



INFORME ESPECIAL

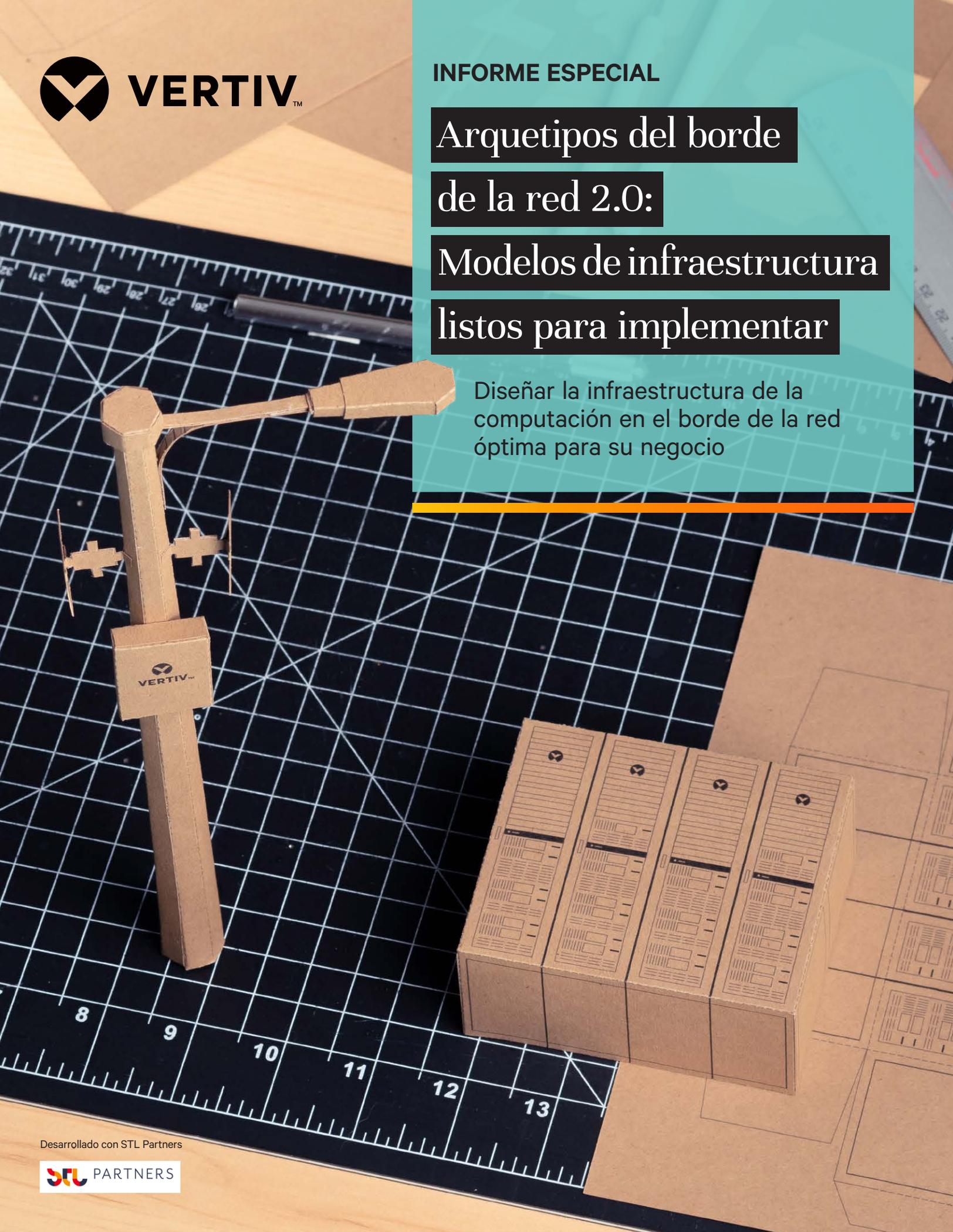
Arquetipos del borde

de la red 2.0:

Modelos de infraestructura

listos para implementar

Diseñar la infraestructura de la computación en el borde de la red óptima para su negocio



Desarrollado con STL Partners





## Resumen Ejecutivo

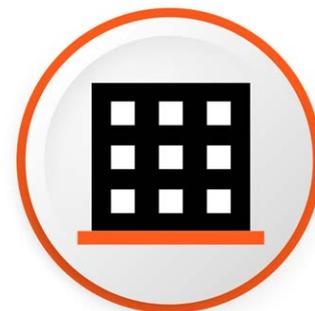
La infraestructura física es clave en cualquier estrategia de computación en el borde de la red. El equipo de potencia, enfriamiento y gabinetes, así como la computación que lo soporta, proporciona la base sobre la que se pueden ejecutar las aplicaciones y permite innumerables casos de uso de computación en el borde de la red.

Elegir la infraestructura física correcta es aún más importante en el borde de la red, dado que muchas implementaciones se encuentran en ubicaciones donde se requiere soporte y protección adicionales. Navegar por la infraestructura de borde también es más complejo con las amplias y variadas definiciones de computación en el borde de la red. Estos factores se convierten en un reto para el 49%<sup>1</sup> de las empresas que exploran las implementaciones de computación en el borde de la red. Deben tomar decisiones sobre cómo utilizar la infraestructura existente y dónde realizar inversiones hoy para satisfacer las necesidades del mañana. Afortunadamente, existe un ecosistema de proveedores, integradores de sistemas y otros socios con experiencia y conocimientos en implementaciones de borde de la red para proporcionar soporte.

A partir de la labor de Vertiv en cuanto a los Arquetipos del Borde de la Red<sup>2</sup>, los cuales proporcionaron una taxonomía para categorizar casos de uso del borde de la red, este informe lleva a esos arquetipos un paso adelante para definir cuatro modelos de infraestructura de borde. El marco se desarrolló con base en entrevistas a una serie de profesionales de la industria, expertos en centros de datos, proveedores de soluciones y organismos de la industria en aplicaciones de ciudades inteligentes, cuidado de la salud, manufactura y comercio minorista. Con un análisis exhaustivo de las necesidades de computación en el borde de diferentes sectores y casos de uso, se definieron los siguientes modelos de infraestructura de computación en el borde de la red:

<sup>1</sup>Encuesta de STL Partners a 699 profesionales de la industria a nivel mundial de los sectores de manufactura, comercio minorista, salud y transporte y logística, mayo de 2021

<sup>2</sup>Definición de los cuatro arquetipos del borde de la red y sus requisitos tecnológicos



<b>Dispositivo en el borde</b>	<b>Microborde</b>	<b>Centro de datos de borde distribuido</b>	<b>Centro de datos de borde regional</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el dispositivo</li> <li>• Acoplado o integrado</li> <li>• Exterior (p. ej., farol) o interior (p. ej., equipo de manufactura)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad pequeña de servidores o racks</li> <li>• 0-4 racks</li> <li>• En el sitio de la empresa (p. ej., tienda minorista, fábrica, armario de TI, municipios)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de datos pequeño</li> <li>• 5-20 racks</li> <li>• Sitio empresarial (p. ej., almacén), sitio de red de telecomunicaciones, estacionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de datos de tamaño mediano</li> <li>• Más de 20 racks</li> <li>• Ubicación regional (p. ej., ciudad de nivel 2 o 3)</li> </ul>

## Principales conclusiones

- La infraestructura de computación en el borde de la red no actúa como sustituto de la nube. Se estima que el número total de sitios en el borde aumentará en un 226%<sup>3</sup> entre 2019 y 2025. Del mismo modo, la nube seguirá creciendo a una TCAC del 10%<sup>4</sup>.
- Estados Unidos lidera el camino con iniciativas en el borde de la red y se estima que ahí se encuentra su mayor mercado<sup>5</sup>, impulsado por sectores clave como la manufactura.
- Las implementaciones de computación en el borde más desarrolladas son aquellas alineadas con el arquetipo del borde de la red sensible a la latencia humana (p. ej., juegos en la nube) seguidas por tráfico intensivo de datos (p. ej., análisis de vídeo) y sensible a la latencia máquina-máquina (p. ej., operaciones bursátiles). Los casos de uso de los arquetipos cruciales para la vida (p. ej., vehículos autónomos) aún se encuentran principalmente en una fase de exploración o prueba de concepto.
- La mayoría de los casos de uso de arquetipos cruciales para la vida utilizarán el modelo de infraestructura de dispositivo en el borde a mediano plazo, mientras que los casos de tráfico intensivo de datos, sensible a la latencia humana y sensible a la latencia máquina-máquina acelerarán la transición de los modelos de infraestructura de centros de datos de borde de la red regional a microborde y a centros de datos de borde distribuido a corto plazo.
- La coordinación de los muchos elementos de computación en el borde de la red (software, hardware, infraestructura, etc.) es un reto y requiere un ecosistema de socios para dar soporte al 66% de las empresas que prefieren tener una solución de borde completa procedente de un único proveedor principal.

