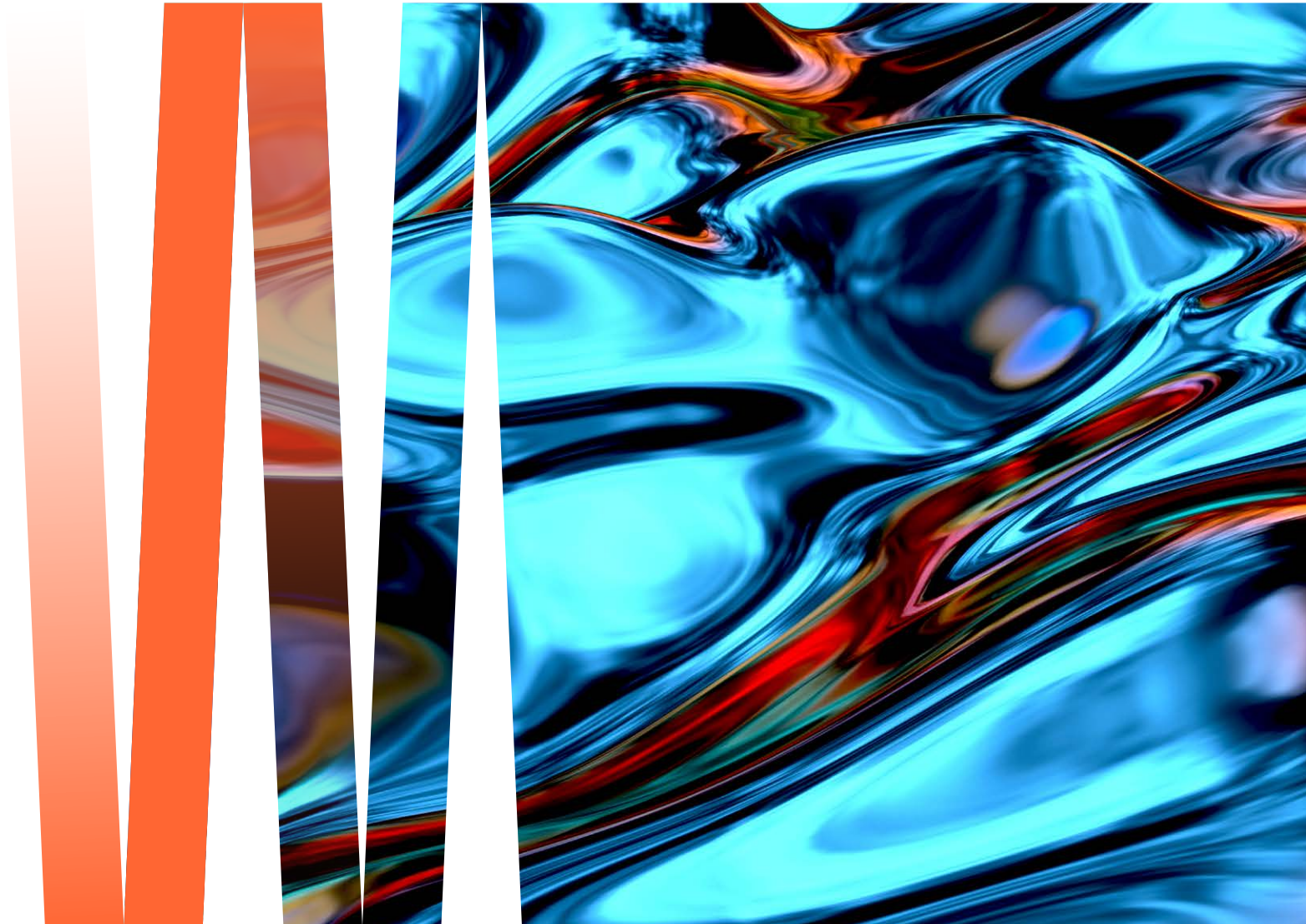




# La implementación de enfriamiento líquido en el centro de datos

Una guía para el enfriamiento de alta densidad

**Artículo técnico de Vertiv**





# Índice

<b>La adopción de enfriamiento líquido en los centros de datos existentes</b>	<b>3</b>
<hr/>	
<b>La preparación para implementar el enfriamiento líquido</b>	<b>5</b>
<hr/>	
La evaluación de las opciones de enfriamiento líquido para enfriar las cargas de TI de 1 MW	8
La implementación de RDHx	9
Las buenas prácticas para la implementación y la gestión de CDU	9
Un desglose de los nuevos requisitos energéticos para las cargas de trabajo de TI de 1 MW	11
La reestructuración de la energía CA para soportar una instalación de enfriamiento líquido	11
La elección de racks adecuados para las cargas de trabajo de la computación de IA	12
El aprovechamiento de las oportunidades para reducir los costos	14
El diseño del espacio mecánico	15
El diseño del espacio técnico	16
La determinación de la ubicación y el tamaño de las tuberías	17
La elección de distribuidores y acoplamientos	18
La obtención y el uso de materiales compatibles	19
La protección contra fallos de los sistemas de enfriamiento líquido y de TI	19
<b>El aprovechamiento de los Servicios de Proyectos para prepararse para activar nueva capacidad</b>	<b>21</b>
<hr/>	
Llevar a cabo un mantenimiento continuo	22
<b>Hacia el enfriamiento híbrido en el futuro próximo</b>	<b>23</b>
<hr/>	
<b>Apéndice A: La creación del diseño de sistema óptimo</b>	<b>24</b>
<hr/>	
<b>Apéndice B: Glosario</b>	<b>25</b>
<hr/>	



# La adopción del enfriamiento líquido en los centros de datos existentes

El futuro del gerenciamento térmico de TI ha llegado y es un híbrido de las tecnologías de enfriamiento líquido y por aire. Las empresas han comenzado a adoptar la computación de alto rendimiento (HPC) para el entrenamiento y la inferencia de modelos de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML), lo cual provoca un rápido aumento en las densidades de los chips, los servidores y los racks, así como del consumo energético y los niveles de calor. El enfriamiento por aire por sí solo no puede corregir de forma efectiva el funcionamiento en caliente de los equipos. Como resultado, muchos equipos de centros de datos han comenzado a debatir sobre cuál es la mejor manera de preparar su estrategia de enfriamiento para el futuro a favor de las cambiantes necesidades empresariales. Aproximadamente, uno de cada cinco centros de datos (17 %) ya utiliza el enfriamiento líquido, mientras que un 61 % de los equipos de operaciones está considerando la posibilidad de implementarlo en sus instalaciones.<sup>1</sup>

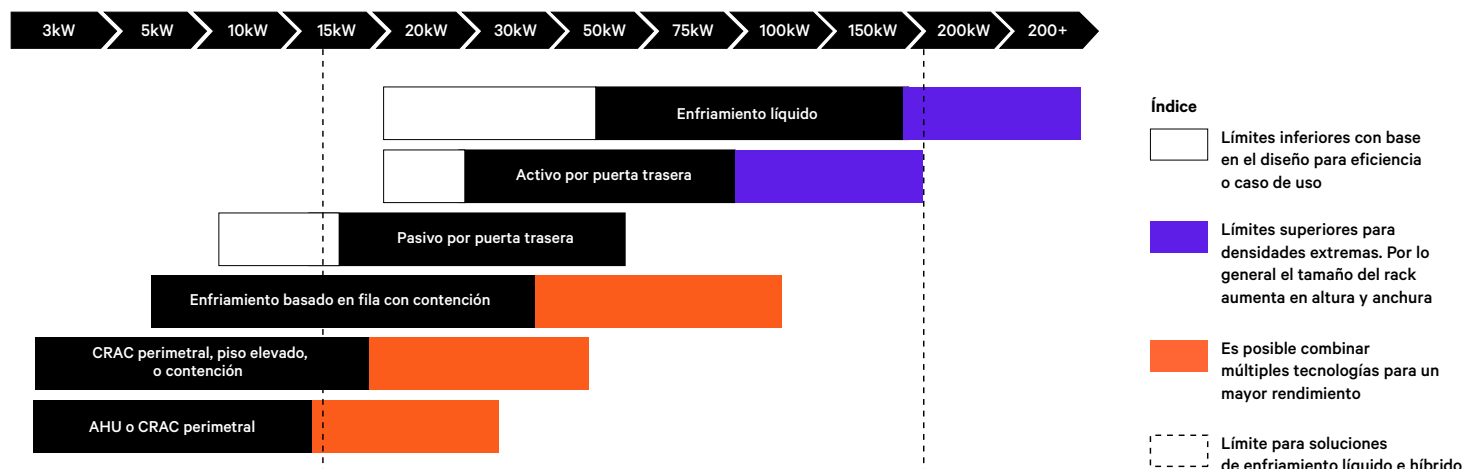
Aunque algunas instalaciones nuevas se diseñarán específicamente para las cargas de trabajo de la IA y el enfriamiento líquido, la mayoría de las implementaciones tendrán lugar en instalaciones existentes. Los propietarios y operadores de centros de datos de múltiples usuarios (MTDC, por sus siglas en inglés) se sienten motivados a aumentar su competitividad, pues comprenden que ofrecer capacidades de HPC para la IA y otras cargas de trabajo se convertirá rápidamente en un estándar de la industria. Como resultado, muchos han

comenzado a desarrollar un caso de negocio para agregar de forma gradual enfriamiento líquido en las salas y los racks, por medio de evaluar las diferentes opciones y crear una hoja de ruta para la fase de adopción de nuevas soluciones.

Los equipos de potencia, instalaciones y TI deberán trabajar en estrecha colaboración para implementar el enfriamiento líquido en las instalaciones existentes, ya que estas darán nueva forma a los edificios en lo relacionado con los requisitos de racks, potencia y enfriamiento. Es probable que los lectores de esta guía técnica busquen información sobre cómo implementar el enfriamiento líquido para soportar densidades de rack de hasta 50 kilovatios (kW) por rack —o más en algunos casos—.

Esta guía analiza cómo tomar una carga de TI de 1 MW, la cual actualmente se enfría con aire y agregar la infraestructura de enfriamiento líquido de forma gradual para crear un sistema híbrido (en lo sucesivo, “infraestructura de enfriamiento híbrido”). Esta guía abarca la evaluación de las necesidades de enfriamiento, potencia y racks, las estrategias para reducir los costos, el diseño del espacio físico, el dimensionamiento de la red de fluidos, los requisitos de monitoreo y los servicios. Además, ofrece un apéndice con equipos recomendados y consejos sobre cuáles se deben comprar juntos. Los equipos pueden utilizar esta información para convertir las cargas de TI de 1 MW en sistemas de enfriamiento híbrido y escalar conforme el crecimiento empresarial.

## Las capacidades de gerenciamento térmico en varias densidades de rack



Por lo general, los sistemas enfriados por líquido se utilizan con sistemas de enfriamiento por aire para enfriar los racks de densidades más altas.

<sup>1</sup>Daniel Bizo y Lenny Simon, The coming era of direct liquid cooling: it's when, not if, Uptime Institute, julio de 2022, página 13, <https://uptimeinstitute.com/>

## Las principales tres conclusiones sobre la implementación del enfriamiento líquido

A continuación, encontrará una guía de alto nivel que los equipos pueden utilizar en el proceso de desarrollar una infraestructura de enfriamiento híbrido de aire-líquido.



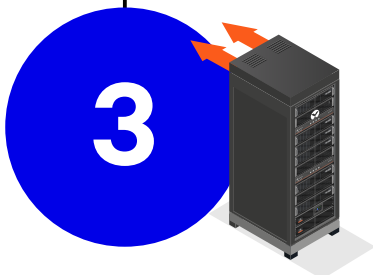
### Crear un equipo para supervisar la incorporación de enfriamiento líquido para enfriar las aplicaciones de alta densidad.

- Formar un equipo de especialistas, los cuales ofrecerán información sobre el diseño, la elección, la instalación y el mantenimiento de la infraestructura de enfriamiento híbrido.
- Este grupo incluirá expertos internos (TI, instalaciones, enfriamiento y potencia), consultores, fabricantes y otros proveedores.



### Prepararse para la implementación de tecnología de enfriamiento líquido.

- Reunir los requisitos de las aplicaciones y las cargas de trabajo con el fin de determinar las necesidades futuras.
- Desarrollar la infraestructura deseada para cumplir con los nuevos requisitos por medio del uso de orientación en materia de diseño y presupuesto.



### Utilizar los servicios de proyectos para implementar y dar mantenimiento a los nuevos sistemas.

- Poner en marcha los sistemas de acuerdo con sus especificaciones de diseño.
- Poner en marcha los servicios, capacitar a los equipos en los sistemas nuevos y garantizar una transición efectiva a los equipos de operaciones.
- Dar inicio al mantenimiento programado.



