



# **ESTADÍSTICAS Y TENDENCIAS: EL DESPLIEGUE DE IPV6 EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2016-2020**

---

## Contenidos

Resumen.....	4
Introducción: Aspectos conceptuales de los protocolos de Internet IPv4 e IPv6 .....	5
El agotamiento de direcciones IPv4 .....	7
Técnicas de transición.....	9
Estadísticas y tendencias para el despliegue de IPv6 .....	10
Consideraciones para la adopción de IPv6 .....	13
Consideraciones finales.....	15
Referencias .....	16

# Estadísticas y tendencias: el despliegue de IPv6 en América Latina y el Caribe 2016-2020

Cómo citar esta publicación: LACNIC (2021). Estadísticas y tendencias: el despliegue de IPv6 en América Latina y el Caribe 2016-2020. LACNIC (Registro de Direcciones de para América Latina y el Caribe).

El presente trabajo se realizó tomando como referencia la investigación sobre despliegue de IPv6 en América Latina y el Caribe 2020/2021. Ese estudio, creado y liderado por LACNIC, estuvo a cargo de la consultora SMC+ Digital Public Affairs (EEUU). El trabajo presentado a continuación incluye los datos e insumos obtenidos a través de la investigación original, los análisis realizados, las ilustraciones y tablas.

**Proyecto:** Investigación sobre despliegue de IPv6 en América Latina y el Caribe 2020/2021

**Autores:** Consultora SMC+ Digital Public Affairs (EEUU).

**Coordinación/revisión:** Laura Kaplan, Carlos Martínez, Alessia Zucchetti

**Edición:** Eduardo Preve, María Gayo, Carolina Badano, Martín Mañana

**Corrección de estilo y traducción:** Laureana Pavón, CGM Consulting

**Diseño y maquetación:** Mónica Castellanos

## Resumen

El despliegue y la adopción de IPv6 en la región se han desarrollado gradualmente, acompañando el proceso de agotamiento de direcciones IPv4 y la consiguiente transición y convivencia entre protocolos. Las estadísticas regionales muestran un crecimiento sostenido de IPv6 en 2020 respecto a 2016, con diferencias entre Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. Las dos primeras subregiones evidencian un aumento gradual en la adopción, mientras que la última presenta niveles bajos, sin una clara tendencia de crecimiento. Se observa que Sudamérica posee una adopción de 25 %, Centroamérica de 30 % y el Caribe de 7 %. Si se considera la cantidad de usuarios, la adopción de IPv6 en la región se ubicaba en 3 % en 2016 frente a un promedio global de 8 %. Estos porcentajes aumentaron a 21 % para la región y a 29 % en el ámbito global en 2020, lo que evidencia un aumento de 18 puntos porcentuales entre ambos estudios.

Las mediciones muestran que, si bien América Latina y el Caribe se ubican en una buena posición y han logrado múltiples avances, aún se verifica un porcentaje de adopción menor al promedio global y a otras regiones del mundo. Estos datos, junto con otros utilizados para distintos análisis, conforman el presente trabajo desarrollado a partir de una investigación de LACNIC y denominado «*Estadísticas y tendencias: el despliegue de IPv6 en América Latina y el Caribe 2016-2020*». La información permite comprender los avances y las oportunidades que presenta la región en el despliegue y la adopción de IPv6. El trabajo se organiza en tres secciones: «Introducción: Aspectos conceptuales de los protocolos de Internet IPv4 e IPv6»; «Estadísticas y tendencias para el despliegue de IPv6» y «Consideraciones para la adopción de IPv6».

En la primera sección, se aborda el proceso de agotamiento del protocolo IPv4 y el trabajo desarrollado desde el año 2013 hasta la actualidad. Incluye distintas fases, acciones y mecanismos liderados por LACNIC para garantizar la transición de IPv4 a IPv6. Asimismo, se abordan aspectos conceptuales acerca de IPv4 e IPv6, las características y diferencias entre ambos y las ventajas comparativas del último protocolo de Internet. La segunda sección incorpora estadísticas y tendencias en el despliegue y la adopción de IPv6 en la región. Para ello, se presentan estimaciones del nivel de usuarios de IPv6, la adopción a nivel global y regional, la adopción por país y subregión, así como la evolución entre los años 2016 y 2020.