<sup>3</sup> Centro de datos 2025: Más cerca del borde de la red

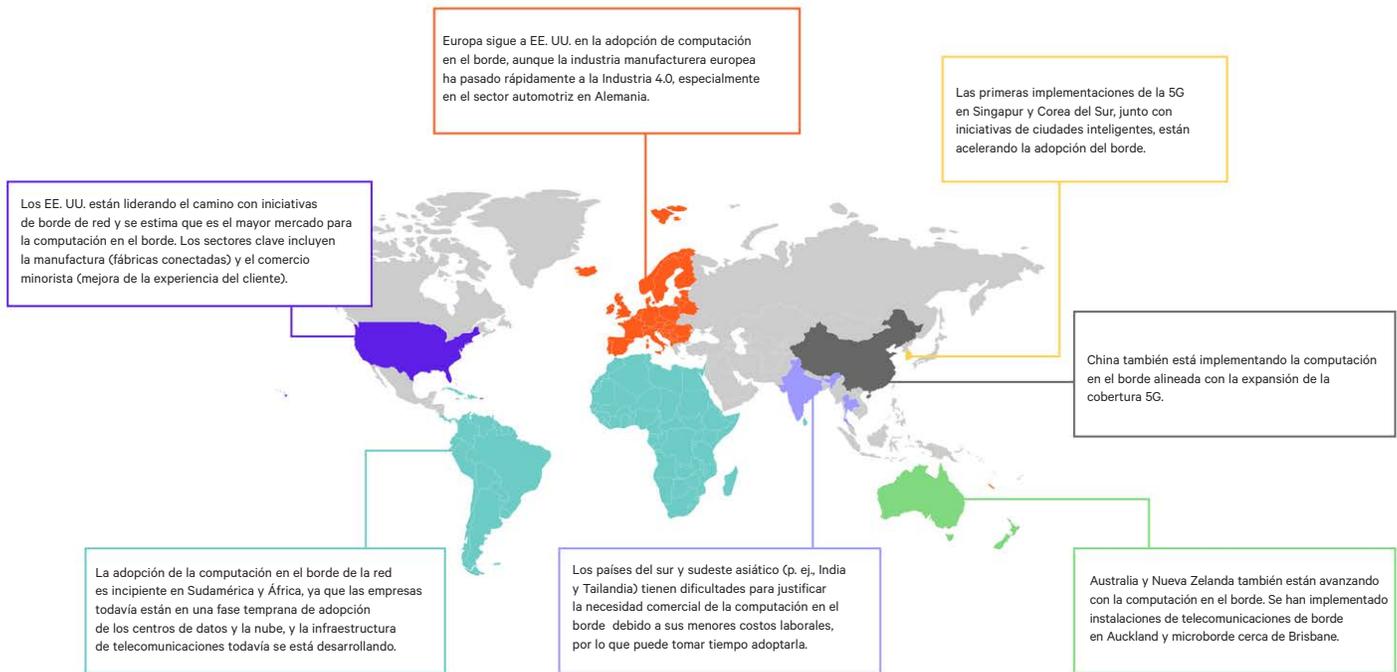
<sup>4</sup> Technavio, 2021

<sup>5</sup> Mercado de computación en el borde de la red - Previsión global para 2025

## Introducción: El estado actual de la infraestructura de computación en el borde de la red

Hace veinte años, el péndulo del mercado del centro de datos osciló hacia la computación centralizada para mejorar la eficiencia en el procesamiento de datos. Ahora, el péndulo se mueve hacia la computación en el borde de la red. La computación en el borde de la red se refiere a la computación y al almacenamiento que se ubica entre los centros de datos centralizados y los usuarios finales, el dispositivo o la fuente de datos. Por un lado, la computación en el borde se puede considerar una alternativa a los centros de datos centrales y en la nube, cuando esas opciones no son capaces de satisfacer los requisitos de latencia, o es demasiado costoso transferir grandes volúmenes de datos a largas distancias. Por otro lado, también es un impulsor para la adopción de la nube. Un sitio en el borde de la red puede actuar como una publicación provisional para los datos que finalmente se envían a la nube para su procesamiento, almacenamiento o análisis a largo plazo.

Durante los últimos dos años, la adopción de computación en el borde ha aumentado significativamente, en paralelo con el crecimiento continuo de la nube. Según una encuesta reciente de STL Partners, el 49% de las empresas de sectores específicos están explorando activamente la computación en el borde<sup>6</sup> y se estima que la cantidad total de sitios de borde de la red crecerá un 226% entre 2019 y 2025<sup>7</sup>. Sin embargo, la adopción varía según la zona geográfica. Esto se debe al nivel de madurez de las tecnologías adyacentes (p. ej., inteligencia artificial), la infraestructura de telecomunicaciones existente, la política gubernamental y el tamaño de ciertos sectores en el país. Por ejemplo, la manufactura está impulsando la adopción de computación en el borde en EE. UU. y Alemania, y se prevé que represente la mayor cuota de gasto en el borde de la red para las empresas europeas en 2021<sup>8</sup>.



Las empresas consideran la computación en el borde como un factor clave para superar los desafíos relacionados con la seguridad y la fiabilidad de los datos, además de mejorar el rendimiento de las aplicaciones. Por ejemplo, grandes clústeres de centros de datos podrían convertirse en objetivos principales de ataque. Dividir el núcleo en varios sitios periféricos puede costar más por kW, pero elimina la amenaza de denegación de servicio simultánea. La computación en el borde de la red también promete beneficiar a una amplia gama de sectores en un conjunto diverso de casos de uso. Desde juegos en la nube hasta redes inteligentes para redes de distribución de electricidad y robots autónomos en entornos industriales, todos estos casos de uso tienen algo que ganar al procesar datos más cerca del dispositivo final. Los primeros en adoptarla ya están implementando soluciones innovadoras, al pasar de pruebas de concepto y pilotos iniciales a implementaciones multisitio a escala. Un ejemplo de esto es Lloyds Register, una empresa de servicios marítimos, que ha implementado computación en el borde en todas las flotas de barcos<sup>9</sup> para optimizar el consumo de combustible a través del conocimiento de los datos. La adopción de computación en el borde de la red también estará respaldada por un ecosistema creciente de proveedores, integradores de sistemas y otros actores de canal. La naturaleza distribuida de la computación en el borde requiere una red de participantes de borde con el alcance y la capacidad de implementar, prestar servicio y dar soporte a su infraestructura.