# La preparación para implementar el enfriamiento líquido

La implementación del enfriamiento líquido es una iniciativa importante que exige una planificación y una consideración cuidadosas del espacio existentes en las instalaciones, la estrategia de gerenciamiento térmico actual, las cargas de trabajo y el presupuesto, entre otras. A continuación, encontrará una hoja de ruta para comenzar.

## 1 Determinar los requisitos de las cargas de trabajo actuales y futuras

En los MTDC y los centros de datos empresariales, las densidades de rack han comenzado a aumentar, impulsadas por los recientes conjuntos de chips de las unidades de procesamiento de gráficos (GPU) x86 y con capacidad de IA, los cuales superan la potencia de diseño térmico (TDP) de 300 y 800 W, respectivamente, y se acercan cada vez más a los 1000 W o más. Estos conjuntos de chips se utilizan en aplicaciones empresariales y en la nube, incluido el aprendizaje profundo, el procesamiento del lenguaje natural, la generación de IA conversacional, la capacitación y la inferencia. Con esta tendencia, los servidores de IA más recientes se acercan a una TDP de 6-10 kW por servidor.

Los equipos de TI y de instalaciones decidirán cuánto espacio se debe asignar a las nuevas cargas de trabajo de IA/HPC para satisfacer las necesidades actuales y el crecimiento durante los próximos 1-2 años. Algunos convertirán unos cuantos racks al mismo tiempo, mientras que otros asignarán salas enteras para estas cargas de trabajo y soportarán la incorporación de sistemas de enfriamiento líquido.

## 2 Llevar a cabo una auditoría del sitio

Antes de desarrollar un caso de negocio, los equipos necesitan saber si actualizar una instalación con sistemas de enfriamiento líquido es técnica y económicamente viable.

El equipo de TI y de instalaciones trabajará con los socios para realizar una auditoría exhaustiva del sitio. Un socio realizará un estudio de dinámica de fluidos computacional (CFD) de los flujos de aire existentes en la instalación. Este experto analizará los equipos de enfriamiento por aire existentes para ver si estos ofrecen suficiente capacidad para aprovecharla en la nueva infraestructura de enfriamiento híbrido y si las tuberías existentes se pueden reutilizar. Además, querrán realizar un análisis de modelado de red de flujo (FNM, por sus siglas en inglés) para elegir las unidades de distribución de refrigerante (CDU, por sus siglas en inglés) correctas, dimensionar adecuadamente las tuberías, elegir los distribuidores y evaluar la capacidad del sistema de enfriamiento líquido para soportar los requisitos de enfriamiento líquido de los servidores.

Los equipos también querrán ejecutar análisis de efectividad del uso de la energía y el agua (WUE y PUE, respectivamente, por sus siglas en inglés) para determinar la eficiencia con la que los equipos usan los recursos de energía y agua para identificar las áreas a mejorar. Además, se recomienda un estudio del costo total de propiedad (TCO) para optimizar las operaciones por medio de reemplazar los equipos antiguos o ineficientes para reducir los costos operativos.

Existen varias herramientas en línea para calcular el TCO específicamente para aplicaciones de enfriamiento líquido.

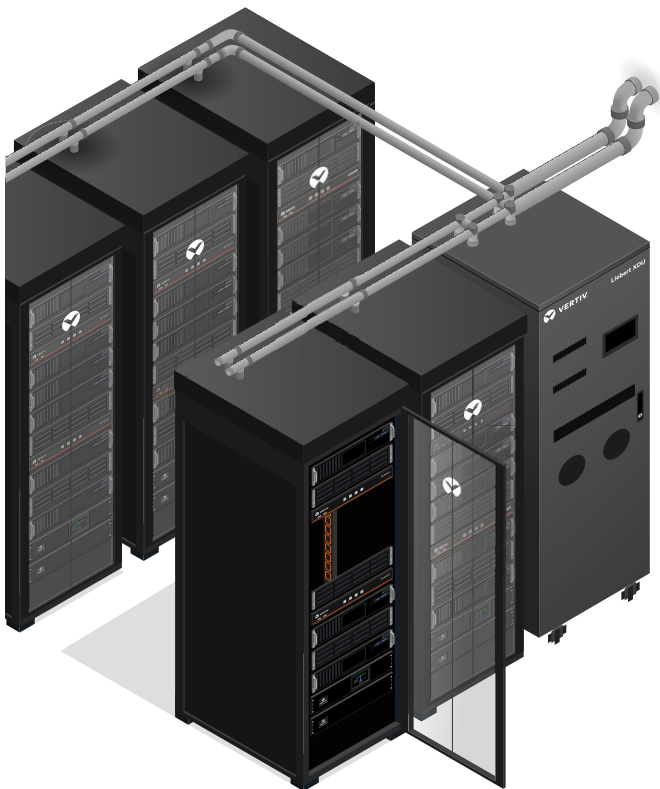
El equipo de potencia también analizará la infraestructura para determinar si puede adaptarse para el uso con cargas de trabajo con mayor consumo energético, como la IA. El grupo más grande (TI, instalaciones y potencia) revisará el espacio físico para determinar si los pisos elevados pueden soportar el peso combinado de los nuevos sistemas de potencia y enfriamiento híbrido, y establecer las rutas de acceso a las tuberías. Además, se verificará la instalación para definir el posible mantenimiento necesario de la infraestructura existente, ya que podría existir contaminación o degradación en la calidad de las tuberías o equipos existentes, lo cual podría llevar a ineficiencias o fallos. El equipo mixto revisará el suministro de agua en el sitio y determinará si debe usarse en sistemas de enfriamiento líquido planificados. Finalmente, se debe abordar cualquier inquietud sobre el cumplimiento de las normas de seguridad para garantizar que la nueva solución cumplirá con los estándares y será segura de usar.

Toda esta información dará a conocer el caso de negocio; así las partes interesadas de alto nivel pueden tomar decisiones críticas sobre el enfoque a utilizar para desarrollar una infraestructura de enfriamiento híbrido y proporcionar la inversión y los recursos necesarios para crearla.

### 3 Modelar nueva infraestructura en el espacio deseado

Con estos datos y el soporte de los socios, los equipos de TI y de instalaciones pueden dar forma a la infraestructura de enfriamiento híbrido deseada en el centro de datos e identificar los obstáculos a superar, los cuales pueden incluir restricciones de peso, la falta de agua en el sitio, la necesidad de instalar nuevas tuberías y problemas con las rutas de acceso, entre otros.

El equipo puede modelar una construcción totalmente nueva si hay espacio disponible en el centro de datos. Si el equipo quiere reemplazar los servidores existentes con alternativas de mayor densidad, optimizará la ubicación de la tecnología, incluidas las barras de alimentación, la conectividad y los racks. Una vez solucionados todos los problemas, una buena idea es contratar a un proveedor, quien construirá una réplica digital idéntica del nuevo diseño para explorar nuevos sistemas y procesos en 3D. Además, la herramienta puede ofrecer una metodología para modelar diferentes escenarios e implementar cargas de TI adicionales, al mismo tiempo o de manera gradual. Con esta información, el equipo puede finalizar el diseño de su sistema y realizar cualquier mejora según sea necesario.



### 4 Tomar en cuenta el impacto en el presupuesto y el sitio

El ejercicio de auditoría y modelado le permite al equipo de TI y de instalaciones visualizar la extensión de la implementación de enfriamiento líquido para desarrollar un caso de negocio, el cual será analizado por los ejecutivos.

El equipo de TI y de instalaciones también querrá tomar en consideración la manera en la cual la construcción en el sitio perturbará las operaciones actuales y el impacto de agregar cargas de calor adicionales al sitio en las cargas de trabajo y los acuerdos de nivel de servicio (ANS) actuales. Por ejemplo, los equipos de las compañías de servicios gestionados y cobunicaciones querrán revisar las nuevas cargas de calor propuestas y asegurarse de que estas puedan mantener la temperatura y la humedad para los clientes existentes.

### 5 Tomar en consideración las ganancias en eficiencia y sostenibilidad

El enfriamiento líquido elimina el calor en la fuente; por consiguiente, puede ser más eficiente que el enfriamiento por aire y reducir las métricas de PUE de las instalaciones. Además, usa agua o fluidos para enfriar los sistemas, y permite que los equipos puedan recuperar y reutilizar el calor, lo cual disminuye la WUE. Después de auditar los sistemas y evaluar los datos, los equipos pueden capturar métricas periódicamente para demostrar el progreso en la reducción de la PUE y la WUE. Estas ganancias pueden reducir las emisiones indirectas o reguladas por energía (Alcance 2) para las empresas. Como resultado, el enfriamiento líquido puede formar parte esencial de los programas de sostenibilidad de las empresas.

### 6 Diseñar la nueva solución

Con esta información, el equipo de TI y de instalaciones puede trabajar con el consultor de diseño y los socios para diseñar una nueva solución personalizada según los requisitos del sitio. El equipo conjunto puede utilizar dicha información para crear una lista de materiales y servicios (BOMS, por sus siglas en inglés), solicitar cotizaciones y elegir a los fabricantes para construir e integrar el sistema de enfriamiento líquido.



## La planificación de las implementaciones de enfriamiento líquido: equipos y plazos

¿Qué tipo de equipo se necesita para soportar una solución de enfriamiento líquido en un sitio existente? Los tipos de productos que se muestran a continuación pueden variar con base en el enfoque de enfriamiento, los requisitos del sitio y otros factores, pero ofrecen un punto de partida para dar los primeros pasos.

Categoría	Tipo de equipo
Enfriamiento líquido	Distribuidor de rack, CDU, válvula de distribución, RDHx
Rechazo de calor	Free-cooling o planta de enfriamiento split interior; aerorrefrigerador; unidades de condensación DX
Distribución eléctrica	Unidades de distribución de energía en rack, busway de alto amperaje

¿Necesita ayuda para conocer todas las opciones, diseñar un sistema personalizado para su sitio y preparar un presupuesto?

**Para más información, comuníquese con Vertiv.**

## Espere hasta un año para implementar nuevos sistemas

### Al menos 2 meses

Elegir vendedores, proveedores y contratistas; realizar análisis de CFD, PUE, WUE y TCO; llevar a cabo la planificación del sitio; obtener una cotización de diseño; y crear una BOMS.

### Al menos 3 meses

Fabricación y transporte de infraestructura enfriada por líquido, incluidas las tuberías, los distribuidores de rack, CDU, el rechazo de calor y los componentes de potencia donde sea necesario, así como los racks.

### 2 a 3 meses

Llevar a cabo la planificación del sitio y entregar e integrar el nuevo sistema de enfriamiento líquido.

### 2 a 3 meses

Integrar los equipos de TI con la nueva solución de enfriamiento y verificar si existen discrepancias. Realizar un mantenimiento regular según sea necesario.



Usar una CDU líquido-aire podría agilizar los plazos de implementación.