Una vez que la infraestructura de IPv6 se encuentra desplegada, la adopción se asocia con otro tipo de factores relacionados con elementos específicos, como ser: la incidencia de los dispositivos, su capacidad para utilizar el protocolo IPv6, sus características, la compatibilidad de los equipos con el protocolo, así como el contenido que se transmite. La tercera sección incorpora dichas consideraciones y presenta las principales preocupaciones de los proveedores de servicios de Internet (ISP, por sus siglas en inglés: *Internet Service Provider*) en el análisis de la compatibilidad y la capacidad de los dispositivos, junto con su posible incidencia en la adopción de IPv6.

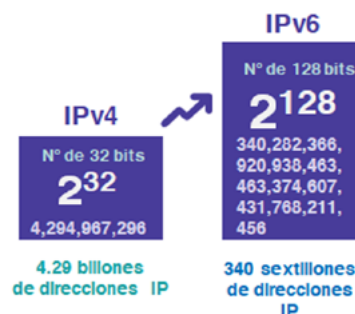
Finalmente, el estudio aborda brevemente tecnologías emergentes como Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la tecnología 5G y *cloud computing*, así como las características del protocolo IPv6 y su potencial influencia en ellas.

## Introducción: Aspectos conceptuales de los protocolos de Internet IPv4 e IPv6

Las direcciones del protocolo de Internet (IP, por la sigla en inglés de *Internet Protocol*) son los identificadores numéricos únicos asignados a cada equipo o dispositivo que se conecta a Internet, utilizados para transportar paquetes desde un origen a un destino a través de varias redes. Por un lado, el protocolo IPv4 desarrollado en los años ochenta tiene una capacidad de más de 4,3 mil millones de direcciones IP (espacio de direcciones de 32 bits); sin embargo, sólo 3,7 mil millones pueden ser utilizados por dispositivos y equipos comunes y corrientes de acceso a Internet, mientras que el uso del resto está destinado a protocolos especiales. IPv4 es el más utilizado en el ámbito global.

Por otro lado, el protocolo IPv6 es la versión mejorada del IPv4 y puede admitir una cantidad mayor de direcciones IP. Es importante considerar que IPv6 técnicamente no es una actualización (*upgrade*) de IPv4. En gran medida, ambos protocolos son incompatibles como paquete, por lo cual se consideran redes independientes con dos pilas de protocolos también independientes. En lo que respecta a la capacidad, el espacio de direcciones de IPv6 es de 128 bits, lo que implica  $3,40 \times 10^{38}$  de direcciones IP. Estas direcciones se escriben en forma literal como 8 bloques de números hexadecimales de 16 bits cada uno (valor de 0000 a FFFF), separados por «:».

### Ilustración 1. Cantidad de direcciones IP por protocolo



El despliegue de IPv6, tanto en el ámbito regional como global, se ha realizado de manera gradual, en una coexistencia ordenada con IPv4. Se espera que este último sea desplazado de forma gradual por IPv6, en la medida en que se verifique el crecimiento de la demanda de direcciones IP en el mercado junto con las condiciones de infraestructura necesarias para su desarrollo. Entre los principales beneficios del protocolo IPv6, se pueden mencionar los siguientes: (i) posee una cantidad significativamente mayor de direcciones IP; (ii) permite conectar una mayor cantidad de dispositivos; (iii) posee mayor seguridad (es obligatorio incluir el protocolo IPSec en el encabezado y ya no es opcional como en IPv4); (iv) no requiere de NAT (*Network Address Translation*)<sup>1</sup> y (v) posee mejor enrutamiento *multicast*. Por estos motivos, el protocolo IPv6 se considera el más indicado para abrir el camino para el

<sup>1</sup> NAT: La traducción de direcciones de red, también llamado enmascaramiento de IP o NAT (del inglés Network Address Translation), es decir, traducción de direcciones de red, permite que redes de ordenadores utilicen un rango de direcciones especiales (IP privadas) y se conecten a Internet usando una única dirección IP (IP pública). El Carrier-Grade NAT (CGN o CGNAT) es una herramienta de diseño de redes IPv4 gracias a la cual los extremos de la comunicación, en concreto, las redes residenciales, se configuran con direcciones de red privadas, se traducen a direcciones públicas mediante equipos instalados dentro de la red del proveedor entre el usuario e Internet.

despliegue de nuevas tecnologías y aplicaciones, por ejemplo, IoT, 5G y ciudades inteligentes, así como también para la innovación de la infraestructura tecnológica de las organizaciones.