<sup>6</sup>Encuesta de STL Partners a 699 profesionales de la industria a nivel mundial de los sectores de manufactura, comercio minorista, salud, y transporte y logística, mayo de 2021

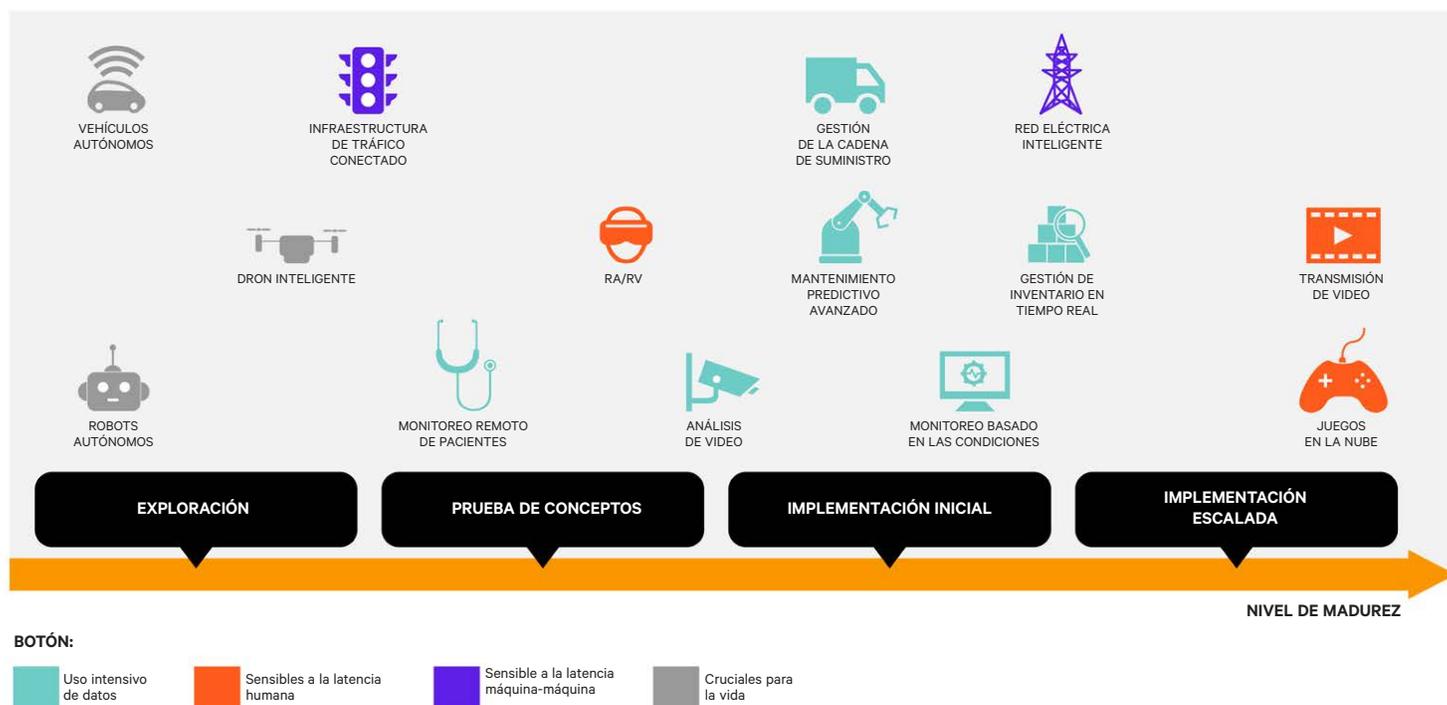
<sup>7</sup>Centro de datos 2025: Más cerca del borde de la red

<sup>8</sup>Guía de gastos de borde de la red a nivel mundial de International Data Corporation (IDC)

En 2018, Vertiv publicó el informe *Definición de los cuatro arquetipos del borde de la red y sus requisitos tecnológicos*, que proporcionó un primer marco de trabajo en el sector para categorizar los casos de uso. Estos cuatro arquetipos ayudaron a las empresas y a los operadores de centros de datos en el borde a comprender mejor los requisitos subyacentes comunes en casos de uso similares. Estos cuatro arquetipos son:

- **Tráfico intensivo de datos:** Casos de uso intensivo de datos, en los que la cantidad de datos hace que sea poco factible transferirlos a través de la red directamente a la nube, o desde la nube al punto de uso, debido a problemas de volumen de datos, costo o ancho de banda.
- **Aplicaciones sensibles a la latencia humana:** Casos de uso donde los servicios están optimizados para el consumo humano o para mejorar la experiencia humana con servicios habilitados por tecnología. La velocidad es la característica definitoria de este caso de uso, ya que los retrasos en la entrega de datos tienen un impacto directo en la experiencia del usuario.
- **Sensibilidad a la latencia máquina-máquina (M2M):** Casos de uso en los que los servicios están optimizados para el consumo máquina a máquina. Dado que las máquinas pueden procesar datos mucho más rápido que los humanos, la velocidad es la característica definitoria aquí (y las consecuencias de no entregar los datos dentro del “presupuesto” de tiempo requerido pueden ser mayores que para los casos de uso sensibles a la latencia humana).
- **Crucial para la vida:** Casos de uso cruciales para la vida: aquellos que tienen un impacto directo sobre la salud y la seguridad humanas. Por lo tanto, la velocidad y la confiabilidad son primordiales.

Las entrevistas con expertos en sectores verticales y el espacio del centro de datos revelaron que los arquetipos varían en sus niveles de madurez. **Los casos de uso de borde sensible a la latencia humana** (p. ej., juegos en la nube) son los más maduros y ya han llegado a la implementación escalada. El crecimiento de la 5G y el aumento de las implementaciones de fibra acelerarán aún más esta madurez. Por el contrario, los casos de uso **cruciales para la vida** tardarán mucho más en adoptar la computación en el borde de la red. Esto se debe a que tienen requisitos estrictos de latencia y fiabilidad y a menudo necesitan que los cambios normativos se implementen a escala. Los drones inteligentes son un ejemplo. Los gobiernos deben estar seguros de que los drones autónomos no supondrán ninguna amenaza para la vida humana antes de flexibilizar las restricciones del espacio aéreo. Del mismo modo, la infraestructura de tráfico conectado todavía se encuentra en una fase temprana. En EE. UU., solo el 7%<sup>10</sup> de los semáforos son inteligentes.



<sup>9</sup> WWT. 2020. Tres casos prácticos reales sobre cómo los fabricantes pueden maximizar la computación en el borde de la red

<sup>10</sup> Programa de entrevistas de Vertiv, cita del entrevistado (Director – Experiencia de IA, fabricante de automóviles).

## Pasar de los casos de uso a la infraestructura

Tres años después de la publicación del informe de arquetipos original, el mercado de computación en el borde sigue evolucionando y las empresas continúan desarrollando sus soluciones. Los casos de uso han progresado desde el concepto a aplicaciones reales implementadas en el campo. Estas aplicaciones de software necesitan una infraestructura adecuada que pueda admitir un procesamiento de datos de gran ancho de banda y baja latencia en el borde.

El término “infraestructura de borde” se refiere a la infraestructura de computación física (servidores, potencia, enfriamiento, gabinetes) que se coloca deliberadamente en cualquier lugar entre el dispositivo final y los centros de datos centrales. Esto también incluye el alojamiento de capacidades de computación en las instalaciones, algo que obviamente no es nuevo para muchas empresas. De hecho, algunas están reinvertiendo en una infraestructura in situ existente (p. ej., servidores, armarios de red o centros de datos) para optimizar las aplicaciones e implementar nuevos casos de uso. Por ejemplo, un fabricante multinacional de pulpa y papel<sup>11</sup> está habilitando aplicaciones con uso intensivo de datos, como el mantenimiento predictivo avanzado al aprovechar los centros de datos en sus fábricas más grandes.

Al trabajar con una definición estricta, la verdadera infraestructura de borde debería utilizar una infraestructura de TI estándar, y estar configurada en los principios de la nube para alojar aplicaciones y cargas de trabajo nativas de la nube. La infraestructura heredada local que es monolítica o está basada en hardware patentado no se considera “computación de borde de la red” según esta definición.

Hasta la fecha, el mercado no ha tenido claro lo que constituye la infraestructura de borde.<sup>12</sup> Los clientes empresariales quieren hoy adoptar soluciones de borde con un nivel de certeza de que estas soluciones podrán satisfacer sus necesidades futuras. Del mismo modo, los operadores de centros de datos de borde deben invertir hoy en infraestructura que admita las aplicaciones de mañana. Ambas partes necesitan respuestas a preguntas clave sobre la infraestructura de computación del borde de la red:

- ¿Cómo es la computación en el borde en términos de infraestructura física?
- ¿Cuáles serán los beneficios medibles de implementar TI más cerca de las aplicaciones?
- ¿Quién será propietario y operará la infraestructura de computación en el borde de la red?
- ¿Cómo podemos implementarla de forma eficaz y a escala?