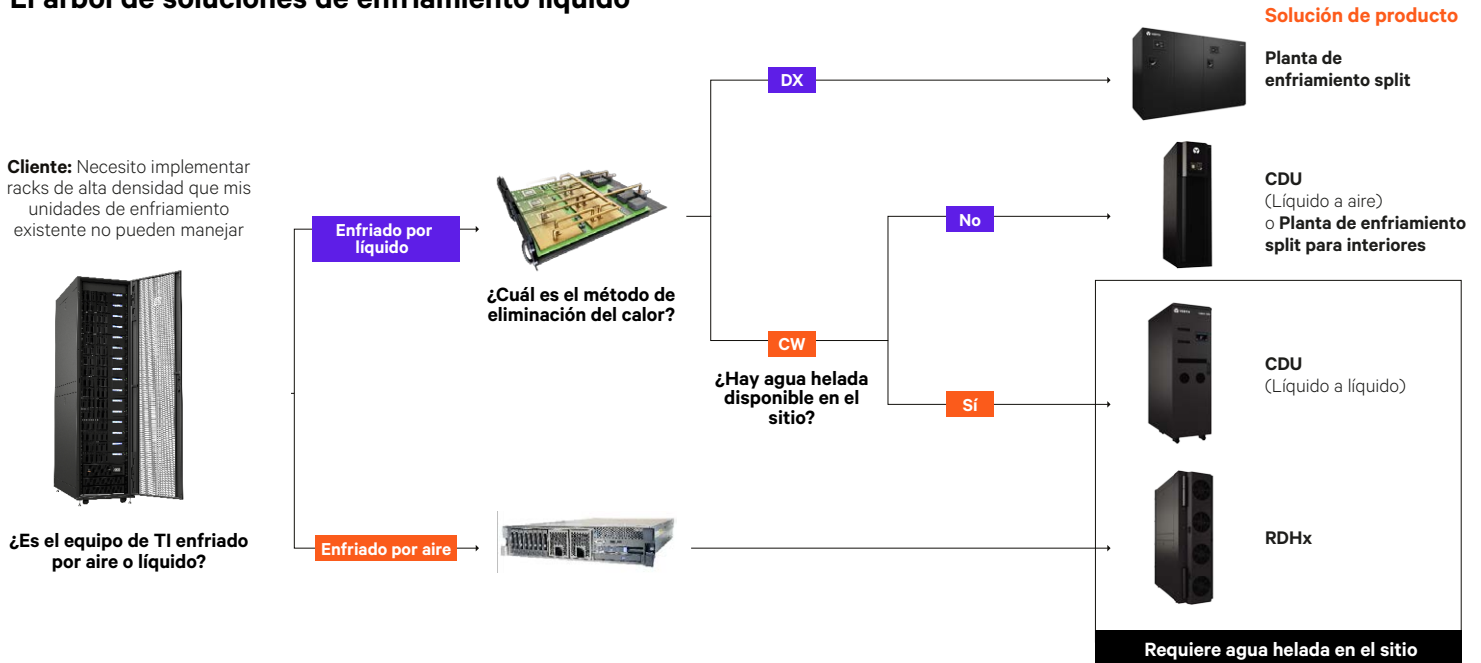
## La evaluación de las opciones de enfriamiento líquido para enfriar cargas de TI de 1 MW

No existe una solución de enfriamiento líquido única para las cargas de TI de 1 MW, ya que los requisitos, las condiciones del sitio y los presupuestos de las empresas varían en gran medida. Algunas opciones que los equipos pueden tomar en consideración incluyen las siguientes:

- Aprovechar el agua helada existente:** Si los equipos cuentan con acceso a agua helada en el sitio, pueden implementar una CDU que ofrezca un intercambiador de calor de líquido a líquido. Para ello, el sistema de agua helada tendrá un diseño 24x7, en comparación con un sistema de aire acondicionado de confort tradicional, el cual generalmente se apaga fuera de horarios laborales, los fines de semana y en temporada baja. Disponibles en fila y perimetrales, estas CDU aíslan los equipos de TI del circuito de agua helada de las instalaciones a través de un circuito de líquido separado hacia y desde los racks. Esta solución permite que los equipos puedan determinar cuál fluido y caudal proporcionar a los racks, como agua tratada a partir de una mezcla de agua y glicol. La calidad del agua también puede ser una preocupación a la hora de implementar CDU y usar los sistemas de agua helada existentes. Se debe tomar en cuenta garantizar la disponibilidad de filtración o la capacidad de implementar la filtración en caso de ser necesario a la hora de aprovechar el agua helada en el sitio.
- Aprovechar los condensadores DX existentes:** Si los equipos ya cuentan con un sistema de expansión directa, pueden valorar la posibilidad de utilizar plantas de enfriamiento split para interiores como solución. Este sistema puede reutilizar las unidades de condensación en el techo existentes o se pueden implementar unidades adicionales para soportar las crecientes cargas. Los sistemas split pueden implementarse fácilmente conforme aumente la demanda. A la hora de tomar en consideración un sistema split, se deben aprovechar las tecnologías como la economización del refrigerante bombeado para aumentar la eficiencia general del sistema. Si los condensadores de techo existentes no son suficientes en términos de cantidad o capacidad, o si hay poco espacio en el techo o en el suelo para unidades adicionales, una planta de enfriamiento split podría no ser aplicable.
- Superar la falta de acceso para expulsar el calor del líquido:** Los equipos pueden valorar la posibilidad de implementar una CDU independiente que ofrezca intercambio de calor líquido-aire, enfríe los equipos de TI y haga circular el aire caliente hasta el centro de datos, donde las unidades de aire acondicionado de la sala de cómputo (CRAC) lo capturan y lo eliminan.

## Determinar cuál solución de enfriamiento líquido agregar a las instalaciones enfriadas por aire

### El árbol de soluciones de enfriamiento líquido



Utilice este árbol de decisiones para elegir la solución de enfriamiento líquido adecuada.





## La implementación de RDHx

Como un primer paso hacia la incorporación gradual del enfriamiento líquido para desarrollar un sistema de enfriamiento híbrido, muchas organizaciones utilizan los RDHx, ya que estos pueden usarse con la tecnología de enfriamiento por aire existente y no necesitan cambios estructurales significativos en los espacios libres. Las puertas traseras amplían la profundidad del gabinete y necesitan una distancia mínima entre la puerta y otros objetos para garantizar un flujo de aire libre de obstrucciones.

Los RDHx utilizan el aire para enfriar los racks, pero capturan el calor a través de un intercambiador de calor líquido-aire montado en los racks y el aire que sale del intercambiador de calor circula hasta la habitación a temperatura ambiente. Las puertas traseras pueden configurarse como unidades pasivas o activas. Los intercambiadores de calor pasivos utilizan los ventiladores del servidor para hacer circular el aire caliente a través de un serpentín lleno de líquido, el cual absorbe el calor antes de que el aire regrese al centro de datos. Debido a que no tienen ventiladores ni otras partes móviles que requieran alimentación, las unidades pasivas no suponen ningún costo de uso anual para las puertas mismas. Estas puertas pasivas son ideales para cargas de 5-25 kW. Al no contar con partes móviles, estas unidades pasivas también reducirán la cantidad de ruido en la instalación.

Las unidades activas apoyan a los servidores con ventiladores conectados a la parte trasera de la puerta, los cuales pueden hacer circular el aire caliente a través del serpentín y conducir el aire neutral hacia el espacio de TI. Los ventiladores pueden modular entre 0-100 % según la presión diferencial a través del serpentín o la diferencia de temperatura medida. Las puertas traseras activas pueden enfriar entre 50 y 70 kW con base en los parámetros de la aplicación.

El control del caudal de fluido para puertas pasivas o activas puede ajustarse con base en la temperatura del agua de retorno por medio de una válvula moduladora para garantizar que la puerta funcione de manera eficiente. Estas unidades cuentan con capacidades adicionales de monitoreo y control, las cuales ofrecen acceso remoto, alarmas y actualizaciones del estado del sistema.

Un RDHx, con el tamaño adecuado, puede eliminar la necesidad de estrategias de contención, como pasillos fríos y calientes. Sin embargo, se recomienda que las puertas del rack se mantengan una frente a la otra en un patrón de pasillo caliente/pasillo frío.

## Las buenas prácticas para la implementación y la gestión de CDU

Las CDU crean un circuito secundario aislado separado del suministro de agua helada, lo cual permite que los equipos puedan contener y gestionar los fluidos utilizados en los sistemas de enfriamiento líquido y controlar con precisión su presión, temperatura, caudal e incluso la calidad de la filtración.

Las CDU están equipadas con filtros del lado del suministro, los cuales generalmente tienen un tamaño de 50 micrones. Los filtros mantienen el suministro de fluido libre de contaminantes y residuos, con lo cual se protege la integridad de la placa fría del servidor y se mantiene su rendimiento. La separación de las aletas (fin pitch) en la placa fría es el espacio entre las aletas elevadas en la superficie de la placa fría. Cuando los equipos implementan placas frías con una separación de 100 micrones entre las aletas, se recomienda utilizar filtros de no más de 50 micrones para reducir la posibilidad de que se acumulen residuos dentro del espacio entre las aletas en la placa fría y afecten negativamente el rendimiento o la vida útil del sistema.

Para determinar los requisitos de la CDU, el ingeniero de aplicaciones evaluará el número de racks a soportar, la relación calor-líquido para los equipos de TI enfriados por líquido en cada

rack, el caudal necesario para cada rack y el diseño de las instalaciones. Por ejemplo, las CDU que soportan sistemas con altos caudales se quedarán sin capacidad de bombeo antes de que el calor supere su capacidad térmica. Como resultado, estas aplicaciones necesitan una mayor redundancia. Después de establecer los requisitos, el ingeniero deberá:

- **Conectar las CDU con los equipos clave:** Las CDU de líquido a líquido deberán conectarse con el suministro de agua fría de la instalación u otra fuente de rechazo de calor para proporcionar el refrigerante necesario para eliminar el calor de los líquidos. Además, las CDU deben conectarse mediante tuberías de entrada y salida con el líquido que necesita enfriamiento. Las CDU contienen un intercambiador de calor que transfiere calor al suministro de agua helada, lo cual completa el proceso de enfriamiento de líquido a líquido.

Las CDU de líquido a aire no necesitan un suministro de agua helada para ofrecer enfriamiento líquido al rack, sino que proporcionan un circuito de fluido secundario independiente al rack y expulsan el calor hacia el centro de datos. El circuito de fluido secundario es un sistema aislado que ofrece un fluido helado a los servidores enfriados por líquido en un entorno que de otro modo sería enfriado por aire. Al expulsar el calor directamente al centro de datos, las CDU de líquido a aire pueden confiar en los sistemas de enfriamiento de aire existentes para capturar y rechazar el calor hacia el exterior.

- **Determinar la ubicación de las CDU:** Las CDU pueden colocarse en varias ubicaciones. Con la ubicación en filas o en racks, las CDU alimentan las filas o los racks de forma individual, respectivamente. Además, se pueden ubicar al final de una fila, para alimentar los racks de dicha fila.

Finalmente, pueden agruparse al final de un centro de datos, para alimentar un circuito de fluido común que abastezca todos los racks de las salas. Los equipos tomarán esta decisión con base en el nivel de redundancia deseado, la eficiencia deseada para el enfriamiento líquido y los fondos de los gastos de capital (CapEx) que tienen para nueva tecnología.

- **Decidir el nivel de redundancia deseado:** Para lograr una redundancia N+1 a nivel de fila se necesitan dos CDU: la primera para alimentar los racks y la segunda como respaldo. Esto ocupa un valioso espacio y aumenta los costos. Sin embargo, los MTDC pueden elegir este diseño para ofrecerles redundancia a las implementaciones de tecnología de los clientes individuales.

Probablemente, los equipos de TI y de instalaciones empresariales agruparán todas las CDU de forma centralizada para ofrecer un flujo de fluido adecuado, lograr la redundancia con menos unidades y escalar más rápidamente.

- **Determinar los requisitos de enfriamiento líquido:** La cantidad necesaria para soportar 1 MW de carga de TI varía en función de las temperaturas de la carga de trabajo y los caudales.

Los equipos de TI y de instalaciones determinan los requisitos hidráulicos y de potencia del rack. La tabla que se muestra a continuación muestra un ejemplo de un sistema de enfriamiento líquido directo al chip que enfría 20 racks de 50 kW. La especificación de calor a líquido es para el sistema de enfriamiento líquido de placa fría, donde las placas frías se colocan sobre los componentes de los equipos de TI que generan la mayor cantidad de calor. Otros componentes dependen de los sistemas de aire para el enfriamiento.

El caudal de líquido es de unos 1,5 litros por min/kW, lo cual depende de la efectividad de la transferencia térmica de la placa fría y del calor generado por los componentes de TI enfriados con líquido. El ingeniero encargado de la instalación consultará con el proveedor de equipos de TI para determinar los requisitos de caudal superior e inferior, y establecer el caudal deseado. El equipo de la instalación revisará los caudales periódicamente y aumentará los rangos permitidos cuando el equipo de TI se actualice.

Además, los equipos de TI y de instalaciones y los contratistas inspeccionarán el circuito de líquido para asegurarse de que las tuberías puedan soportar los requisitos de caudal deseados. Este grupo también querrá verificar las dimensiones de la tubería, la entrada secundaria y el cabezal de retorno, para asegurarse de que coincidan con las conexiones con las CDU. El sistema utilizará reductores de tuberías para conectar los circuitos hidráulicos con las CDU.

## Implementación representativa de enfriamiento híbrido para una carga de TI de 1 MW

Cantidad de racks enfriados por líquido	20		
Potencia total por rack	50 kW	Potencia de grupo total	1 MW
Calor a líquido	37.5 kW	Calor a líquido de grupo total	750 kW
Calor a aire	12.5 kW	Calor a aire de grupo total	250 kW
Caudal por rack	56.25 lpm	Caudal de líquido de grupo total	1125 lpm
Flujo de aire por rack	1875 CFM	Tasa de flujo de aire de grupo total	37500 CFM

Únicamente con fines ilustrativos. Las condiciones reales del sitio pueden variar.



## Un desglose de los nuevos requisitos energéticos para las cargas de trabajo de TI de 1 MW

¿Cómo cambian los requisitos energéticos con el enfriamiento líquido? La carga de energía de TI puede seguir siendo la misma a medida que los equipos del centro de datos permitan nueva IA y otras cargas de trabajo de TI de 1 MW. Sin embargo, la densidad de los racks aumentará, lo cual consolidará el consumo energético en menos racks.