A continuación, se presentan las principales características y diferencias entre el protocolo IPv4 y el protocolo IPv6.

**Tabla 1. Cuadro comparativo entre IPv4 e IPv6**

Características	IPv4	IPv6
Longitud de la dirección	32 bits	128 bits
Configuración de direcciones	Soporta configuración manual y DHCP	Soporta configuración automática
Representación de direcciones	En decimal	En hexadecimal
Protocolo de seguridad	Opcional	Obligatorio
QoS	Sin identificación	Con identificación
Longitud de cabecera	20 bytes	40 bytes
Registros de <i>host</i> en DNS	Registros A	Registros AAAA

## El agotamiento de direcciones IPv4

La comunidad de LACNIC optó por dividir el período de agotamiento de las direcciones de IPv4 en diferentes fases que obedecen a la organización de las acciones y mecanismos para la administración del espacio, los recursos disponibles y la transición de IPv4 a IPv6<sup>2</sup>:

- **Fase 0:** Comenzó en octubre de 2013 y se asignaron recursos IPv4 hasta haber alcanzado el último /9 disponible.
- **Fase 1:** Empezó el 19 de mayo de 2014 y se asignaron recursos IPv4 hasta haber alcanzado el bloque /10 reservado para la fase de agotamiento gradual.
- **Fase 2:** Se inició el 10 de junio de 2014 y se asignaron recursos IPv4 hasta agotar el /10 reservado para la fase 2. En esta etapa, solo se asignaron bloques desde un prefijo /24 hasta uno /22. La mecánica se realizó hasta que llegó el momento del /10 reservado para la terminación gradual.
- **Fase 3 (actual):** Esta reserva es el último espacio disponible de LACNIC. Está compuesto por bloques IPv4 pos-agotamiento, asignado por IANA (por las siglas en inglés de *Internet Assigned Numbers Authority*), junto con bloques recuperados y devueltos. El 19 de agosto de 2020, LACNIC agotó su pool de direcciones IPv4; en la actualidad solo dispone de recursos recuperados y devueltos y una reserva destinada exclusivamente a infraestructura crítica. La cantidad de bloques recuperados o devueltos es dinámica y desde marzo de 2020 los recursos pasan por un período de cuarentena para ser liberados de forma gradual al cumplir seis meses. De este espacio, solo se pueden hacer asignaciones entre un /22 y un /24. Cada nuevo miembro puede recibir únicamente una asignación inicial de este espacio.

Estado del bloque IPv4 de la fase 3 (al 4 de noviembre 2021) <sup>3</sup>

- Totales para esta fase: 6.003.200
- Asignadas en esta fase: 5.603.840
- Preaprobadas para ser asignadas: 8960
- Revocadas o devueltas en cuarentena: 256.512
- Disponibles en este bloque: 2816
- Reservadas para infraestructura crítica: 131072
- Asignadas a infraestructura crítica: 5120
- Disponibles para infraestructura crítica: 125.952

<sup>2</sup> LACNIC (2021, octubre). Fases del agotamiento de IPv4: <https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>.

<sup>3</sup> Datos actualizados al cierre del presente trabajo para su publicación. Es posible acceder a los datos actualizados acerca del estado del bloque IPv4 en el sitio web Fases del agotamiento de IPv4: <https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>

El agotamiento de las direcciones IPv4 imposibilita el crecimiento de los usuarios de manera sostenible e invita a acelerar el despliegue de IPv6 en las redes de la región. Si bien muchos operadores aún cuentan con direcciones IPv4 y tienen reservas, el despliegue del protocolo más reciente (IPv6) será necesario en poco tiempo. Al haberse agotado los bloques de direcciones de IPv4, los operadores que necesitan mayor cantidad de IP y que no tienen desplegada en su red la transición hacia el nuevo protocolo IPv6 se ven obligados a recurrir a la compra de bloques en el mercado secundario con mayores costos.