En este documento, exploraremos los factores clave que influyen en la infraestructura de borde, incluido el caso de uso, la industria y el entorno externo. Como parte de esta investigación, realizamos

22 entrevistas con una serie de profesionales del sector, incluidas empresas, expertos en centros de datos, proveedores de soluciones y organismos industriales.

## Cómo desarrollar su borde: Los cuatro modelos de infraestructura de borde proporcionan los cimientos

Vertiv ha desarrollado un marco innovador para categorizar la infraestructura de computación del borde de la red en modelos específicos que ayudan a las organizaciones a tomar decisiones prácticas sobre la implementación de infraestructura física y la computación en el borde. El término “infraestructura” se utiliza en lugar de centro de datos, ya que no todas las implementaciones de borde pueden describirse como un factor de forma de centro de datos per se.<sup>13</sup> Los modelos ayudan a alinear la terminología que se utiliza al hablar de la computación de borde de la red. Estos abarcan la variedad de implementaciones de borde que se ven hoy en día, así como la evolución de las implementaciones que se espera en los próximos años.

Los cuatro modelos de infraestructura de borde son los siguientes:

- **Dispositivo en el borde:** La computación se realiza en el dispositivo final. Está integrada en el dispositivo (p. ej., una cámara de video inteligente con capacidades de inteligencia artificial), o bien, es un factor de forma independiente de “borde agregado” que se conecta directamente al dispositivo (p. ej., una PC Raspberry Pi conectada a un vehículo de guiado automático). Cuando la computación está integrada, el hardware de TI está totalmente encerrado dentro del dispositivo, por lo que no necesita un diseño para soportar entornos difíciles. Por ejemplo, cuando la computación se conecta al exterior de una cámara, debe ser resistente, pero si está integrada en la cámara, se encuentra dentro de un entorno controlado, por lo que no necesita ser robustecida.
- **Microborde:** Una pequeña solución independiente que varía en tamaño de uno o dos servidores hasta cuatro racks. Suele implementarse en el propio sitio de una empresa (p. ej., en el caso de un fabricante podría estar en el taller o en una oficina interna). También se puede situar en una instalación de telecomunicaciones (p. ej., un rack de servidores situado en una estación base de telecomunicaciones). El microborde puede implementarse en entornos acondicionados y no acondicionados. En entornos acondicionados (p. ej., armarios de TI), el microborde no requiere enfriamiento y filtración avanzadas, ya que los factores externos como la temperatura y la calidad del aire son estables. En entornos no acondicionados (p. ej., la planta de producción de una fábrica), la computación se debe reforzar y el microborde requiere enfriamiento y filtración especializadas que tengan en cuenta los factores externos más difíciles (p. ej., altas temperaturas y polvo).

<sup>11</sup>Entrevistado del programa de investigación de Vertiv, 2021

<sup>12</sup>La infraestructura de computación en el borde de la red se refiere a la pila de TI de borde, así como a las instalaciones físicas que la soportan (p. ej., potencia, enfriamiento, seguridad, gabinetes).

<sup>13</sup>Un entorno típico de centro de datos normalmente incluiría: conexión de fibra, sistema de alimentación ininterrumpida, enfriamiento, seguridad, cableado, suelo elevado.

- Centro de datos de borde distribuido:** Un pequeño centro de datos de 20 subracks situado en el emplazamiento de la empresa, en instalaciones de red de telecomunicaciones o en un sitio regional (p. ej., en fábricas modernas o grandes propiedades comerciales).
- Centro de datos de borde regional:** Una instalación de centro de datos ubicada fuera de los centros de datos centrales. Dado que normalmente se trata de una instalación creada específicamente para alojar la infraestructura de computación, comparte muchas características de los centros de datos de hiperescala (p. ej., está acondicionada y controlada, tiene alta seguridad y alta fiabilidad).

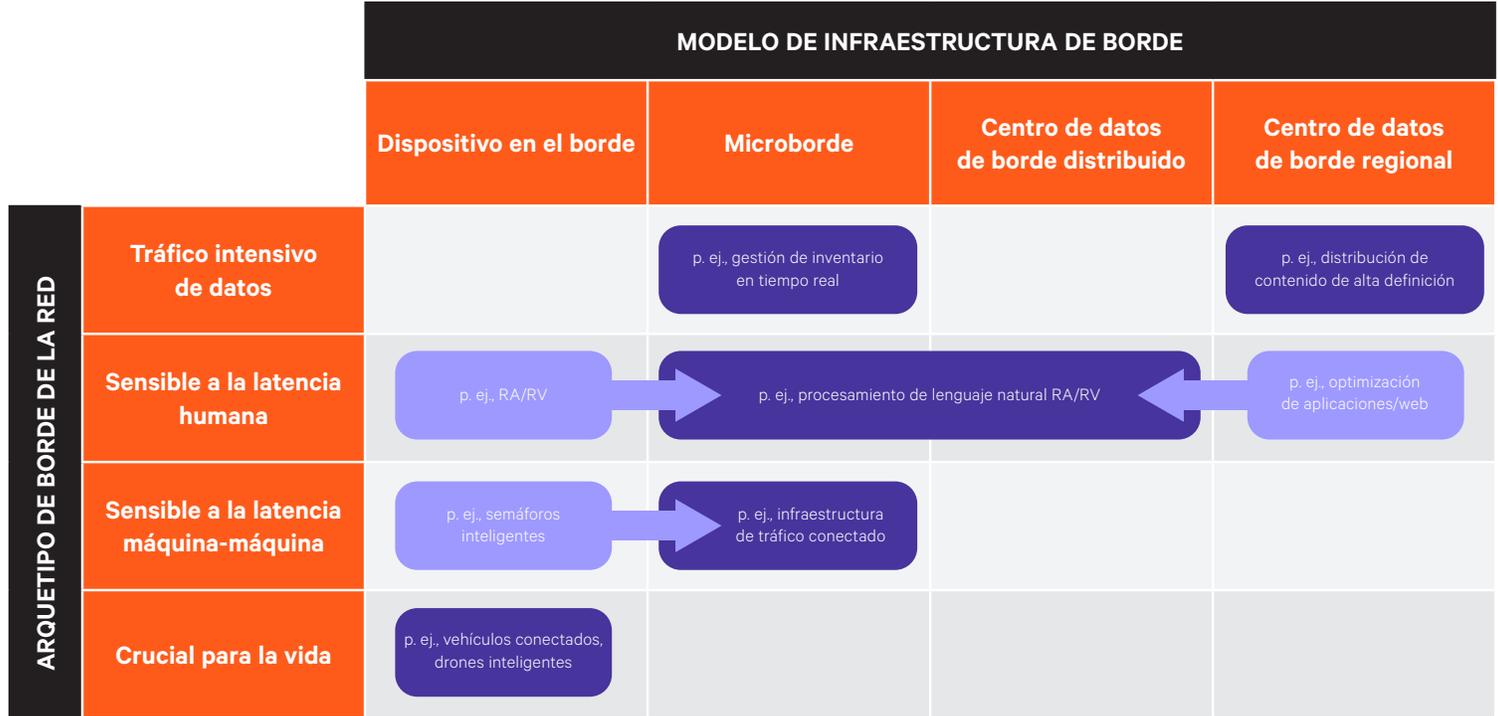


MODELO DE INFRAESTRUCTURA DE BORDE					
		Dispositivo en el borde	Microborde	Centro de datos de borde distribuido	Centro de datos de borde regional
CARACTERÍSTICAS	Ubicación	Dispositivos inteligentes (p. ej., en vehículos, farolas, Internet de las cosas)	Sitio de la empresa (p. ej., comercio minorista, planta de fabricación, armario de TI, municipios)	Sitio de la empresa (p. ej., almacén, oficina), centro de telecomunicaciones, estacionamiento, ciudades de nivel 2/3	Ciudad de nivel 2/3 <sup>14</sup>
	Cantidad de racks	0	0-4 racks	5-20 racks	Más de 20 racks
	Suministro eléctrico	Hasta 1 kW	Hasta 20 kW	Hasta 200 kW	Hasta 4000 kW
	Arrendamiento	Inquilino único	Inquilino único	Inquilino único/múltiples inquilinos	Múltiples inquilinos
	Entorno externo	Controlado (dentro del dispositivo), condiciones duras y difíciles	Armario de TI, comercial y de oficina, condiciones duras y difíciles	Condiciones duras y difíciles, comercial y de oficina, acondicionado y controlado	Acondicionado y controlado
	Infraestructura pasiva	Puede o no tener alimentación y filtración, sin enfriamiento, etc.	Tiene alimentación con enfriamiento y filtración limitadas, etc.	Nivel +1	Nivel +3
	Proveedor de infraestructura de borde	Fabricante del dispositivo o solución interna dentro de la empresa/gobierno	Fabricante original de hardware, proveedor de centro de datos, operador de telecomunicaciones o solución interna dentro de la empresa/gobierno	Proveedor de colubicación, proveedor de nube de hiperescala (nube pública), operador de telecomunicaciones	Proveedor de colubicación, proveedor de nube de hiperescala (nube pública)
	Implementaciones esperadas	Millones	Cientos de miles	Miles	Cientos

\* para 2030 por región principal

La identificación del modelo de infraestructura de borde adecuado depende del caso de uso que se esté implementando. Dado que los casos de uso similares suelen tener requisitos parecidos, puede ser útil comenzar por identificar el arquetipo de borde.