En otros escenarios, puede que los equipos del centro de datos deseen aumentar la potencia general de TI para ampliar las operaciones informáticas.

De cualquier manera, el equipo de TI y de instalaciones se asegurará de que la distribución eléctrica ofrezca el mayor amperaje exigido por el hardware de computación de IA. Los equipos pueden alcanzar este objetivo al:

- **Instalar un busway nuevo:** Un busway de alto amperaje puede proporcionar la alimentación suspendida que necesita el nuevo hardware informático. Las cajas de conexiones que consumen energía tendrán el tamaño adecuado para proteger el flujo de corriente.
- **Tomar en cuenta la redundancia:** Es posible que los equipos quieran implementar fuentes de alimentación A+B, cada una con conmutadores de transferencia automática, unidades de suministro ininterrumpido de energía (UPS) y unidades de

distribución de energía (PDU), con el fin de ofrecer redundancia para duplicar los componentes críticos y garantizar la continuidad energética para las cargas de trabajo

Entre mayor sea la redundancia, mayor será la protección contra los periodos de inactividad. Sin embargo, los sistemas adicionales pueden aumentar el presupuesto general. Se pueden implementar múltiples modelos redundantes, incluidos N, N+1, N+2 y 2N.

- **Determinar cómo enrutar la electricidad:** Los equipos pueden encargar a un electricista para que realice las conexiones eléctricas con el rack o combine el busway de mayor amperaje con la rPDU de mayor amperaje. Si los equipos eligen las rPDU, decidirán si contratarán a un electricista para que haga las conexiones o usarán una rPDU tradicional con un enchufe.

Aunque las rPDU tradicionales son más fáciles de instalar, los equipos pueden reducir la cantidad de PDU dentro de cada gabinete por medio de cablearlas. Menos rPDU se traduce en que los gabinetes tendrán más espacio para los equipos de enfriamiento líquido, como las tuberías de enfriamiento líquido directo al chip, los distribuidores, las CDU y los RDHx.

## Reestructurar la energía de CA para soportar una instalación de enfriamiento líquido

La reestructuración de la energía de CA para soportar la incorporación de enfriamiento líquido exige una evaluación del tren de potencia completo desde las cargas del servidor hasta la alimentación de la red pública. De esta manera, el equipo eléctrico del sitio puede garantizar suficiente continuidad energética crítica para las nuevas aplicaciones de HPC.

Actualmente, los sistemas de energía de CA estándar soportan la mayoría de aplicaciones de enfriamiento líquido de alta densidad. Sin embargo, algunos sitios de enfriamiento líquido necesitarán la reconfiguración, la redistribución o el reemplazo completo de la infraestructura eléctrica.

Como preparación para el enfriamiento líquido, los equipos de TI y de instalaciones trabajarán con un consultor de diseño, quien diseñará una solución de energía térmica integrada y se concederá mucha atención a la distribución física del espacio y las posibles interferencias mecánicas. Este proceso permite que los

equipos puedan actualizar la potencia crítica para soportar el crecimiento empresarial continuo o mejorar la redundancia para garantizar la continuidad energética en las salas enfriadas por líquido y en los racks.

El proceso de reestructuración de energía de CA incluye:

- **Evaluar el estado actual:** El equipo eléctrico definirá el estado actual del suministro eléctrico que soporta la infraestructura y las cargas de trabajo de TI frente a la distribución eléctrica y la infraestructura deseada necesarias para soportar las cargas de trabajo de HPC. El equipo:
  - Creará un inventario detallado de la potencia, las líneas eléctricas asociadas y los estados deseados para elaborar los requisitos de reestructuración.

- Capturará la capacidad de respaldo, acondicionamiento y distribución de energía disponible (como clasificación y conectividad) para maximizar la utilización de la reestructuración de energía y definir cualquier soporte suplementario necesario.
- Documentará el tamaño y la disposición del cableado de alimentación, especialmente desde la PDU, el panel de potencia remoto (RPP) y el busway hasta el equipo donde el cambio de concentración de la carga es más agudo.
- Evaluará las cargas generales del rack y de los discretos racks internos para la implementación de rPDU, y tomará en cuenta las estrategias de redundancia, el equilibrio entre fases y el tipo y el número de conexiones.
- **Planificar e implementar la reestructuración:** El equipo eléctrico determinará los requisitos y el proceso para convertir la infraestructura eléctrica con el fin de alojar nuevos sistemas de enfriamiento líquido y su construcción, y evaluará las posibles mejoras. El equipo analizará las limitaciones físicas asociadas con las cargas de potencia concentradas en los racks (como las conexiones y la ruta del cableado) y la mejor forma de integración con la infraestructura de enfriamiento líquido.
- **Gestionar los nuevos sistemas:** El equipo eléctrico considerará la posibilidad de trabajar con socios de energía para definir y ofrecer monitoreo, análisis y gestión de servicios continuos de potencia crítica para garantizar la continuidad de la potencia crítica. El equipo de instalaciones establecerá y monitoreará el rendimiento energético y los parámetros de alarma, y confirmará la preparación para gestionar nuevos sistemas eléctricos de manera continua.

## Elegir los racks adecuados para las cargas de trabajo de la computación de IA

Para implementar nuevas cargas de trabajo de IA, los equipos deberán cambiar su enfoque a la hora de elegir los racks. Los racks soportarán entornos informáticos densos de hasta 50 kW y, en última instancia, más de eso. Por lo tanto, a la hora de elegir los racks, entre más grande sean, mejor. Los racks de entre 42U y 52U ofrecen espacio para los servidores equipados con aceleradores, la infraestructura de red, los equipos de distribución de energía y los cables. Si se eligen racks más altos, se tendrá en cuenta la altura del techo, ya que algunos sitios solo cuentan con una altura libre de 2 m en el centro de datos o a través de las puertas. Los equipos deben planificar que cada rack soporte hasta 3000 libras (1,36 kg) de peso estático para soportar una mayor densidad del equipo. Como resultado, es poco probable que los equipos puedan reutilizar los racks existentes para soportar los nuevos equipos de computación de IA/HPC. Además, deben invertir en la gestión del cableado para reducir el desorden y evitar el riesgo de desconectar los componentes esenciales. Otras guías incluyen:

### 1 Elegir racks amplios

El rack más común en un centro de datos enfriado por aire tiene 600 mm (24 pulgadas) de ancho y se alinea con los paneles del piso elevado. Cuando se implementa el enfriamiento líquido, los equipos pueden beneficiarse de elegir racks más anchos

y 800 mm (31,5 pulgadas) suele ser el tamaño más común. Este tamaño ofrece 100 mm adicionales de espacio (4 pulgadas) a cada lado de los rieles de montaje del servidor ubicados centralmente.

Esto concede espacio adicional para las tuberías de distribución de refrigerante y un cableado de alta potencia en la parte trasera de un rack enfriado por líquido. Además, concede espacio libre adicional y sin obstáculos directamente detrás del equipo de TI, lo cual permite mantener el flujo de aire adecuado a través del equipo y hacia la parte trasera del rack. Abarrotar esta área con un rack más estrecho puede impedir el flujo de aire, aumentar las temperaturas, reducir la eficiencia del enfriamiento y degradar el rendimiento de TI a medida que aumentan las temperaturas.

### 2 Elegir racks más profundos

Además de una mayor anchura, los sistemas de enfriamiento líquido se benefician de racks más profundos. Las nuevas tuberías ocupan un espacio que los racks enfriados por aire no necesitaban antes. Además, los equipos de TI de alta potencia requieren cables de alimentación más gruesos para ofrecer una mayor potencia y se necesitan PDU más grandes para manejar una mayor amplitud. Aunque los racks de 1000-1100 mm (40 o 43,5 pulgadas) de profundidad han funcionado para algunas carcasas de enfriamiento por aire, los racks para el enfriamiento



líquido deben tener 1200 mm (48 pulgadas) de profundidad. Esto resulta especialmente cierto cuando se utiliza un RDHx, ya que la profundidad adicional permite un mejor flujo del aire (recuperación estática). De manera similar, los sistemas de enfriamiento directo al chip necesitan espacio para montar las válvulas de distribución en el rack, el cableado, y las rPDU.

### **3 Tomar en cuenta dónde colocar las tuberías**

Además, las tuberías que pasan por debajo del piso hasta las filas de los racks deberán alimentar cada rack de forma individual. Estas tuberías pueden tener un gran diámetro y cambiar el patrón del flujo de aire debajo del piso, previsto originalmente por los diseñadores del centro de datos para el cableado de potencia o de datos. En el caso de una construcción totalmente nueva, los diseñadores pueden usar el piso elevado para las tuberías y el cableado eléctrico y de datos suspendido. En el caso de la actualización de una instalación existente, es posible que los diseñadores deban trasladar los racks y el sistema de enfriamiento por aire existentes, lo cual podría interferir con las líneas de tuberías y resultar costoso y negativo para el rendimiento operativo.

Una alternativa es imitar los diseños totalmente nuevos, desmantelar el espacio bajo el suelo y aprovecharlo únicamente para las tuberías, y mover los cables de potencia y datos suspendidos. Separar el cableado de las tuberías ofrece múltiples ventajas, tales como aliviar el riesgo de que una fuga de fluido afecte el cableado y disminuir la interferencia laboral cuando los trabajadores empujan o mueven accidentalmente los cables para apartarlos mientras trabajan en un sistema, incluso si es de forma intencional y temporal. La interferencia laboral puede afectar negativamente otros sistemas.

Probablemente, los equipos en los centros de datos con paneles en el piso utilizarán tuberías y cableado eléctrico suspendidos, y deberán tomar en consideración cuestiones como el peso del sistema y el espacio disponible. Para más información, consulte la sección “Diseño del espacio técnico”.

### **4 Planificar los cambios en el espacio libre entre las filas**

El espacio entre las filas puede verse afectado si el equipo de enfriamiento líquido, como un RDHx, agrega profundidad a un rack. Por ejemplo, piense en dos racks colocados con las partes traseras una frente a la otra, como ocurre comúnmente en los pasillos calientes. De esta forma, cada rack gana hasta 330 mm (13 pulgadas) de profundidad al agregar un RDHx, mientras que el ancho del pasillo se reduce en 400 mm (16 pulgadas). Esto puede dar como resultado un pasillo demasiado estrecho para un enfriamiento eficaz y no permitir el trabajo funcional entre los racks.

### **5 Prepararse para diferentes usos del espacio**

Los racks de alta densidad ocupan menos espacio libre, pero la proporción de espacio mecánico a espacio libre en los centros de datos de alta densidad y enfriamiento líquido varía. Por ejemplo, al reemplazar 100 racks de 10 kW por 20 racks de 50 kW se reduce el espacio libre. Sin embargo, los equipos deberán implementar el nuevo equipo necesario para el enfriamiento líquido, como las CDU, las unidades de enfriamiento en interiores, las tuberías, los tanques de almacenamiento, los dispositivos de tratamiento y los sistemas de detección y monitoreo de fugas. En cambio, los equipos pueden desmantelar algunos equipos de enfriamiento por aire, lo cual podría liberar algún espacio. Sin importar si hay una disminución o un aumento del espacio disponible, los equipos también deben tener en cuenta los beneficios que la implementación de un sistema de contención de pasillos puede aportar a su espacio libre.

## Aprovechar las oportunidades para reducir los costos

Independientemente del tipo de tecnología o de las actualizaciones necesarias para implementar el enfriamiento líquido, la implementación de una solución híbrida es una inversión importante. Aunque esto podría ser motivo de preocupación para algunos, los equipos de instalaciones y TI de los centros de datos tienen muchas oportunidades para reducir los costos iniciales de los gastos de capital e implementar la infraestructura de enfriamiento líquido.

