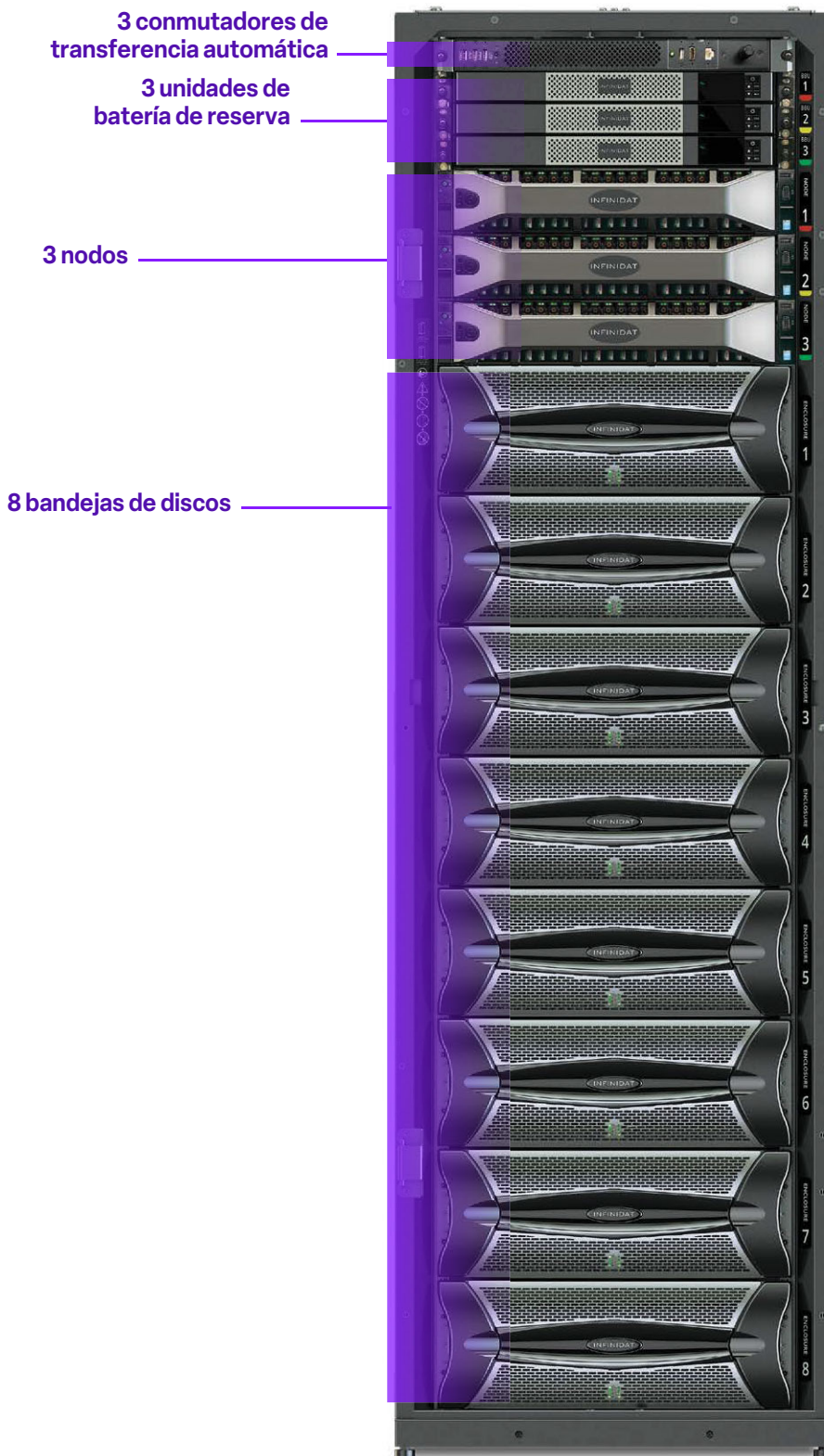


IMAGEN 1 Rack InfiniBox - vista frontal

## Conectividad física

Conectividad frontal de los nodos con la red del cliente:

- ▶ **Canal de fibra (FC)**—ocho puertos por nodo, 24 puertos en total. Todos los puertos están activos, por lo que cada host ve varias rutas (al menos una por nodo; se recomiendan dos por nodo). La multi-ruta permite que el fallo de un puerto o HBA solo afecte a la ruta individual, no a las aplicaciones.
- ▶ **Puertos Ethernet (Eth)**—hasta seis puertos por nodo, 18 puertos en total, que ofrecen conexiones de cobre u ópticas, y admiten los protocolos iSCSI, NVMe/TCP, NFS, SMB así como replicación síncrona, asíncrona y activo-activo. Estos puertos admiten la conmutación inteligente por error IP para evitar que cualquier fallo físico afecte a la accesibilidad del sistema.