Normalmente, cuanto menor sea la latencia requerida, más cerca debe de estar la infraestructura de borde del dispositivo final. Por este motivo, los casos de **uso crucial para la vida** a menudo deben alojarse en un **dispositivo en el borde**, mientras que los casos de **tráfico intensivo de datos** a menudo se alojan en las instalaciones de un **microborde**.



**BOTÓN:**

-  Modelo de infraestructura que normalmente se implementa hoy en día
-  Modelo de infraestructura que vemos que se implementará más en el futuro

- Tráfico intensivo de datos:** Dado que los casos de tráfico intensivo de datos requieren que el borde de la red esté cerca del origen de los datos para evitar altos costos de ancho de banda, son convenientes las implementaciones en las instalaciones. Un microborde proporciona un buen equilibrio de distancia de transmisión de datos corta (lo que limita los costos de ancho de banda) y mayores capacidades de computación que un dispositivo en el borde.
- Sensible a la latencia humana:** El arquetipo sensible a la latencia humana está dominado por aplicaciones de consumo (p. ej., optimización de la velocidad del sitio web<sup>15</sup>) para las que una solución de borde local no es una opción. Por este motivo, hoy en día, la mayoría de los casos de uso sensibles a la latencia humana se alojan en centros de datos de borde regionales. Sin embargo, a medida que la latencia necesite pasar al rango de menos de 10 milisegundos y los centros de datos de borde estén más disponibles en las ubicaciones de acceso<sup>16</sup>, los centros de datos de borde distribuidos serán una opción favorable. Las aplicaciones sensibles a la latencia humana para empresas (p. ej., RA/RV) normalmente hoy se alojan en un dispositivo de borde para cumplir con los requisitos de latencia, pero se trasladarán al microborde local, ya que cada vez estas son más implementadas por las empresas.
- Sensible a la latencia M2M:** Las máquinas pueden procesar datos mucho más rápido que los humanos, por lo que la velocidad es el requisito definitorio de las aplicaciones sensibles a la latencia máquina-máquina. El dispositivo en el borde cumple con estos requisitos de latencia, pero habrá un cambio al microborde a medida que la adopción del borde por parte de la empresa se generalice, especialmente para dispositivos de máquina a máquina que son demasiado pequeños o de bajo costo para justificar un dispositivo en el borde. Por ejemplo, en la manufactura, los proveedores ponen la computación en la propia planta de producción. Un dispositivo de borde pequeño en un gabinete autónomo con potencia y enfriamiento integrados.
- Crucial para la vida:** La baja latencia es crítica para estos casos de uso, ya que afectan directamente la salud y la seguridad humanas. El dispositivo en el borde proporciona la latencia más baja; por lo tanto, muchos casos de uso cruciales para la vida dependen de este modelo.

<sup>14</sup>Las ciudades de nivel 2 y 3 a menudo tienen una población inferior a 1 millón y rara vez tendrán un punto de intercambio/emparejamiento de Internet dentro de la ciudad o un centro de datos de hiperescala. Algunos ejemplos son Austin en EE. UU., o Berlín y Milán en Europa.  
<sup>15</sup>La optimización de la velocidad del sitio web utiliza computación en el borde de la red para reducir el tiempo de carga de una página. Muchos proveedores de comercio electrónico han experimentado impactos negativos en los ingresos cuando los sitios son más lentos, y Google observó que un retraso de 500 milisegundos en la respuesta de la página ocasionó una reducción del 20% en el tráfico.  
<sup>16</sup>Cuando el borde se encuentra en ubicaciones de acceso, en sitios o puntos de presencia, propiedad de un operador de telecomunicaciones (p. ej., torres de telefonía móvil, oficinas centrales o un nodo de ISP). LF Edge estableció el borde de acceso en el [continuo del borde](#).

En la práctica, las empresas tienen en cuenta otros factores junto con sus requisitos de casos de uso al tomar decisiones de infraestructura. Estas consideraciones importantes incluyen:

- **Medioambiente:** La temperatura, la contaminación y la presencia de partículas tienen un impacto en la infraestructura requerida (p. ej., el grado de enfriamiento y filtración). El ruido producido, incluido el ruido eléctrico, también debe considerarse, especialmente si el espacio funciona como una oficina. Por ejemplo, los cables de comunicación no se pueden instalar cerca de los huecos del elevador.
- **Caso de uso:** La cantidad y velocidad a las que deben procesarse los datos influyen en la proximidad al dispositivo final a la que debe estar la computación. El tipo de carga de trabajo (es decir, tráfico intensivo de computación frente a almacenamiento intensivo) también afecta a la infraestructura de borde, ya que las cargas de trabajo más intensivas de computación (p. ej., video de alta definición) requieren más energía y, por tanto, más refrigeración.

### La 5G acelerará la adopción de la computación en el borde de la red

La 5G será un factor significativo para determinar la adopción del borde, ya que la implementación de la red 5G actúa como catalizador para el paso al borde. Las regiones más avanzadas en la implementación de la 5G (América del Norte, Europa y Asia Oriental) estarán, por tanto, a la vanguardia de la adopción del borde de la red. Para obtener más información sobre cómo se beneficiarán los casos de uso de borde de la red 5G, consulte la investigación [anterior de Vertiv](#).

“

La 5G recién empezó y durará entre 3 y 5 años en los grandes mercados desarrollados. Creemos que esto acelerará el camino hacia el borde de la red.

**Vicepresidente de Innovación,  
empresa líder en torres**

”

“

Es un reto debido a que estas oficinas nunca estuvieron destinadas para albergar equipos de TI, así que debemos ir ahí y actualizar las conexiones eléctricas. Ahora que estamos produciendo calor en el espacio, tenemos que hablar sobre el enfriamiento. Especialmente si es un espacio en donde la gente trabaja; no queremos que sufran exceso de calor, y tampoco queremos que sea demasiado ruidoso.

**Arquitecto de soluciones técnicas,  
World Wide Technology**

”

- **Equipo/infraestructura heredados:** La decisión de implementar la infraestructura de borde en un centro de datos existente en lugar de crear una nueva implementación independiente depende en última instancia de la existencia de un centro de datos heredado. Para un microborde, la forma específica de la infraestructura se ve impulsada por el espacio en el que debe ajustarse (p. ej., si no hay suficiente espacio en el suelo, la infraestructura debe estar montada en la pared).
- **Operaciones empresariales:** La elección entre actualizar un centro de datos local existente e introducir una nueva implementación independiente también depende de si la empresa puede permitirse el tiempo de inactividad necesario para actualizar su infraestructura existente. Las empresas cuyo tiempo de inactividad es costoso pueden beneficiarse de pagar una prima por un centro de datos prefabricado que se puede construir fuera del sitio y luego implementar rápidamente.
- **Seguridad y mantenimiento:** Si la infraestructura de borde se encuentra en una ubicación expuesta donde las personas podrían dañarla, el gabinete debe estar diseñado con seguridad adicional. Si los empleados necesitan mantener o interactuar regularmente con el equipo de TI, debe ser fácilmente accesible (p. ej., que no esté fuera de alcance en el techo).
- **Infraestructura de comunicaciones:** Si el borde está en una ubicación remota y la infraestructura no está ahí para transportar datos a través de la red (p. ej., minería, agricultura), se necesita una solución local más robusta.