Existen muchas maneras de hacerlo, entre ellas:

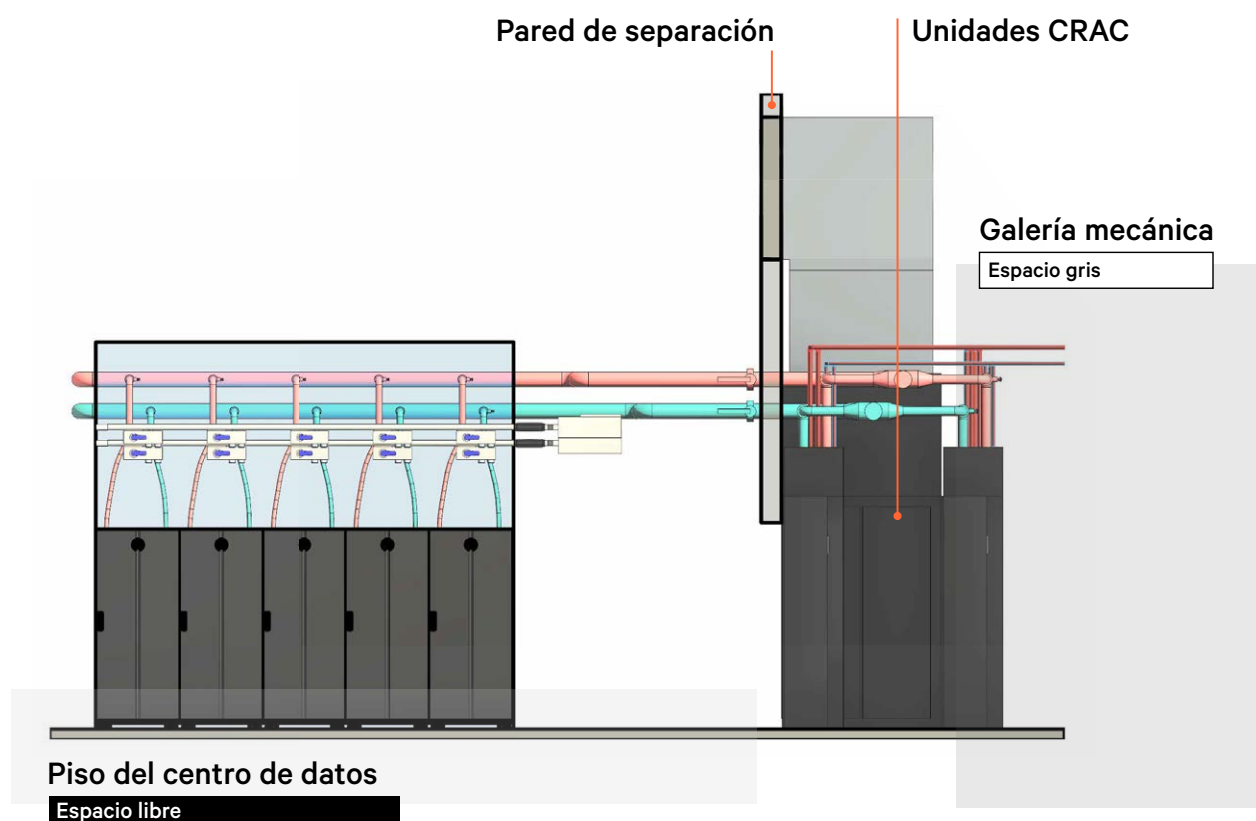
- **Realizar una evaluación exhaustiva del sitio:** Como se mencionó anteriormente, una auditoría del sitio debería ser una de las primeras actividades que los equipos del centro de datos realizan cuando buscan implementar un sistema de alta densidad. Revise las condiciones de la infraestructura existente para identificar áreas que necesiten modificación, renovación o equipo nuevo para soportar esta carga de trabajo de TI de mayor densidad. Trabaje con expertos internos y externos para garantizar que se comprenda todo el alcance.
- **Aprovechar la infraestructura existente:** Gran parte de la infraestructura instalada, como los gabinetes, las PDU, los UPS y el enfriamiento, puede reutilizarse en aplicaciones de alta densidad. En lugar de invertir innecesariamente en equipos que dejan obsoletos los productos existentes, trate de utilizar tanto como sea posible.
- **Utilizar la infraestructura de enfriamiento existente:** Uno de los principales beneficios de las soluciones de enfriamiento híbrido es la capacidad de aprovechar la infraestructura de enfriamiento existente. Al implementar una planta de enfriamiento split para interiores, los clientes pueden utilizar los condensadores exteriores existentes para rechazar el calor. Cuando se implementan CDU líquido-aire en aplicaciones directas al chip, las unidades de enfriamiento de las salas existentes siguen formando parte de la infraestructura híbrida.
- **Reutilizar la red eléctrica:** Aunque algunas cargas de trabajo de IA/HPC aumentan los requisitos energéticos, otras solo consolidarán la energía en implementaciones de rack más densas. En dichos casos, los UPS, los busway y las PDU existentes pueden reacomodarse para satisfacer las nuevas necesidades o usarse para complementar los nuevos requisitos energéticos, lo cual limita la inversión inicial.
- **Aprovechar los racks de TI existentes:** No todas las implementaciones de AI/HPC ocuparán espacio U adicional dentro de los racks para soportar una mayor carga de trabajo. Cuando sea posible, los equipos deben maximizar el uso de los racks existentes para limitar la inversión inicial. Los servidores enfriados por líquido ocupan menos espacio en comparación con los disipadores de calor enfriados por aire.
- **Elegir cuidadosamente los líquidos y los refrigerantes:** En el mercado existe un gran número de opciones disponibles a distintos precios, por lo cual los equipos de centros de datos pueden ser muy selectivos a la hora de elegir el fluido o el refrigerante más adecuado desde un punto de vista económico, de disponibilidad y de compatibilidad de materiales. Elegir uno que sea más económico que los demás contribuirá a reducir los gastos iniciales.
- **Centrarse en soluciones energéticamente eficientes:** La eficiencia energética es la principal prioridad para los inversores y los operadores. Elegir equipos diseñados para maximizar la eficiencia energética contribuirá a reducir los costos operativos continuos. Existen muchas opciones de enfriamiento líquido que ofrecen importantes ganancias de eficiencia, lo cual lleva a ahorros a largo plazo.
- **Implementar los cambios de forma gradual:** No es necesario instalar la nueva implementación de alta densidad ni la infraestructura de enfriamiento híbrido de soporte en una gran actualización del sistema. Comience con las áreas o equipos críticos, y continúe gradualmente con todo el centro de datos para distribuir los costos de capital a lo largo del tiempo. Trabaje con socios en tecnología para decidir cuáles productos necesitan implementarse primero para soportar la expansión futura. Considere la posibilidad de usar sistemas modulares, los cuales pueden agregarse de forma gradual para facilitar la incorporación de líquido en el centro de datos.

## Diseñar el espacio mecánico

¿Dónde deberían ubicar los equipos los sistemas de enfriamiento? En algunos casos, el equipo puede ubicarse en el espacio libre. Sin embargo, la mayoría de equipos de operaciones de instalaciones empresariales o los MTDC prefieren ubicar los equipos de enfriamiento líquido en espacios grises, los cuales pueden compartirse con los equipos eléctricos.

Un escenario típico es ubicar el equipo en un pasillo o galería alrededor del perímetro del espacio libre. Esta galería puede tener un piso elevado a nivel del espacio libre o tener un piso a desnivel.

Otro escenario menos común es una fosa de concreto más profunda alrededor de la galería con el nivel del piso elevado por encima de la fosa, a nivel del piso elevado del espacio libre. En este escenario, las tuberías grandes suelen ubicarse en el piso de la fosa o en sus paredes. El objetivo es crear un espacio adecuado para el servicio y el mantenimiento continuos.



Los sistemas de enfriamiento por aire que dan servicio a los sistemas de TI en el espacio libre pueden penetrar la galería a través de conductos o cortes en las paredes. Según el diseño, estas zonas, las cuales permiten la circulación del aire, pueden necesitar compuertas cortafuegos.

A la hora de diseñar el espacio mecánico, los equipos y contratistas deben asegurarse de que el espacio sea el adecuado para instalar, retirar y reemplazar cualquier elemento sin interrumpir el funcionamiento de los demás equipos. Por esta razón, es posible que el espacio de los pasillos sea superior a los exigidos por los códigos eléctricos, contra incendios y de accesibilidad.

Además de tomar en consideración el espacio, se recomienda calcular inicialmente si el piso existente puede soportar la carga del nuevo equipo y si se necesitan abrazaderas atornillables.

Debido a que las tuberías se instalan de forma suspendida, los equipos de TI y de las instalaciones se asegurarán de que las válvulas y otros elementos sean de fácil acceso para el mantenimiento.

## Diseñar el espacio técnico

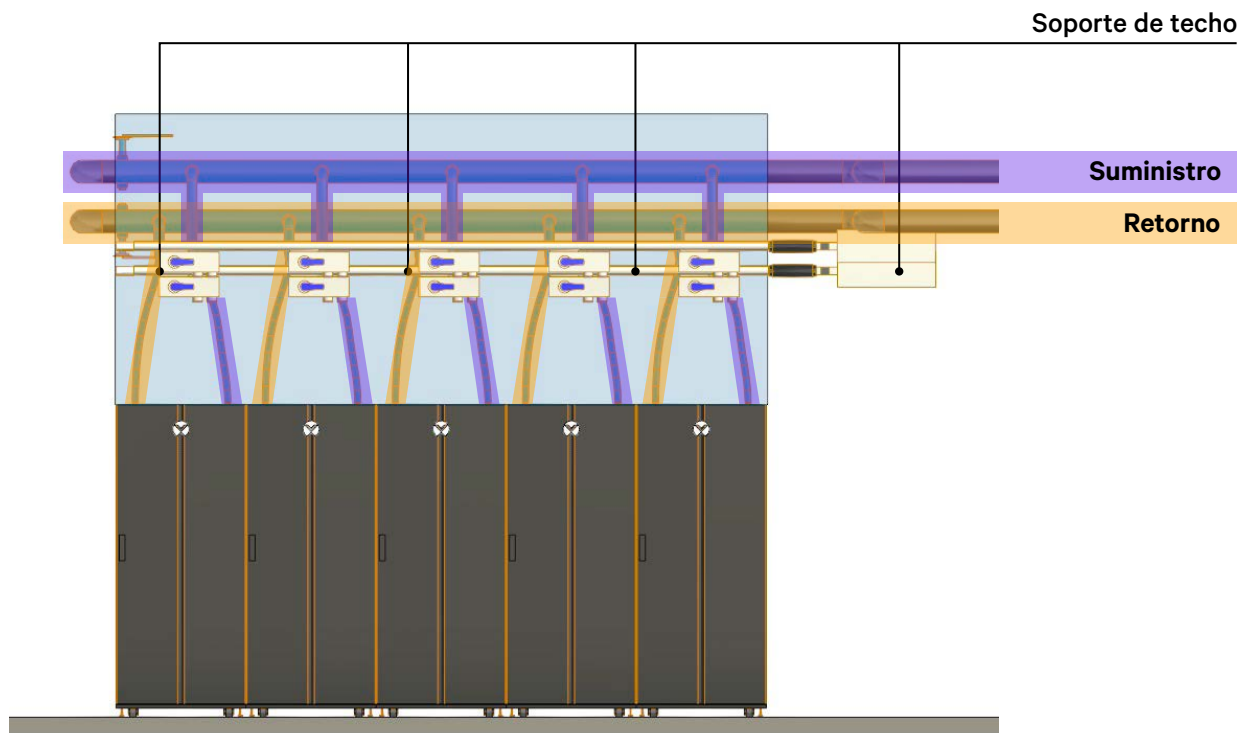
A continuación, el equipo de TI, de instalaciones y de energía trabajará con el consultor de diseño para diseñar el espacio técnico, la ubicación de los racks, la distribución del enfriamiento por aire, las tuberías de fluidos, los sistemas de distribución de energía y los equipos de monitoreo. Un factor clave que guiará la toma de decisiones será si el centro de datos tiene un diseño de piso elevado o no elevado.

En el caso de un piso no elevado, el equipo considerará un diseño técnico que ubique las tuberías y los conductos de energía sobre los racks con varillas roscadas, las cuales colgarán de las vigas del techo como soporte.

El diseño tomará en cuenta el peso de las bandejas de portacables y tuberías de soporte para asegurarse de que las vigas suspendidas y las estructuras del techo puedan soportarlas.

Además, el equipo comprobará que exista suficiente espacio para alojar las tuberías y dar mantenimiento a los equipos. Para continuar con el ejemplo de carga de TI de 1 MW, un equipo necesitaría 20 posiciones de rack de 50 kW, cada una con un índice bajo de 1,5 lpm (0,4 galones por min/kW)f.

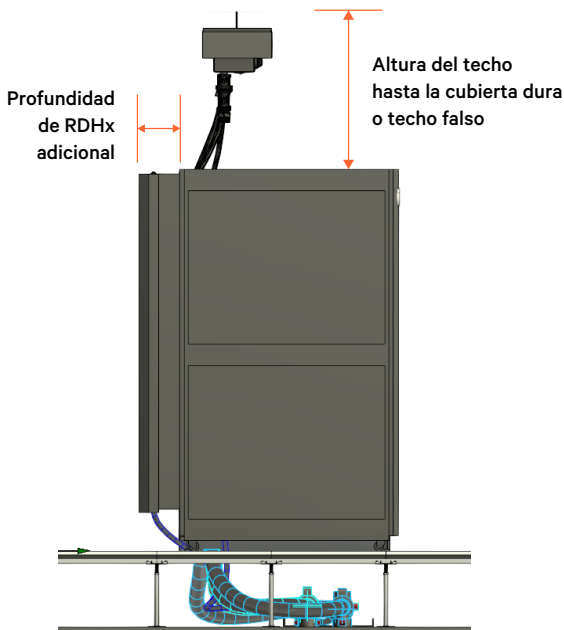
## ¿Cómo soportan las varillas roscadas la infraestructura suspendida?