Internamente, los nodos también proporcionan la conectividad redundante del back-end::

- ▶ **Puertos InfiniBand (IB)**—se utilizan para la interconexión del clúster. Cualquier fallo de InfiniBand que provoque la desconexión de un nodo de otro nodo hará que estos dos nodos se comuniquen a través del tercer nodo. Si un nodo se desconecta de los dos nodos restantes, se eliminará del clúster de forma estable hasta que se resuelva la desconexión.
- ▶ **Puertos SAS**—conectan los nodos a todos los compartimentos de discos. Cualquier fallo de SAS que provoque la pérdida de acceso de un nodo específico a algunos de los discos utilizará InfiniBand para acceder a estos discos de forma remota a través de otro nodo.

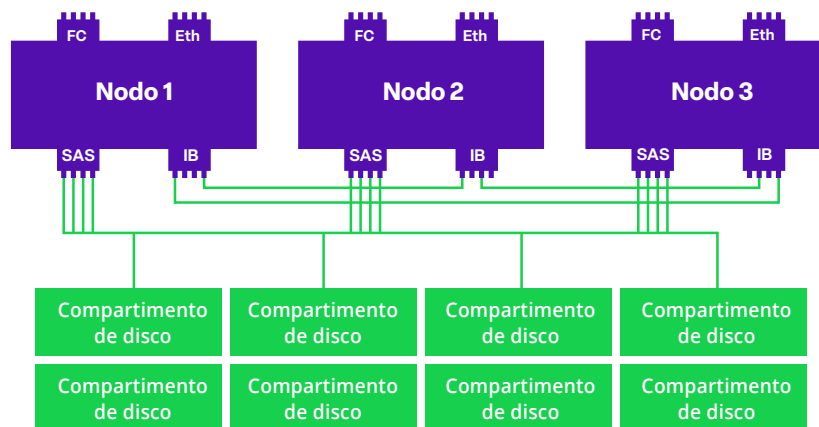


IMAGEN 2 Conectividad frontal y back-end.

Los nodos tienen fuentes de alimentación redundantes y se alimentan de diferentes unidades de batería de reserva (BBU), que, a su vez, se alimentan a través de varias entradas de electricidad para permitir un funcionamiento sin interrupciones aunque haya problemas de alimentación.

## Conmutadores de transferencia automática

Los conmutadores de transferencia automática (ATS) controlan la alimentación eléctrica en las BBU y garantizan que la batería siempre reciba corriente de entrada, incluso en caso de que se produzca la interrupción del suministro eléctrico en una de las fuentes de alimentación. Los ATS pueden cambiar instantáneamente entre dos fuentes de alimentación cuando una de ellas falla, manteniendo la alimentación a la BBU sin interrupciones.

## Unidades de batería de reserva

Las BBU mantienen la alimentación a los nodos de InfiniBox durante las breves interrupciones del suministro eléctrico (por ejemplo, hasta que los generadores están completamente activos), lo que evita la necesidad de apagar el sistema. También proporcionan energía para eliminar de forma adecuada (extraer) datos de la memoria caché DRAM en caso de que el corte del suministro eléctrico sea más prolongado, lo que permite a InfiniBox lograr siempre procedimientos de apagado adecuados. Las BBU se supervisan, y cada una de ellas se prueba automáticamente una vez a la semana para asegurarse de que las baterías funcionan correctamente y están preparadas para proteger el sistema en caso de que se produzca realmente la interrupción del suministro eléctrico.

## Conclusión

La exclusiva arquitectura de InfiniBox acaba con los compromisos tradicionales de fiabilidad, rendimiento, capacidad y coste total de propiedad. La apuesta por el software como motor de la innovación en materia de almacenamiento permite ahora implementar soluciones que mejoran con el tiempo. Por primera vez, las organizaciones de TI pueden trabajar de acuerdo a su presupuesto limitado y permitir al mismo tiempo que su negocio atienda nuevas iniciativas. Con Infinidat, las organizaciones pueden adquirir, almacenar, analizar y proteger sus datos corporativos más importantes de forma más fácil y asequible para lograr una ventaja competitiva.