## Cómo navegar por los modelos de infraestructura de borde: Recomendaciones clave

### Dispositivo en el borde

LA ADOPCIÓN DEL <b>DISPOSITIVO</b> <b>EDGE POR VERTICAL</b>	
 <b>Manufactura</b>	
 <b>Comercio minorista</b>	
 <b>Telecomunicaciones</b>	
 <b>Cuidados de la salud</b>	
 <b>Ciudad inteligente</b>	
 <b>Educación</b>	
<b>Botón</b>	 La mayoría de los casos de uso utilizan este borde
	 Algunos casos de uso utilizan este borde
	 Muy pocos casos de uso utilizan este borde

Los casos de uso que aprovechan un dispositivo en el borde incluyen aquellos en el arquetipo crucial para la vida como drones, vehículos autónomos, cirugía robótica y monitorización de pacientes en el hospital. Un dispositivo en el borde es apto ya que puede cumplir con los requisitos de movilidad de un dispositivo, como un dron, para navegar de forma autónoma dentro del contexto del entorno por el que viaja. También proporciona una latencia ultrabaja, necesaria para casos de uso cruciales para la vida. Por último, permite que algunos aspectos del caso de uso funcionen (p. ej., navegación, alarmas locales) incluso cuando la conectividad no está disponible debido a una cobertura limitada o a un fallo de la red.

Como resultado, el cuidado de la salud es uno de los sectores con una alta tasa de adopción de un dispositivo en el borde, ya que muchos casos de uso necesitarán detectar situaciones potencialmente mortales de forma rápida y fiable, tanto si el paciente estuviera en el hospital o recibiera atención de forma remota. El sector de manufactura también tiene casos de uso cruciales para la vida, por lo que los sistemas de control de máquinas funcionan principalmente en el propio equipo (una forma de dispositivo en el borde).

#### Recomendaciones clave al implementar un dispositivo en el borde:

- El dispositivo en le borde complementario es más adecuado para la modernización de equipos heredados, pero es posible que las implementaciones en nuevos emplazamientos consideren la posibilidad de integrar la computación en el dispositivo. Sin embargo, a menudo son dispositivos patentados que no se prestan a la integración con capacidades de computación en el borde genéricas.
- El dispositivo en le borde tiene una capacidad informática limitada. Si se añade más computación, los dispositivos finales serán mucho más pesados, por lo que siempre se debe tener en cuenta el equilibrio entre la potencia y el peso<sup>17</sup> (lo cual es de mayor preocupación en los casos en que el dispositivo funciona con batería o no tiene acceso a una fuente de alimentación).
- Tenga en cuenta los datos recopilados por el dispositivo final. Los casos de uso, como las cámaras de seguridad inteligentes, la infraestructura de tráfico conectado y los drones, recopilan datos visuales o de ubicación sobre las personas. Por lo tanto, es importante ser consciente de los posibles desafíos relacionados con la privacidad y el intercambio de datos, ya que esto podría ser un asunto polémico.

<sup>17</sup>El equilibrio entre potencia, peso y costo de los auriculares RA/RV se explora en el Apple Glass: ¿Un momento iPhone para la 5G?

## Microborde

### LA ADOPCIÓN DEL MICROBORDE POR PARTE DE VERTICAL

	<b>Manufactura</b>	
	<b>Comercio minorista</b>	
	<b>Telecomunicaciones</b>	
	<b>Cuidados de la salud</b>	
	<b>Ciudad inteligente</b>	
	<b>Educación</b>	
<b>Botón</b>	La mayoría de los casos de uso utilizan este borde	
	Algunos casos de uso utilizan este borde	
	Muy pocos casos de uso utilizan este borde	

- Si las decisiones sobre software, hardware e infraestructura son tomadas por diferentes partes interesadas, mantenga la alineación entre estas partes para que las decisiones se lleven a cabo en paralelo, no secuencialmente, ya que esto da como resultado una solución más exitosa.
- Seleccione el tipo de equipo. El equipo reforzado está fabricado para entornos menos controlados, por lo que puede soportar 122 grados Fahrenheit. Las empresas pueden utilizar servidores genéricos y comerciales listos para usar (COTS<sup>18</sup>) en su lugar,

Un microborde se puede ubicar cerca de la fuente de datos debido a su pequeño tamaño y facilidad relativa de implementación (en comparación con un centro de datos más grande). Por lo tanto, ofrece una latencia baja y reduce el costo de la transmisión de datos, lo que lo convierte en un modelo de infraestructura adecuado para casos de uso en los tres arquetipos siguientes: Tráfico intensivo de datos, sensible a la latencia humana y sensible a la latencia máquina-máquina. En sectores con limitaciones de espacio, como el comercio minorista o la educación, un microborde es una solución atractiva, ya que limita el espacio inmobiliario necesario y permite implementar la computación en un espacio más pequeño. Por ejemplo, una gran cadena de supermercados con 16,000 ubicaciones en Europa está implementando un microborde en las tiendas para la recopilación y el procesamiento de datos locales, y también está añadiendo centros de datos centrales para la agregación y la gestión general de TI.

#### Recomendaciones clave al implementar un microborde:

- Tenga en cuenta el espacio disponible (puede ser necesario fijarlo a las paredes o al techo), la función del espacio (si los clientes o trabajadores estarán presentes) y los requisitos de seguridad (cuando la infraestructura es fácilmente accesible, es necesaria una capa física de seguridad). Las implementaciones de microbordos a menudo cubren áreas con diferentes alimentaciones eléctricas, normativas, acceso al sitio (p. ej., altura del elevador), control del sitio (gerente de tienda, gerente de planta) y experiencia técnica.

“

La infraestructura física y la virtual tienen que coordinarse al mismo tiempo, de lo contrario simplemente no funcionará.

**Jon Abbott, Director de Tecnologías, Vertiv**

”

que son más baratos, pero la vida útil de estos servidores se reduce en gran medida cuando funcionan por encima de los 86 °F. Aunque ambos tipos de hardware requieren un gabinete, la infraestructura de soporte de los servidores COTS debe ofrecer un mayor control de temperatura, humedad y potencia. Es necesario un equilibrio económico de estandarización y personalización específica de la ubicación.

<sup>18</sup> COTS: productos comerciales listos para usar que están fácilmente disponibles para la venta y están diseñados para integrarse fácilmente con los sistemas existentes (en lugar de ser personalizados o a medida).

## Centro de datos de borde distribuido

### ADOPCIÓN DEL CENTRO DE DATOS DE BORDE DISTRIBUIDO POR VERTICAL

	<b>Manufactura</b>	
	<b>Comercio minorista</b>	
	<b>Telecomunicaciones</b>	
	<b>Cuidados de la salud</b>	
	<b>Ciudad inteligente</b>	
	<b>Educación</b>	
<b>Botón</b>	 La mayoría de los casos de uso utilizan este borde	
	 Algunos casos de uso utilizan este borde	
	 Muy pocos casos de uso utilizan este borde	

Al igual que un microborde, los centros de datos de borde distribuidos se encuentran en el sitio de la empresa, y son adecuados para muchos casos de uso del sector, ya que ofrecen baja latencia y menores costos de ancho de banda. La investigación descubrió que las empresas de telecomunicaciones utilizan centros de datos de borde distribuido para alojar aplicaciones de consumo y sus propias funciones de red internas, que son sensibles a la latencia máquina-máquina. Del mismo modo, los fabricantes medianos y grandes utilizarán estos centros de datos más pequeños para sus casos de uso de Internet de las cosas (IoT). Para las instalaciones de manufactura de tamaño mediano, la mayor parte de la infraestructura de borde residirá en un centro de datos de ocho racks.