## Técnicas de transición

El despliegue de IPv6 requiere de determinados procesos y mecanismos exhaustivos para minimizar la posibilidad de interrupción de la red, así como para garantizar la coexistencia entre ambos protocolos. Para ello, se utilizan los siguientes mecanismos de transición de IPv4 a IPv6. Los últimos se encuentran clasificados según la técnica que se utiliza:

- 1. Dual *stack* o doble pila:** IPv4 e IPv6 coexisten en un mismo dispositivo y en las redes. Es el mecanismo más simple y recomendado, y el más utilizado, la infraestructura de red es la misma y las aplicaciones pueden seleccionar el protocolo de red a ser utilizado. El inconveniente con este mecanismo es que los dispositivos *IPv4-only* no pueden comunicarse con los dispositivos *IPv6-only*, por lo que se necesita mantener dos tablas de enrutamiento, dos sets de reglas de *firewall* y dos configuraciones de gestión de red.
- 2. Técnica de túneles:** encapsulado (protocolo de transporte) de IPv6 sobre IPv4 y viceversa. En esta técnica, se conectan «islas» de IPv4 o IPv6, es compatible en redes incompatibles y recomendado para sitio-a-sitio (*site to site*). Sin embargo, poseen problemas de seguridad con protocolos tunelizados, el rendimiento es reducido y es compleja la gestión de red y resolución de problemas.
- 3. Traducción:** utilizada para permitir la comunicación entre dispositivos que son solo IPv6 y aquellos que son solo IPv4, permite que el host *IPv4-only* se comunique con hosts *IPv6-only* y viceversa. Esta técnica no tiene modificaciones en los nodos finales de IPv4 o IPv6, solo en los enrutadores de límite. Este mecanismo presenta una mayor complejidad en la topología de red, un rendimiento reducido (dependiendo del hardware), una resolución de problemas compleja e incompatibilidad en aplicaciones.

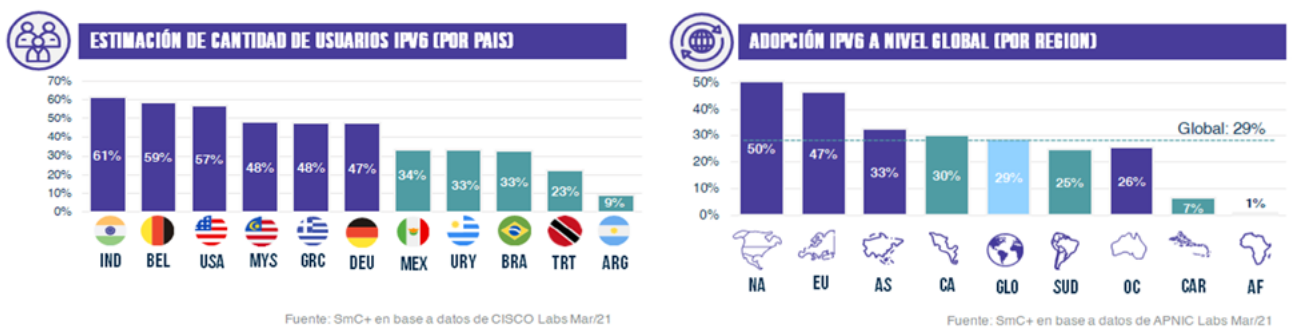
La convivencia de los dos protocolos resulta en una mayor complejidad operativa y en costos más elevados, producto de la necesidad de gestionar y administrar dos sistemas, así como en la inversión asociada según la técnica de transición seleccionada.

## Estadísticas y tendencias para el despliegue de IPv6

En el ámbito global, la adopción de IPv6 ha evolucionado año tras año y presenta diferencias regionales. Para relevar la evolución y adopción del IPv6, en la investigación original en la que se basa el presente trabajo se utilizaron distintas modalidades de medición<sup>4 5</sup>.

Los gráficos que se incluyen a continuación presentan los análisis realizados<sup>6</sup>.

### Ilustración 2. Estimación del número de usuarios de IPv6 por país y adopción de IPv6 por región (marzo 2021)



Respecto a la estimación de la cantidad de usuarios de IPv6 por país, se destaca India, con 61 %, seguido por Bélgica, con 59 %, Estados Unidos, con 57 %, y Malasia, con 48 %. Si se considera a países de la región, México se ubica en 34 %, seguido por Uruguay y Brasil, con 33 %, Trinidad y Tobago, con 23 %, y Argentina, con 9 %.