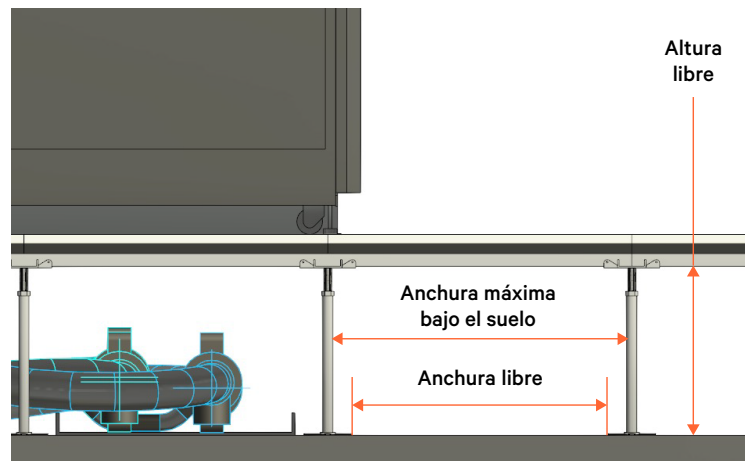
Esta ilustración muestra un distribuidor de suministro y retorno de líquido y barra de alimentación suspendidos.



## Poner en marcha equipos de enfriamiento líquido suspendidos en instalaciones de piso elevado



Esta ilustración muestra cómo poner en marcha un intercambiador de calor de puerta trasera agrega profundidad a los racks.

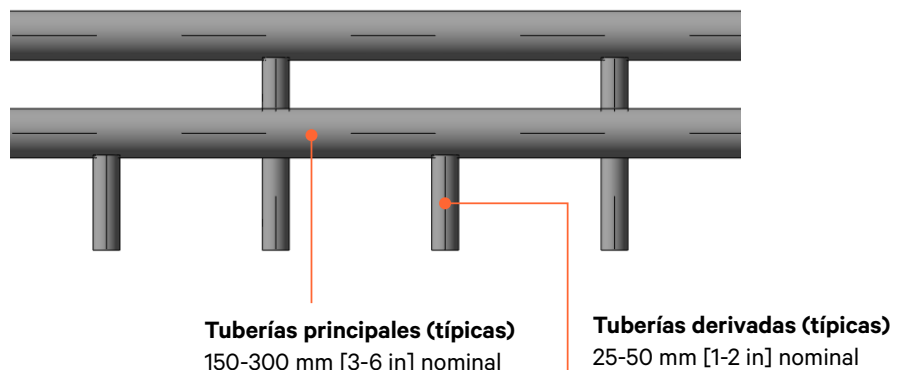


Esta ilustración muestra el espacio libre necesario para alojar tuberías debajo del piso en una instalación con un diseño de piso elevado. Las dimensiones serán diferentes de un sitio a otro.

## Determinar la ubicación y el tamaño de las tuberías

Los flujos o capacidad de las tuberías estarán limitados por la velocidad y la presión. Los flujos de fluidos a alta velocidad pueden ocasionar erosión en los codos de las tuberías y generar ruido. La pérdida de presión depende del caudal, la longitud del recorrido y el uso de dispositivos como válvulas y conexiones rápidas.

### La asignación de espacio adicional debajo del piso para los requisitos de las tuberías



Los diseños debajo del piso para las tuberías deben dejar espacio suficiente para las tuberías, el aislamiento y el cruce de tuberías. Las dimensiones serán diferentes de un sitio a otro.

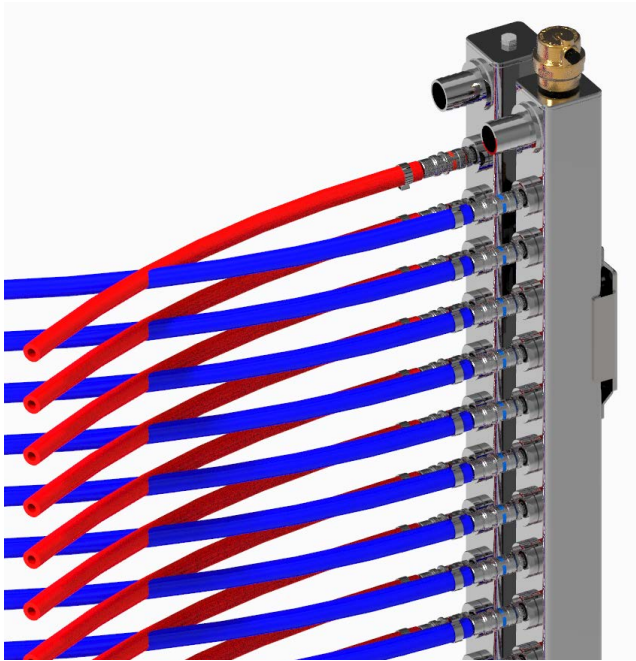
Además, las tuberías ofrecerán un circuito para aislar las válvulas de los racks, lo cual reduce la posibilidad de fugas.

Cuando las tuberías se instalan debajo de los pisos elevados, estas deben caber en el espacio disponible. El consultor de diseño tomará en cuenta el tamaño de la tubería y el aislamiento alrededor de esta. Si el equipo agrega 25 mm (o 1 pulgada) de aislamiento a una tubería, el diámetro total de la tubería envuelta aumentará en 50 mm (o 2 pulgadas). El consultor de diseño también tomará en consideración los cruces entre tuberías y los requisitos de altura adicionales al finalizar la altura debajo del suelo y el sistema de tuberías.

## La elección de distribuidores y acoplamientos

Al igual que las tuberías, un distribuidor en el rack es un producto relativamente sencillo, el cual puede configurar y despreocuparse de él. Sin embargo, los equipos de TI y de instalaciones todavía deben considerar algunos requisitos de diseño únicos, ya que los distribuidores se colocan en los racks y son el último punto de contacto de la red de fluidos secundaria que alimenta el servidor. A la hora de elegir los distribuidores, los equipos deben tomar en cuenta la compatibilidad del material, el caudal, la presión, la uniformidad de la distribución del flujo y la caída de presión.

Garantizar la compatibilidad del material resulta especialmente importante, pues los equipos quieren evitar la corrosión galvánica, la cual podría ocasionar fallos catastróficos en el distribuidor o la carcasa del servidor. La corrosión galvánica se produce cuando dos metales diferentes entran en contacto entre sí en presencia de un electrolito. El metal menos resistente a la corrosión se oxidará y se descascarará.



Además, los componentes utilizados para sellar cada unión, las mangueras usadas para los fluidos y los acoplamientos deben ser compatibles con el material húmedo elegido. Si son incompatibles, los sellos podrían comenzar a deteriorarse; algunos pequeños trozos podrían romperse, ingresar a la corriente de flujo y dañar los disipadores de calor circuitos abajo.

El enfriamiento directo al chip utiliza refrigerante para extraer el calor de las placas frías y dirigirlo a la CDU para eliminarlo del centro de datos. Para que este proceso funcione, es necesario que haya un caudal adecuado. Como resultado, los equipos deben asegurarse de que los distribuidores y acoplamientos tengan el tamaño adecuado, así como suficiente presión para proporcionar un caudal adecuado a través del sistema de enfriamiento.

Además, cada componente del sistema, incluidos los distribuidores y acoplamientos, deberá resistir la caída de presión y la alta presión. El sistema múltiple será capaz de aislar los racks y servidores individuales para proteger los equipos de TI contra fugas y permitirá el mantenimiento planificado y no planificado.

Para evitar las fugas de líquido del sistema de enfriamiento líquido al conectar o desconectar los acoplamientos, los acoplamientos del servidor y del distribuidor deben tener una desconexión rápida antigoteo con una válvula interna y un sello. El fluido no debe fluir hasta después de una conexión completa y la válvula debe volver a sellarse inmediatamente después de iniciar una desconexión.

Los distribuidores en el rack conectados desde abajo también necesitan purgadores de aire, los cuales controlan la apertura de la válvula para la liberación de aire, incluida la presión del fluido. Además, es posible que los equipos necesiten implementar configuradores de circuitos para aliviar la presión del distribuidor secundario ya que este se conecta con el distribuidor en el rack.

Finalmente, la conexión del sistema secundario de tuberías de la red de fluidos con el distribuidor en el rack contará con una válvula de aislamiento intermedia. Por lo general, los fabricantes utilizan una válvula de aislamiento (como una válvula de bola) entre la tubería de la red de fluidos secundaria y la entrada del distribuidor en el rack para facilitar el aislamiento del sistema secundario. Aunque es posible agregar controles, estos aumentan considerablemente el costo de la solución.



## Obtener y utilizar materiales compatibles

Los principales factores que impulsan la elección de fluidos para el enfriamiento líquido incluyen la presencia o la ausencia de agua helada en el sitio, así como la necesidad de garantizar la compatibilidad con todos los sistemas y componentes del circuito de líquido secundario.

Los fabricantes de enfriamiento directo al chip pueden indicar cuáles son los mejores fluidos para los circuitos de placa fría. Los proveedores utilizan cada vez más propilenglicol para mejorar y prolongar la calidad del fluido a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, el propilenglicol ofrece un menor rendimiento térmico en comparación con el agua pura, así que suele tratarse con biocidas e inhibidores para mantener el rendimiento térmico, aumentar la confiabilidad y fortalecer la protección contra la corrosión. Las buenas prácticas incluyen:

- **Garantizar la compatibilidad del material:** El fluido elegido será compatible con todos los sistemas que lo utilicen, incluida la bomba de la CDU, el intercambiador de calor, las válvulas, los acoplamientos, los accesorios de los sensores y las tuberías. Las tuberías incluyen mangueras, acoplamientos, sellos, juntas y fundente para soldadura. El distribuidor del rack enfriado por líquido incluye acoplamientos, mangueras y conectores para el circuito de placa fría. El conjunto de placas frías incluye acoplamientos, conectores, mangueras y la placa fría. Debido a que la mayoría de las placas frías se fabrican con cobre, los materiales húmedos no deben incluir aluminio, ya que esto ocasionaría la corrosión galvánica de la placa fría.

Para más información sobre los requisitos de compatibilidad de materiales, consulte las Directrices de enfriamiento líquido para centros de equipos de comunicación de datos, Sección 6.1.5: Requisitos de materiales húmedos de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE).

Además, los equipos deben tomar en consideración el impacto de la velocidad del fluido. El deterioro de las superficies húmedas como consecuencia de la erosión o la corrosión galvánica contaminará la corriente de flujo y ocasionará fallos catastróficos circuitos abajo en componentes delicados y críticos, como la placa fría.

- **Realizar pruebas periódicas:** Los equipos contratarán a un socio para realizar pruebas químicas periódicas para asegurarse de que los fluidos mantengan sus propiedades deseadas, como recomendación, dos veces al año. Se debe utilizar la misma composición de fluido durante todo el ciclo de vida del sistema para evitar interacciones químicas no deseadas como consecuencia de un material diferente.

Las pruebas de fluidos ofrecen dos beneficios principales: mantener la salud del fluido mediante la gestión de la contaminación y el impacto de la contaminación en la vida útil del fluido y garantizar que el fluido cumpla con los objetivos deseados del ciclo de vida sin necesidad de lavado o aditivos.

## Proteger los sistemas de enfriamiento líquido y de TI contra fallos

Los equipos de TI y de instalaciones pueden utilizar varias estrategias para reducir los riesgos de daños de TI debido a fugas de fluidos y disminuir de manera proactiva las fugas cuando ocurran. Estas estrategias incluyen:

- **Aislar la infraestructura de TI:** Al separar las tuberías de fluidos de los equipos o el cableado de potencia y TI, los equipos pueden reducir los riesgos de fugas. Además, cada rack deberá aislarse del sistema por medio de válvulas y cada servidor deberá aislarse del distribuidor en el rack para facilitar el mantenimiento de rutina y de emergencia. Al diseñar sistemas que les permitan a los usuarios detener el flujo de fluido hacia los racks y servidores individuales, los equipos pueden continuar realizando el mantenimiento en secciones específicas del centro de datos sin interrumpir las operaciones críticas. La tubería desde el distribuidor hacia el servidor

tendrá interconexiones con desconexiones rápidas antigoteo para evitar cualquier daño causado durante el mantenimiento de los servidores.