#### Recomendaciones clave al implementar un centro de datos de borde distribuido:

- Puede que se requiera una inversión para actualizar un centro de datos o una sala de red existente, y el tiempo para implementar los cambios podría tener un impacto costoso en las operaciones. Este impacto en el tiempo de inactividad debe sopesarse frente al costo de comprar un nuevo centro de datos prefabricado que se pueda implementar rápidamente en el sitio.
- Se recomienda construir capacidad adicional en el centro de datos para mantener la flexibilidad en el futuro, pero debe tenerse en cuenta que construir en exceso para prepararse para todos los resultados es costoso y puede que no sea necesario. Para encontrar el equilibrio entre lo que se necesita hoy frente a lo que se requerirá mañana, los usuarios deben considerar la evolución de su caso de uso del borde en su sector determinado.
- Al crear redundancia en el centro de datos, tenga en cuenta tanto el valor de las aplicaciones que se están ejecutando como la estabilidad del entorno (p. ej., en algunos países la red eléctrica no es fiable, por lo que el riesgo de pérdida de energía es significativo).
- A veces no es necesario implementar un centro de datos de borde distribuido en el sitio de la empresa, ya que una implementación “cerca de las instalaciones” cumple requisitos como los relacionados con la latencia o la seguridad. Esto podría ser propiedad de la empresa o podría ser una instalación de varios inquilinos que presta servicio a varias empresas.
- Si se utiliza un centro de datos de borde distribuido como una instalación de colubización, debe tener niveles de seguridad y aislamiento para proporcionar esta experiencia de cómputo de borde de múltiples usuarios. Esto puede incluir computación, cerraduras y cámaras.

## Centro de datos de borde regional

ADOPCIÓN DE CENTROS DE DATOS REGIONALES POR VERTICAL	
<b>Manufactura</b>	
<b>Comercio minorista</b>	
<b>Telecomunicaciones</b>	
<b>Cuidados de la salud</b>	
<b>Ciudad inteligente</b>	
<b>Educación</b>	
<b>Botón</b>	La mayoría de los casos de uso utilizan este borde
	Algunos casos de uso utilizan este borde
	Muy pocos casos de uso utilizan este borde

Un centro de datos de borde regional actúa como un sitio de computación de borde de la red o como un sitio intermediario donde se envían los datos del borde para su preprocesamiento antes de ser enviados a la nube. Satisface casos de uso de baja latencia y uso intensivo de datos, por lo tanto, todos los arquetipos del borde de la red aprovechan los centros de datos de borde regionales. Los casos de uso de consumidor sensible a la latencia humana, en particular, dependen de los centros de datos de borde regionales, ya que las implementaciones de bordes locales (p. ej., transmisión multimedia de baja latencia o juegos inmersivos) no son una opción.

Los centros de datos de borde regionales se suelen adoptar en el comercio minorista, ya que pueden reducir la necesidad de implementar infraestructura de computación en tiendas minoristas individuales.<sup>19</sup> En casos en los que el minorista ha invertido en implementaciones individuales en las instalaciones, el centro de datos puede actuar como un centro de procesamiento de datos intermediario.

### Recomendaciones clave al implementar un centro de datos de borde regional:

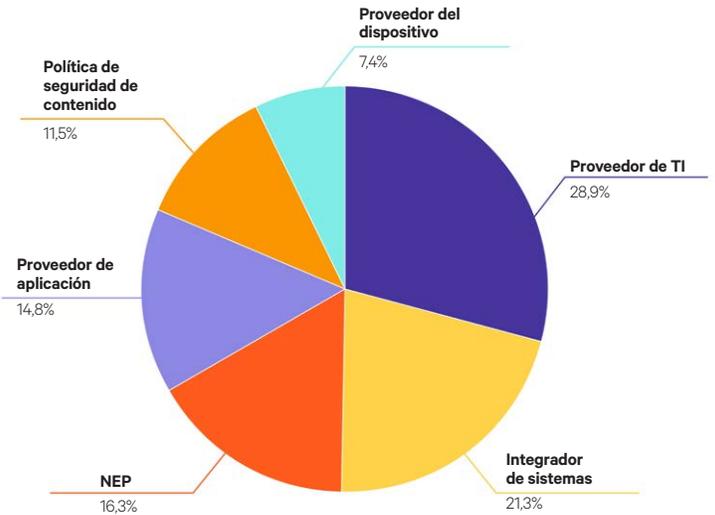
- La seguridad y el aislamiento son necesidades (ya que muchos centros de datos regionales son instalaciones multiusuario). Los clientes deben asegurarse de que el centro de datos tenga mecanismos adecuados para asegurar la infraestructura y los datos del inquilino.
- Tenga en cuenta el caso de uso específico al diseñar la infraestructura de computación en el borde de la red (p. ej., las cargas de trabajo más intensivas en cálculos probablemente requerirán más energía y, por lo tanto, más enfriamiento).
- La ubicación es una consideración clave. Si la soberanía de los datos es un factor, es posible que los datos deban almacenarse dentro de la jurisdicción de los clientes finales. Sin embargo, si el factor clave es la latencia (<50 milisegundos), dirija una ubicación estratégicamente importante que reduzca la latencia en tantos sitios finales como sea posible. Esto a menudo será un centro de datos que se encuentra en o muy cerca de un intercambio importante de Internet.
- Los principales proveedores de nube pública están extendiendo su nube pública a centros de datos locales (p. ej., zonas locales de AWS), lo que permitirá a las empresas distribuir sus aplicaciones en la nube con mayor facilidad. Sin embargo, hay dos consideraciones clave: los proveedores de nube pública están en una etapa temprana de implementar estas nubes locales, y ciertas aplicaciones (y los datos) no serán adecuadas para almacenar y procesar en una nube pública (en parte debido a las regulaciones gubernamentales).

<sup>19</sup>Según la Guía de gastos mundiales de borde de la red de International Data Corporation (IDC), el comercio minorista es el segundo sector más grande y de más rápido crecimiento en el mercado europeo de empresas de borde.

## Se necesita un ecosistema para construir el borde de la red

La infraestructura es solo una pieza del rompecabezas para cualquier organización que busque implementar soluciones habilitadas para el borde de la red. Hay muchos elementos que influyen en la construcción del borde de la red —software, hardware, infraestructura, orquestación, gestión, etc.— y las empresas tendrán dificultades para coordinar estos elementos por sí mismas.

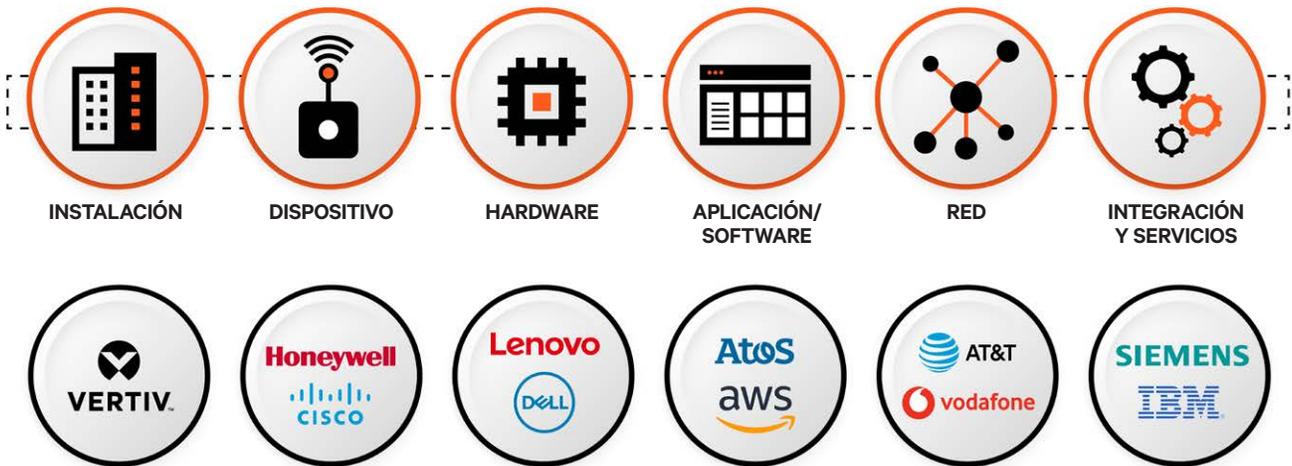
No existe un único tamaño para todos en cuanto a cómo las empresas quieren comprar estas soluciones de última generación de tecnología de la información y la comunicación (TIC) y borde de la red. La investigación muestra que el 34% de las empresas prefieren un enfoque de “hágalo usted mismo” mediante el cual seleccionan diferentes componentes de cada proveedor. El 66% que prefiere soluciones completas que vengan de un proveedor principal, varía en términos de quién es ese proveedor principal: proveedor de TI en comparación con un integrador de sistemas y a un proveedor de equipos de red, etc.