Según los datos obtenidos de APNIC Labs<sup>7</sup>, el promedio global de adopción de IPv6 se ubica en 29 % a marzo 2021. Se observa que la región de Sudamérica posee una adopción de 25 %, levemente por debajo del promedio mundial, Centroamérica de 30 % y el Caribe de 7 %. La penetración en Centroamérica es superior a la del promedio mundial, fuertemente influenciada por el alto grado de adopción que se registra en México. Sin embargo, al compararla con mercados desarrollados, como los de Norte América y Europa, la adopción de IPv6 en Latinoamérica y el Caribe (LAC) aún presenta valores inferiores.

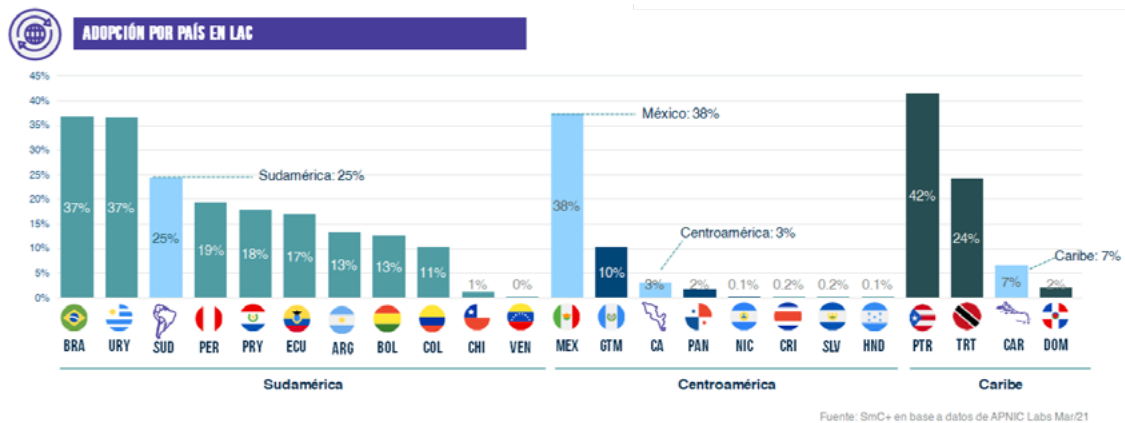
<sup>4</sup> Entre ellas, se encuentra el proyecto 6lab de Cisco#, con diferentes indicadores, tales como la estimación del porcentaje de usuarios en IPv6, el porcentaje de páginas web disponibles en IPv6 y el porcentaje de prefijos visibles en tablas de enrutamiento, entre otros. Por mayor información, acceder a <https://6lab.cisco.com/stats/>.

<sup>5</sup> Basado en el laboratorio de Cisco para IPv6 <https://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=prefijos>, se pueden observar también otros criterios de adopción de IPv6, como la disponibilidad de páginas web sobre IPv6 y la proporción de prefijos visibles en tablas de enrutamiento. Sin embargo, ya que estos no representan la proporción de tráfico ni de usuarios que hacen uso de IPv6, se considera que su relevancia es limitada. Tomando valores a marzo de 2021, en el caso de páginas web disponibles sobre IPv6, se puede ver que los países de la región se encuentran, en su mayoría, por encima del 60 %. Para el caso de la proporción de prefijos visibles en tablas de enrutamiento, se presenta mayor disparidad entre los países de LAC, pero con diferencias respecto a las estadísticas basadas en el tráfico.

<sup>6</sup> Los datos presentados en esta sección fueron relevados en marzo 2021. Es posible acceder a los datos de adopción de IPv6 actualizados en APNIC Labs, IPv6 Adoption Measurement en: <https://stats.labs.apnic.net/ipv6/>.

<sup>7</sup> Por mayor información acerca de APNIC Labs, acceder a <https://labs.apnic.net/>.