- **Visibilidad del sistema con el software de monitoreo:** Monitorear las condiciones ambientales alrededor de los sistemas enfriados por líquido es fundamental para garantizar la protección de los equipos de TI. El enfriamiento líquido es intrínsecamente diferente del enfriamiento por aire en lo relacionado con un tiempo de respuesta rápido del sistema en casos de fallos como consecuencia de las mayores densidades de calor existentes. Para garantizar la visibilidad en tiempo real del rendimiento del sistema y la seguridad de los equipos de TI, se deben recoger datos adicionales y actuar con rapidez. La integración del monitoreo inteligente del flujo y la detección avanzada de fugas en la solución de monitoreo

del sistema de enfriamiento permitirá una visibilidad más proactiva para identificar condiciones nocivas. Estos escenarios podrían incluir fugas de fluidos del sistema, niveles de humedad que permiten la condensación y temperaturas elevadas de los fluidos suministrados directamente a los equipos de TI.

Con el enfriamiento líquido, otra preocupación importante es la calidad del refrigerante. A la hora de elegir un paquete de software de monitoreo adecuado, se deben identificar los parámetros del fluido que causan corrosión, bloqueo o limitación de la capacidad de transferencia térmica del fluido.

Los sistemas enfriados por líquido y por aire ofrecerán importantes puntos de datos circuitos arriba para soluciones de monitoreo de nivel superior a través de protocolos industriales estándar, para una integración más sencilla en interfaces comunes existentes y proporcionar una visualización integral del estado del sistema. Esto permite que los MTDC y los equipos de operaciones en las instalaciones empresariales den a conocer fácilmente esta información para cumplir con los requisitos regulatorios y del cliente.

- **Aprovechar los controles del sistema de protección:**

En el caso de los sistemas enfriados por líquido, los controles sólidos proporcionarán no solo una lógica ejemplar de los componentes de la unidad de enfriamiento, sino también capacidades de supervisión a nivel de múltiples dispositivos y de reacción a nivel del sistema. A medida que aumentan las densidades de calor, se vuelve cada vez más importante el tiempo de reacción del sistema para responder a eventos de un mayor alcance en términos de datos (fuera del controlador de una sola unidad). El uso de avanzados controladores integrados permite interfaces flexibles y programáticas para recoger conjuntos de datos no tradicionales para una mejor protección de los equipos de TI y una eficiencia energética total del sistema. La supervisión entre dispositivos a través de estas interfaces permite la operación en todo el sistema mediante el intercambio de puntos de ajuste y la protección paralela de las temperaturas y el flujo del sistema. La conmutación por error automatizada de las unidades y los componentes redundantes garantizan esta protección, mientras que los parámetros de control de enfriamiento líquido específicos permiten una implementación sencilla de las iniciativas de eficiencia energética.

- **Usar sistemas minuciosos de detección de fugas:**

Se deben colocar sistemas de detección de fugas en todos los componentes del sistema que entran o salen de una CDU, y en ubicaciones críticas a lo largo del sistema de tuberías.

Estos ofrecen alarmas proactivas cuando la presión del fluido cae en los niveles de nodo, rack y centro de datos, lo cual indica la existencia de una fuga. Además, estos sistemas pueden identificar la ubicación de una fuga, lo cual les permite a los equipos realizar apagados controlados de la CDU, los servidores y sus sistemas de enfriamiento, y así agilizar los procesos de resolución de problemas y reparación de los equipos. La implementación de sistemas capaces de controlar la temperatura por debajo del punto de condensación es vital para limitar la formación de condensación y evitar posibles fugas.

- **Implementar sistemas con medidas de ciberseguridad integrada:**

De acuerdo con los informes del Uptime Institute, una de las principales prioridades de los gerentes de centros de datos es la ciberseguridad. Con base en esta encuesta, el 43 % de los participantes ha iniciado o aumentado las iniciativas de ciberseguridad como respuesta a los cambios regulatorios y el 64 % señaló preocupaciones sobre la seguridad de los datos como la principal razón por la cual no alojan cargas de trabajo de misión crítica en los centros de datos en la nube.<sup>2</sup> Esto se va más allá del equipo de TI y se extiende hasta la infraestructura de soporte. Las CDU, los RDHx, los equipos de alimentación de soporte y más necesitan protección contra amenazas cibernéticas. Elegir equipos de proveedores que integren protección en sus unidades elimina el estrés para los gerentes de sistemas y agiliza los tiempos de implementación.

Una advertencia: si en el futuro el equipo de TI y de las instalaciones adopta fluidos de baja o cero conductividad, querrán revisar y mejorar los sistemas existentes para asegurarse de continuar detectando cualquier cambio en las condiciones de los fluidos.

<sup>2</sup> Douglas Donnellan, et al., Pesquisa Uptime Institute Global Data Center 2023, Uptime Institute, julio de 2023, páginas 21-22, <https://uptimeinstitute.com/resources/research-and-reports/uptime-institute-global-data-center-survey-results-2023>



# Aprovechar los servicios de proyectos para prepararse para la activación de nueva capacidad

El equipo de TI y de instalaciones puede aprovechar los servicios de proyectos de los socios para prepararse para la instalación y la puesta en marcha del sistema de enfriamiento líquido en el sitio. Al ser un proyecto de infraestructura importante, requiere una planificación y una coordinación cuidadosas. Las fases y los servicios del proyecto incluyen:

- **Explorar el diseño de las aplicaciones:** El equipo de TI y de instalaciones aprovechará los servicios disponibles y trabajará con los socios clave para determinar el alcance del trabajo a realizar por medio de una evaluación térmica y eléctrica. Este proceso incluye ofrecerles instrucciones escritas a los contratistas eléctricos sobre dónde instalar o actualizar barras de alimentación y disyuntores de PDU en paneles de distribución y paneles eléctricos remotos. En el caso del enfriamiento, esto podría implicar derribar paredes, agregar o redirigir tuberías, dirigir el agua a través de los circuitos de agua helada, e implementar distribuidores.
- **Realizar pruebas fuera del sitio:** El integrador de sistemas probará todos los sistemas fuera del sitio para asegurarse de que funcionen correctamente antes de instalarlos en el centro de datos. El equipo de TI y de instalaciones revisará el equipo previamente a la llegada para asegurarse de que funcione correctamente.
- **Prestar servicios de gestión de proyectos:** El equipo de TI y de instalaciones desarrollará un documento donde detallará quién es responsable, debe rendir cuentas, es consultado e informado (RACI, por sus siglas en inglés). Este grupo ampliado incluirá los equipos de TI, instalaciones, salud y seguridad, así como el consultor de diseño, los fabricantes de equipos y los consultores mecánicos, eléctricos, de seguridad y de TI.

Después de crear el documento RACI, el equipo de TI y de instalaciones trabajará con expertos en el sitio para elaborar un plan de salud y seguridad que analice las tareas, los métodos, los riesgos y las estrategias de prevención. A continuación, el equipo de TI y de instalaciones puede crear con el consultor de diseño un plano del sitio, el cual incluirá todos los diseños hidráulicos, mecánicos y eléctricos para el espacio deseado.

Finalmente, el equipo de TI y de instalaciones querrá crear guías operativas, las cuales serán utilizadas por los equipos y los socios para el mantenimiento, la resolución de los problemas y el mantenimiento de emergencia. Con la creación de procesos definidos, la implementación de controles y el

mantenimiento de una gobernanza estricta, el grupo responsable de implementar el sistema de enfriamiento híbrido de aire a líquido puede reducir los riesgos y garantizar un proceso de implementación y entrega seguro y efectivo.

- **Instalar el sistema nuevo:** Luego, el equipo de integración externo implementará la nueva infraestructura de enfriamiento híbrido y aprovechará todos los documentos de guía y el trabajo de preparación. El equipo de TI y de instalaciones se asegurará de que cualquier empresa externa que trabaje con el proyecto de enfriamiento líquido envíe solo ingenieros certificados al sitio.

Una precaución es mantener el espacio y el equipo limpios y listos para la puesta en marcha. El equipo de integración instalará tapas de extremo en todas las tuberías, distribuidores y conectores abiertos.

- **Poner en marcha los sistemas:** Para asegurarse de que la nueva infraestructura de enfriamiento híbrida esté lista para usarse, los contratistas llevarán a cabo varias pruebas, como L3 (pruebas de arranque y detección de fugas), L4 (pruebas de aceptación en el sitio, las cuales pueden requerir pruebas de bancos de carga especializados) y L5 (pruebas de integración). Las pruebas de integración determinarán que los sistemas de enfriamiento, potencia, sala y monitoreo trabajan juntos de manera efectiva para gestionar las cargas térmicas deseadas que representan las condiciones operativas diarias que los sistemas soportarán. Además, los contratistas compartirán datos del sitio e informes de cierre.
- **Entregar el nuevo sistema:** Los fabricantes de equipos pueden capacitar al equipo de TI y de instalaciones en lo relacionado con los nuevos sistemas para que aprendan cómo operar y dar mantenimiento a los sistemas de manera efectiva y qué hacer en caso de anomalías en el rendimiento.

## Llevar a cabo un mantenimiento continuo

Los sistemas de enfriamiento líquido se monitorearán y controlarán constantemente. Los equipos querrán asegurarse de que todos los fluidos utilizados en los sistemas sean de alta calidad y consistentes en todas las aplicaciones, así como de identificar y eliminar cualquier fuga de forma proactiva.

Los fabricantes de equipos pueden prestar servicios continuos para proteger los costosos sistemas de enfriamiento líquido y garantizar operaciones efectivas. Estos servicios incluyen:

- **Llevar a cabo un monitoreo remoto:** Los fabricantes de equipos pueden ofrecer un portal web remoto para que los equipos de TI y de instalaciones puedan gestionar los sistemas de enfriamiento líquido en todo el mundo. Los equipos in situ responderán a las alarmas locales desde su sistema de administración del edificio y el socio realizará un seguimiento basado en el estado. Por medio de identificar las anomalías, el socio puede recomendar y realizar un mantenimiento proactivo y preventivo para evitar fugas y averías del sistema.
- **Llevar a cabo un mantenimiento preventivo:** Durante las visitas de rutina in situ, un socio realizará comprobaciones visuales y de control mecánicas, eléctricas e hidráulicas; además, dará mantenimiento a las bombas, reemplazará los filtros y verificará si hay corrosión presente. El manejo de líquidos puede darse durante estas visitas. Los socios gestionarán los sistemas para cumplir con los acuerdos de nivel de servicio predeterminados y compartirán informes continuos.
- **Gestionar los fluidos:** Cualquier fluido que pase a través de los distribuidores será extremadamente puro. Un socio tomará muestras de fluidos al menos dos veces al año, las enviará a un laboratorio para su análisis y adoptará medidas correctivas para restaurar la calidad del líquido.
- **Supervisar la gestión de los activos:** Puede que las compañías que dependen de servidores enfriados por líquido en sus centros de datos globales busquen subcontratar la gestión del sistema. Un socio puede gestionar las instalaciones en todo el mundo, cumplir con los ANS y compartir informes sobre cuándo se comprobaron los fluidos y los sistemas por última vez y qué mantenimiento se realizó.

Cabe destacar que algunos proveedores de equipos de TI tendrán requisitos específicos relacionados con el funcionamiento seguro de sus productos, como la aplicación de los sistemas de enfriamiento líquido. También se recomienda verificar la solución propuesta con el proveedor del equipo de TI para evitar una posible anulación de la cobertura de la garantía.



## Hacia el enfriamiento híbrido en el futuro próximo

Los propietarios y los operadores de centros de datos deben tomar muchas decisiones a nivel de rack y fila a medida que aumentan las densidades de energía en sus centros de datos existentes para satisfacer las necesidades comerciales y de los clientes de cargas de trabajo de HPC como los análisis y la IA.

Atravesar por cambios críticos de infraestructura asociados a mayores densidades de energía en los racks puede ser una tarea abrumadora. Los equipos de TI y de instalaciones pueden aprovechar los conocimientos de los consultores de diseño para diseñar sistemas de enfriamiento híbrido que satisfagan sus necesidades técnicas y comerciales. Además, pueden consultar a expertos provenientes de empresas que fabrican soluciones de gerenciamiento térmico de infraestructura crítica para conocer cuáles soluciones se ajustan mejor a las necesidades y los presupuestos.

Antes de recomendar las soluciones de enfriamiento líquido, Vertiv colabora con los clientes para responder preguntas críticas sobre sus instalaciones, sus cargas de trabajo y más. Vertiv ofrece productos compatibles con toda la cadena de gerenciamiento térmico (enfriamiento por aire, enfriamiento líquido y rechazo de calor exterior), equipos de distribución de energía, racks y contención, y software de monitoreo remoto para brindar soluciones integrales y simplificar la adquisición y otros procesos a lo largo del ciclo de vida. Finalmente, los clientes pueden aprovechar nuestros servicios de monitoreo remoto, mantenimiento preventivo y resolución de problemas para mantener las soluciones de enfriamiento líquido en operación al máximo nivel.