Fuente: Encuesta STL Partners a 699 profesionales de la industria a nivel mundial, mayo de 2021

Tanto si se trata de una empresa que construye su propio borde como de un proveedor de servicios que implementa infraestructura de borde para ejecutar aplicaciones o permitir que otros ejecuten cargas de trabajo, la colaboración con otros actores en el ecosistema de computación en el borde de la red es esencial para el éxito. Construir relaciones sólidas con especialistas del sector (p. ej., Siemens o Honeywell en manufactura) garantiza que las soluciones satisfagan las necesidades verticales específicas y puedan integrarse con éxito en los sistemas e infraestructuras existentes.

### La cadena de valor de la computación en el borde de la red:



## Conclusiones y recomendaciones

La infraestructura de borde sigue siendo un tema complicado (como demuestran las entrevistas con los profesionales del sector). Sin embargo, el marco de modelo de infraestructura de borde definido en este informe puede ayudar a las empresas a navegar por la gama de soluciones de borde disponibles y proporcionar orientación sobre las opciones de infraestructura adecuadas.

Al mirar más allá de los modelos de infraestructura de borde, Vertiv reconoce que existen complejidades asociadas con la tarea práctica de construir una infraestructura de borde que sean únicas para cada empresa. Se ha desarrollado una herramienta web interactiva para permitir a las empresas y a otros operadores de centros de datos explorar casos de uso clave en profundidad. Las organizaciones podrán comprender mejor las características asociadas de la carga de trabajo y la infraestructura, así como tomar decisiones informadas sobre el diseño, la construcción y las implementaciones de la infraestructura.

### Otras recomendaciones clave incluyen:

#### Empresas

- **Identifique un caso de uso de anclaje.** Todavía hay incertidumbre sobre la naturaleza de los casos de uso futuros y sus necesidades de computación en el borde de la red. El primer caso de uso debe justificar el caso de negocio para una compilación inicial, así que asegúrese de tener una buena comprensión de por qué su caso de uso necesita computación en el borde de la red. El conocimiento de cuál de las características de la carga de trabajo es el factor clave para la implementación del borde de la red (p. ej., latencia, ancho de banda, seguridad) también ayudará a tomar decisiones informadas en torno a la infraestructura.
- **Esté preparado para gestionar una variedad de modelos de infraestructura de borde.** Por ejemplo, muchos minoristas optan por un microborde en sus tiendas y luego complementan con un centro de datos de borde distribuido cerca de las tiendas, en el que pueden filtrar y agregar datos de todas las ubicaciones, al enviar solo la información necesaria a la nube.
- **Intente no definir un solo plano técnico para todos los escenarios.** Incluso dentro de los tipos de modelo, habrá variantes dado que las diferentes ubicaciones tienen diferentes entornos heredados. Las empresas con cobertura multinacional se enfrentan a diferencias geográficas en el clima, la contaminación, el suministro de energía, la regulación, etc. (p. ej., la UE regula el número de decibelios permitidos que podrían limitar la infraestructura con ventiladores o conmutación).

#### Proveedores de soluciones

- **Infraestructura de borde de la red preparada para el futuro.** Comprender los casos de uso que los clientes están adoptando ahora y planean adoptar en el futuro, y crear capacidad libre (almacenamiento, computación, etc.) según corresponda. La adopción de modelos de implementación más flexibles reducirá el riesgo.
- **Trabaje con el ecosistema.** El borde no es un solo producto que un solo proveedor venderá, sino una solución que varios actores del ecosistema construyen juntos. Por lo tanto, las soluciones deben estandarizarse, por lo que es fácil para los clientes utilizar una solución como componente. La asociación también es importante, especialmente cuando se trata de satisfacer necesidades muy específicas del sector.
- **Considere nuevos modelos económicos.** No es posible replicar lo que se hizo con la nube. La infraestructura de borde tiene necesidades específicas, por lo que es importante tener en cuenta los modelos económicos que garantizan la optimización de la energía, el enfriamiento, la seguridad y el espacio con nuevas formas de garantizar las economías de escala.



# Apéndice: Glosario

<b>BORDE DE ACCESO</b>	Una ubicación de borde dentro de la red de telecomunicaciones que conecta a los suscriptores a la red troncal del operador principal, luego a otras redes, Internet y nubes de hiperescaladores.
<b>INSTALACIÓN O SERVICIO DE COUBICACIÓN</b>	Una instalación de coubicación, o “modalidad housing”, es una instalación de centro de datos en la que una empresa puede alquilar espacio para servidores y otro hardware de computación. Por lo general, una modalidad housing proporciona el edificio, enfriamiento, potencia, conectividad a otros o a Internet, y seguridad física, mientras que el cliente proporciona servidores y almacenamiento.
<b>ENTORNO ACONDICIONADO Y CONTROLADO</b>	Entornos con sistemas dedicados para controlar diversos factores, como temperatura y humedad, partículas de polvo, contaminación, etc.
<b>CENTRO DE DATOS</b>	Una instalación física que las organizaciones utilizan para alojar sus aplicaciones y datos críticos. El diseño de un centro de datos se basa en una red de recursos de computación y de almacenamiento que permite la entrega de aplicaciones y datos compartidos. Los componentes clave de un diseño de centro de datos incluyen routers, conmutadores, cortafuegos, sistemas de almacenamiento, servidores y controladores de entrega de aplicaciones.
<b>COMPUTACIÓN DE BORDE DE LA RED</b>	Esta infraestructura de computación física se posiciona entre el dispositivo y la nube de hiperescala, soportando varias cargas de trabajo. La computación en el borde de la red acerca las capacidades de procesamiento al usuario final/dispositivo/fuente de datos, lo que elimina el recorrido a los centros de datos de los proveedores de nube y reduce la latencia.
<b>FACTOR DE FORMA</b>	Diseño general y funcionalidad de los sistemas de hardware.
<b>HIPERESCALA</b>	En informática, la hiperescala es la capacidad de lograr una escala masiva, especialmente para big data y la computación en la nube. Hoy en día, AWS, Azure y Google Cloud se consideran “hiperescaladores”.
<b>ARMARIO DE IT/RED</b>	Un armario o una sala pequeña donde se instala el cableado eléctrico y el hardware de red de las PC.
<b>COMPUTACIÓN DE ACCESO MÚLTIPLE EN EL BORDE DE LA RED (MEC)</b>	Tipo de arquitectura de red que proporciona capacidades de computación en la nube y un entorno de servicio de TI en el borde de la red.
<b>EN LAS INSTALACIONES</b>	También conocido como “en las instalaciones” o “on-prem”, se refiere a la tecnología alojada dentro de los confines físicos del propio sitio de una empresa.
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Proceso de supervisión de datos de sensores de equipos para garantizar que estén en buen estado y para marcar de forma preventiva si es necesario repararlos, lo que posiblemente elimina la necesidad de mantenimiento programado.
<b>HARDWARE REFORZADO</b>	Hardware diseñado específicamente para soportar entornos difíciles como la contaminación exterior, temperaturas altas o bajas, humedad, etc.
<b>AUTÓNOMO</b>	Capaz de operar independientemente de otro hardware o software.
<b>ESTACIÓN BASE DE TELECOMUNICACIONES</b>	Estación de transmisión y recepción en una ubicación fija, que consiste en una o más antenas de recepción/transmisión, placa de microondas y circuitos electrónicos, utilizados para manejar el tráfico celular.



 **PARTNERS** Este informe de investigación se desarrolló con el apoyo de STL Partners

**Vertiv.com | Oficinas corporativas de Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, Estados Unidos de América**

© 2021 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 la exactitud y exhaustividad aquí, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o por cualquier error u omisión. Las especificaciones, rebajas y otras ofertas promocionales son objeto de cambio a entera discreción de Vertiv mediante aviso.