### Ilustración 3. Adopción de IPv6 por país en LAC

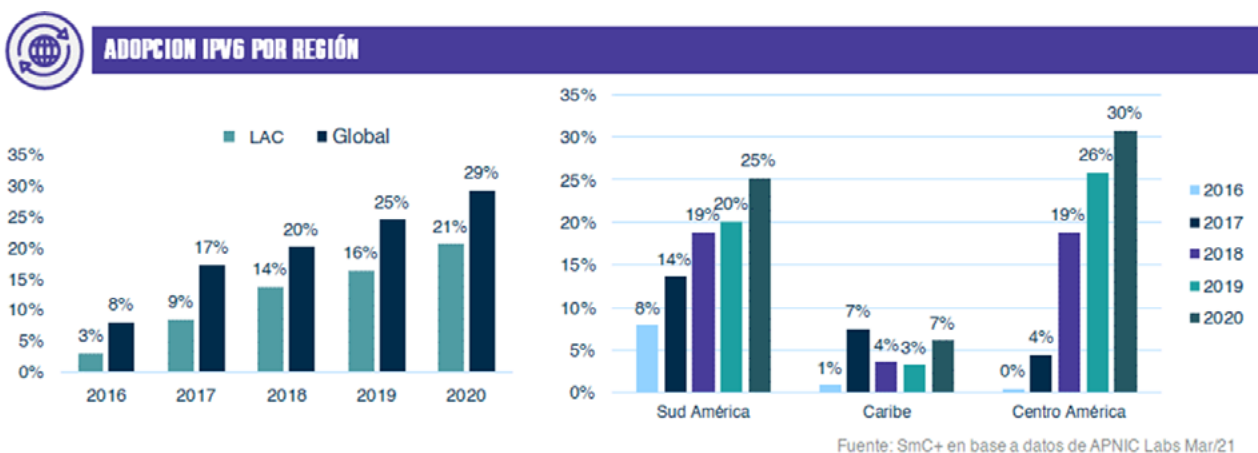


Al considerar la adopción de IPv6 en el ámbito regional de forma desagregada, se evidencian amplias diferencias. Por un lado, al considerar Sudamérica, Centroamérica y el Caribe y, por otro, al relevar los porcentajes por país. Respecto a Sudamérica, el porcentaje promedio de adopción de IPv6 se ubica en un 25 %. Brasil y Uruguay presentan los porcentajes mayores de adopción, con un 37 %, seguidos por Perú, Paraguay y Ecuador, que se ubican en un 19 %, 18 % y 17 %, respectivamente. Argentina, Bolivia y Colombia presentan porcentajes intermedios, con 13 % en los primeros dos casos y 11 % en el tercero. Finalmente, Chile y Venezuela presentan los menores niveles, según los datos relevados, con 1 % y 0 %, respectivamente.

Centroamérica presenta un porcentaje promedio de 3 % en la adopción de IPv6 y registra mayores diferencias entre países respecto a Sudamérica. Por un lado, en los porcentajes superiores, se ubican México, con 38 %, y Guatemala, con 10 %. Panamá presenta un porcentaje de 2 %, seguido de Nicaragua y Honduras, con 0,1 %, Costa Rica y El Salvador, con 0,2 %. En el Caribe hay un porcentaje promedio de adopción de 7 % y valores divergentes entre Puerto Rico (42 %) <sup>8</sup>, Trinidad y Tobago (24 %) y República Dominicana (2 %).

### Ilustración 4. Evolución de la adopción de IPv6 en LAC (2016-2020)

#### Adopción de IPv6 regional y global (porcentajes promedio de adopción) y evolución de la adopción de IPv6 regional y subregional por año (2016-2020)



<sup>8</sup> Para la medición de tendencias de la subregión del Caribe, se incluyeron países que no están dentro del área de cobertura de LACNIC.

En el primer caso, se incluye un gráfico comparativo del nivel de adopción de IPv6 de la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) con relación al porcentaje global. Para esto se consideran los porcentajes promedio globales y regionales para cada año del período 2016-2020. Es posible destacar el incremento de los niveles de adopción de IPv6 durante los cuatro años, que pasaron de 3 % a 9 %, 14 %, 16 % y 21 %. Al comparar los valores regionales con los globales, se evidencia la mayor adopción de IPv6 en el ámbito global con diferencias que se ubican entre 5 y 9 puntos porcentuales. La menor diferencia se presenta en el año 2016, mientras que la mayor se verifica en 2019. A su vez, el año 2020 muestra particularidades destacables. Si se considera solo la región, se nota un aumento de cuatro puntos porcentuales de 2019 a 2020. Sin embargo, en los años previos hubo aumentos más significativos. Si se considera la diferencia entre la adopción regional y la global, no se encuentran diferencias importantes respecto a años anteriores.