### ¿Está listo para comprar?

**Comuníquese con Vertiv para recibir ayuda en el desarrollo de un diseño óptimo de infraestructura de enfriamiento híbrido para satisfacer los requisitos de su negocio y su sitio.**

Comuníquese con Vertiv para una llamada gratuita de descubrimiento, mediante la cual conoceremos sus requisitos y colaboraremos con usted para desarrollar una solución que satisfaga sus necesidades actuales y posicione sus instalaciones para el crecimiento futuro.

**Programe su sesión gratuita de descubrimiento hoy mismo.**

# Apéndice A: La creación de un diseño óptimo del sistema

El cuadro que aparece a continuación sirve de guía para los equipos listos para buscar y adquirir equipos de enfriamiento líquido. Ofrece una lista con los grupos de productos que deben comprarse al mismo tiempo para agilizar los procesos de adquisición e integración.

Tipo de producto	Tipo de instalación	Descripción	Categoría	Presupuestos
Rack de TI	Nueva	El rack es compatible con una amplia variedad de equipos, tales como servidores, equipos de almacenamiento, conmutadores, routers, PDU, UPS, consolas seriales y conmutadores KVM.	Racks y contención	
Gestión de cables y flujo de aire	Nueva	Accesorios para la gestión del cableado en posición vertical; proporcionar una fila vertical de dedos para la administración del cableado.	Racks y contención	Los equipos de TI y de instalaciones trabajarán en estrecha colaboración para evaluar estas soluciones y asegurarse de que se ajusten a la solución de gerenciamiento térmico.
Canalización de cables del rack	Nueva	Canalización del cableado suspendido de potencia y red.	Racks y contención	
Paneles ciegos	Nueva	Cierra el espacio en U no utilizado dentro del rack, lo cual promueve un flujo de aire adecuado y minimiza el aire de bypass.	Racks y contención	
Unidad de distribución de energía	Nueva y actualización	Diseñado para eliminar las barreras para el enfriamiento líquido en un entorno enfriado por aire. Las CDU se encuentran disponibles como intercambiadores de calor de líquido a líquido para aplicaciones de enfriamiento de chip y de puerta trasera que ofrecen una implementación sencilla y económica en cualquier centro de datos.	Enfriamiento líquido	
Accesorios de CDU	Nueva y actualización	Los cables de detección de agua ofrecen detección de fugas integrada para la CDU.	Detección de fugas	TI compartirá información sobre la densidad de potencia y el consultor de diseño hará sus aportaciones.  Estas soluciones deben comprarse al principio de la elección del diseño.
Manguera de CDU	Nueva y actualización	Un par cada uno para la distribución primaria y secundaria.	Enfriamiento líquido	
Válvulas de distribución	Nueva y actualización	Los distribuidores en fila permiten soportar equipos de TI enfriados por líquido mediante la distribución de fluido desde las CDU a los racks individuales.	Enfriamiento líquido	
Conjunto de distribuidores del rack	Nueva y actualización	El distribuidor en el rack ofrece suministro y retorno para conectar el líquido entre la fuente de enfriamiento de la instalación de fila/sala y las placas frías del servidor.	Enfriamiento líquido	
Planta de enfriamiento interna	Actualización	Al trabajar en conjunto con un RDHx, las plantas de enfriamiento para interiores integran la economización del refrigerante bombeado para alcanzar una mayor eficiencia. Estas enfrían de forma rápida y eficiente los módulos de los racks de alta densidad en un centro de datos enfriado por aire. Los intercambiadores de calor líquido a aire están ubicados en la puerta trasera del rack.	Rechazo de calor	
Condensador de alta densidad	Actualización	Un condensador de techo de alta densidad diseñado para usarse con una planta de enfriamiento para interiores.	Rechazo de calor	El tamaño del condensador dependerá de las condiciones ambientales y de la capacidad térmica requerida.
Planta de enfriamiento de free-cooling	Nueva	Una planta de enfriamiento de free-cooling para exteriores que proporciona agua helada a las unidades CRAS en una solución ya existente. Si la planta tiene el tamaño adecuado, se puede conectar directamente con las CDU. Se puede implementar una nueva planta de enfriamiento de free-cooling más grande para suministrar capacidad de enfriamiento a las unidades CRAH y CDU.	Rechazo de calor	
rPDU	Nueva y actualización	Las rPDU con monitoreo a nivel de salida conmutada ofrecen protección para los equipos de TI.	Distribución eléctrica	El consultor de diseño, el ingeniero encargado y los equipos de instalaciones y potencia trabajarán en estrecha colaboración para adaptar la solución de enfriamiento líquido a las especificaciones energéticas.  Estas soluciones deben comprarse al mismo tiempo que los productos de enfriamiento.
Busway	Nueva y actualización	Distribuye el suministro eléctrico desde la instalación hasta los gabinetes de TI.	Distribución eléctrica	
Componentes de busway	Nueva y actualización	Caja de conexiones y disyuntores para soportar rPDU y alimentaciones A+B.	Distribución eléctrica	
PDU y/o RPP	Nueva y actualización	Los PDU y RPP montados en el piso distribuyen el suministro eléctrico al busway y las conexiones directas al rack.	Distribución eléctrica	
Dispositivo de conmutación	Nueva y actualización	Garantiza un flujo adecuado de alimentación, protege el equipo y aísla los sistemas de potencia del centro de datos.	Distribución eléctrica	
UPS	Nova	Las unidades UPS independientes montadas en el piso ofrecen energía optimizada por espacio, así como una alta eficiencia, protección eléctrica sólida y conexión en paralelo inteligente para mejorar el rendimiento a cargas parciales.	UPS	
Baterías de UPS (Solo totalmente nuevo)	Nova	Las baterías de iones de litio para UPS ofrecen el mejor TCO.	UPS	



## Apéndice B: Glosario

**Unidad de distribución de refrigerante (CDU):** Las CDU distribuyen los fluidos desde el enfriador hasta la sala de datos, la CDU, los racks y viceversa, a través de un circuito secundario separado del suministro de agua helada. Las CDU pueden utilizarse con RDHx, placas frías y enfriamiento por inmersión. Estas ofrecen capacidades de filtración de fluidos para proteger el equipo y monitorear la temperatura y el caudal, lo cual les permite a los equipos ajustar ambos elementos para optimizar las operaciones.

**Dinámica de fluidos computacional (CFD):** Un cálculo numérico realizado para simular tanto el flujo turbulento como el laminar, con valores de presión, densidad y temperatura en un volumen. En el caso de los centros de datos, esto implica analizar los equipos de enfriamiento por aire y líquido para determinar la capacidad de enfriamiento actual y futura, las temperaturas del aire y los fluidos, y los caudales, así como para determinar si las tuberías existentes son suficientes para la infraestructura de enfriamiento híbrida.

**Enfriamiento líquido directo al chip (DTC):** La placa fría DTC se ubica sobre los componentes generadores de calor del tablero para extraer el calor por medio de placas frías de una sola fase o unidades de evaporación de dos fases. Estas tecnologías de enfriamiento pueden eliminar un 70-75 % del calor generado por el equipo total en el rack y dejar un 25-30 % que deberá eliminarse con los sistemas de enfriamiento por aire.

**Modelado de redes de flujo:** Un proceso de análisis utilizado para calcular caudales y temperaturas de todo el sistema. Los centros de datos se benefician en gran medida de este tipo de estudio por medio de validar los diseños de redes de fluidos, los tamaños de las tuberías, los tamaños de las bombas, etc., tanto actuales como propuestos. Esto permite asegurarse de que la infraestructura pueda soportar la TI implementada en términos de capacidad de enfriamiento.

**Infraestructura de enfriamiento híbrida:** Una combinación de unidades de gerenciamiento térmico enfriadas por aire y por líquido, las cuales han sido diseñadas para proporcionar mayor capacidad de enfriamiento, eficiencia y sostenibilidad.

**Intercambiador de calor líquido a aire:** En un sistema líquido a aire, la CDU transfiere el calor al ambiente, por medio de un diseño de bobina de intercambio de calor dentro de la CDU para eliminar el calor. Los productos de esta categoría no necesitan la conexión de tuberías de agua con el sistema del edificio para rechazar el calor. Estas unidades permiten el enfriamiento líquido localizado para los equipos de TI de alto rendimiento, pero aprovechan las tecnologías de los sistemas de enfriamiento de centros de datos existentes para disipar el calor.

**Intercambiador de calor líquido a líquido:** En un sistema de líquido a líquido, la CDU transfiere el calor de un líquido a otro para eliminarlo. Por lo general, esto se logra por medio de pasar los dos fluidos separados por una placa delgada, en la mayoría de los casos, en un intercambiador de calor de placas. Las CDU de líquido a líquido producen el mejor rendimiento de enfriamiento; sin embargo, para ello es necesaria la instalación de tuberías y bombas para conectarse al suministro de agua de la instalación.

**Distribuidor (rack y fila):** Los distribuidores son un sistema de distribución de fluidos que lleva el refrigerante a los racks y a los servidores individuales de un centro de datos.

Los distribuidores de fila incluyen el sistema de suministro y retorno de plomería para distribuir el refrigerante desde la CDU hasta el rack. Esto se conoce como red de fluidos secundaria. Los distribuidores de rack incluyen el sistema de suministro y retorno para distribuir el refrigerante desde la red de fluidos secundaria a los servidores enfriados por líquido en el rack.

**Efectividad del uso de la energía (PUE):** Una métrica utilizada para determinar la eficiencia energética general de un centro de datos. La PUE se calcula al dividir el consumo energético total de las instalaciones por consumo energético de los equipos de TI. Entre menor sea el valor de la PUE de un centro de datos, más eficiente será su funcionamiento. El valor deseado es 1,0 y el valor medio para los centros de datos es inferior a 1,6.

### **Intercambiadores de calor en puerta trasera (RDHx):**

Los intercambiadores de calor pasivos o activos reemplazan la puerta trasera del rack de los equipos de TI con un intercambiador de calor líquido. Estos sistemas se pueden utilizar junto con los sistemas de enfriamiento por aire para enfriar los entornos con densidades de rack mixtas.

**Redundancia (N, N+1, N+2, 2N):** Unidades adicionales implementadas para evitar los riesgos asociados a los fallos de la unidad. N se define como la infraestructura mínima (potencia, enfriamiento, etc.) necesaria para soportar la implementación de TI en el centro de datos y no incluye unidades adicionales. Los sistemas con redundancia N+1 y N+2 cuentan con una o dos unidades de infraestructura adicionales implementadas, respectivamente. Los sistemas con redundancia 2N tienen redundancia 1:1 completa integrada para cada componente de infraestructura en el centro de datos.

**Emisiones de alcance 2:** Emisiones indirectas de efecto invernadero asociadas a la compra de electricidad, vapor, calor o enfriamiento. Aunque los procesos para producirlas ocurren en las instalaciones donde se generan, la organización debe rendir cuentas como resultado del consumo energético del centro de datos.

**Potencia de diseño térmico (TDP):** La cantidad máxima de calor generada por una unidad central de procesamiento (CPU), unidad de procesamiento de gráficos (GPU) o chipset, medida en vatios. Entre mayor sea la potencia de diseño térmico de un componente, mayor será la capacidad de enfriamiento necesaria para mantener un funcionamiento eficiente.

**Costo total de propiedad (TCO):** La cantidad requerida para la compra del equipo más los costos de operación y mantenimiento. Al implementar equipos más eficientes en el centro de datos, los equipos pueden reducir el costo de operación y así, reducir el TCO durante la vida útil del producto.

**Efectividad del uso del agua (WUE):** La relación entre la cantidad de agua utilizada en los sistemas del centro de datos (circuitos de agua, torres adiabáticas, humidificación, etc.) y el consumo energético de los equipos de TI. Entre menor sea la WUE de un centro de datos, más eficiente será el uso de los recursos hídricos. El centro de datos promedio que utiliza tecnologías de enfriamiento por evaporación tiene una WUE de 1,8 l/kW.



**Vertiv.com** | Sede de Vertiv, 505 N Cleveland Ave, Westerville, OH 43082, EE. UU.

© 2024 Vertiv Group Corp. Todos los derechos reservados. Vertiv™ y el logo de Vertiv son marcas o marcas registradas de Vertiv Group Corp. Todos los demás nombres y logos a los que se hace referencia son nombres comerciales, marcas, o marcas registradas de sus dueños respectivos. Aunque se tomaron todas las precauciones para asegurar que esta literatura esté completa y exacta, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones, los reembolsos y otras ofertas promocionales están sujetas a cambio a la entera discreción de Vertiv y mediante notificación.