No obstante esto, otros datos relevados a partir de la investigación original señalan que durante la pandemia se verificó una fuerte demanda en la cantidad de asignaciones realizadas por el registro de LACNIC<sup>9</sup>, donde alrededor de 49 % están visibles. Esto también ocurrió con el tráfico de los ASN (*Autonomous System Number*) que hasta finales de junio de 2020 tuvo un crecimiento de 84 %<sup>10</sup>. El teletrabajo, la teleeducación y otras aplicaciones incrementaron su uso en la crisis sanitaria y han demandado asignaciones elevadas a los proveedores del servicio de Internet. En ese sentido, una de las hipótesis es que la crisis sanitaria y su impacto en el uso de aplicaciones y servicios en línea generaron la percepción de que el agotamiento de direcciones IPv4 estaba más cercano en el corto plazo y, consecuentemente, originaron una motivación más fuerte para el despliegue de IPv6.

En el segundo caso, el cuadro comparativo en el ámbito subregional permite apreciar un crecimiento gradual del grado de adopción de IPv6 en Sudamérica y en Centroamérica durante los últimos 5 años. En el caso del Caribe, se presentan niveles de adopción por debajo de 10 % y los datos no muestran una tendencia de crecimiento.

---

<sup>9</sup> LACNIC (2020, junio 29). La pandemia disparó el uso de Internet en la región. LACNIC Newsletter: <<https://prensa.lacnic.net/news/ipv6/la-pandemia-disparo-el-uso-de-ipv6-en-la-region>>.

<sup>10</sup> LACNIC (2020, junio 10). Webinar IPv6 Day [video]. YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=9002gRIJ63o>>.

## Consideraciones para la adopción de IPv6

Una vez desplegada la infraestructura de IPv6, su adopción depende de distintos factores, como la incidencia de los dispositivos, su capacidad para utilizar el protocolo IPv6, sus características, la compatibilidad de los equipos con el protocolo, así como el contenido que se transmite. A continuación, se incluyen las principales consideraciones relevadas para dichos factores. En primer lugar, la adopción depende —entre otras circunstancias—, de la capacidad de los dispositivos del usuario final para utilizar el mencionado protocolo, así como de los contenidos transmitidos.

En la actualidad, existe una variedad de dispositivos que requieren conectarse a Internet para poder funcionar. Algunos ejemplos de ello son:

- Los dispositivos móviles (como teléfonos celulares o tabletas) son en general compatibles con IPv6, aunque pueden existir excepciones en terminales de muy baja gama o en versiones de Android muy antiguas. Si bien la selección del protocolo es automática, en muchos casos se debe realizar de manera manual. En los últimos años, los televisores inteligentes (*smart TVs*) son compatibles con IPv6. En general, la función es desactivada de fábrica para evitar problemas de configuración y posteriores reclamos.
- Los dispositivos inteligentes del hogar (hornos microondas, refrigeradores, cámaras de videovigilancia, etc.), en su mayoría, son compatibles debido a la seguridad que ofrece el nuevo protocolo.
- Los relojes inteligentes, que ya desde su aparición podían utilizar IPv6.
- Equipos terminales para el usuario (CPE, por sus siglas en inglés), entre los cuales aún se pueden encontrar en funcionamiento algunos que solo son compatibles con IPv4. Hoy la demanda de los ISP es principalmente por CPE que sean compatibles con el protocolo IPv6. Dado el desarrollo tecnológico, esto es lo más frecuente. En la adopción del protocolo IPv6 los ISP deben atender dos aspectos clave al momento de analizar la compatibilidad y capacidad de los dispositivos: (i) las licencias (algunos dispositivos necesitarán una actualización de licencia de su *firmware* o sistema operativo, para obtener acceso a las funcionalidades del nuevo protocolo, lo que puede aumentar considerablemente su costo) y (ii) la capacidad (algunas plataformas y dispositivos no son compatibles con IPv6, ni siquiera realizando una actualización).

Otro factor con incidencia en la adopción de IPv6 es la oferta de contenido. Actualmente, la gran mayoría de los principales proveedores de contenido (Google, Facebook, Netflix) tienen desplegado IPv6 en sus redes y ofrecen contenido en ambos protocolos. Sin embargo, para el mejor rendimiento, bajo la coexistencia de IPv4 e IPv6, se utilizan algoritmos que seleccionan de manera automática el protocolo. Se destaca el caso de Happy Eyeballs, un algoritmo publicado por el IETF que brinda para las aplicaciones dual *stack* una mayor capacidad de respuesta a sus usuarios, selecciona cuál de los dos canales (IPv4 o IPv6, siempre con una preferencia hacia este último) será el mejor para una conexión en particular. Dependiendo de la calidad de los diferentes despliegues de IPv6, los dispositivos pueden preferir uno u otro *stack*.

Por último, entre las consideraciones acerca de los factores con incidencia en la adopción de IPv6, se debe mencionar a las tecnologías emergentes, como Internet de las cosas (IoT), la tecnología 5G y el *cloud computing*. El término IoT hace referencia a los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas sin la intervención humana. Para el funcionamiento de cada dispositivo se requiere asignar una dirección IP. Si bien es cierto que no todos los dispositivos IoT necesitarán una dirección IP pública, IPv4 no tendría la capacidad suficiente para abastecer la cantidad de dispositivos IoT que se esperan para los próximos años en LAC. IPv6 cuenta con mil millones de mil millones de direcciones, por lo que, aun cuando IoT cumpla con las proyecciones de dispositivos, o incluso si las superara, deberían ser suficientes.

La tecnología 5G y su verdadero potencial aún no están siendo utilizados. El protocolo IPv6, al usar direcciones de 128 bits, ayudará en el despliegue de las celdas pequeñas para trabajar de manera simple y eficiente, sin la necesidad de traducción de direcciones. El nuevo protocolo podrá también ayudar en la experiencia de usuario (tasas de transmisión, latencia, movilidad), el desempeño de los sistemas, la eficiencia de energía y la señalización de dispositivos y servicios mejorados (localización, seguridad, confiabilidad, transparencia en la conectividad). En cuanto a *cloud computing*, existe la expectativa de lograr mejores rendimientos con IPv6. La ausencia de NAT en el camino IPv6 permite a los operadores de *cloud* ser más efectivos en el control del abuso, lo que redundará en mejor seguridad para los usuarios.

## Consideraciones finales

Este trabajo buscó presentar la evolución en el despliegue y la adopción de IPv6 en la región junto con las principales tendencias relevadas, puntualmente respecto a la adopción de la infraestructura de IPv6 y los distintos factores que inciden en el proceso. Asimismo, exploró la evolución del agotamiento de IPv4, la transición hacia IPv6 y la convivencia entre protocolos.

Por un lado, es posible apreciar el crecimiento de 18 puntos porcentuales en la adopción de IPv6 en la región entre 2016 y 2020. A pesar de ello, se presentan asimetrías en el ámbito subregional: Sudamérica (25 %), Centroamérica (30 %) y el Caribe (7 %). La región se ubica en una buena posición y ha logrado múltiples avances; no obstante, todavía se verifica un porcentaje de adopción menor, tanto respecto al promedio global como a otras regiones. Además, presenta múltiples diferencias en los porcentajes de adopción en cada subregión.

Por otro lado, las tendencias relevadas presentan distintos factores que influyen en la adopción de IPv6, como la incidencia de los dispositivos, su capacidad para utilizar el protocolo IPv6, sus características, la compatibilidad de los equipos con el protocolo, así como el contenido que se transmite.

Para concluir, el trabajo introdujo brevemente algunos aspectos sobre el rol que podrían tener las tecnologías emergentes, como Internet de las cosas (IoT), la tecnología 5G y el *cloud computing*, en el despliegue de IPv6 a futuro.

---

## Referencias

LACNIC (2021, octubre). Fases del agotamiento de IPv4. <<https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>>.

LACNIC (2020, junio 29). La pandemia disparó el uso de Internet en la región. LACNIC Newsletter. <<https://prensa.lacnic.net/news/ipv6/la-pandemia-disparo-el-uso-de-ipv6-en-la-region>>.

LACNIC (2020, junio 10). Webinar IPv6 Day (video). YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=90O2gRIJ63o>>.





---

## CONTACTO

 <http://www.lacnic.net>

 [comunicaciones@lacnic.net](mailto:comunicaciones@lacnic.net)

 [@lacnic](https://twitter.com/lacnic)