

Estrategias de adopción de IPv6 para Chile

Alejandro Salinas (asf@uc.cl)

Agosto - 2012

IPv6, la nueva generación del protocolo dominante en Internet, se publicó en el año 1998¹. Es noticia, sin embargo, desde hace poco. Gatillado por el agotamiento de la reserva de direcciones IPv4 de IANA (Internet Assigned Numbers Authority) en 2011, la comunidad de Internet ha comenzado finalmente una transición lenta hacia IPv6 que permitirá continuar la evolución y crecimiento de la red, amenazados por la escasez de direcciones IP.

Es común encontrar información acerca de las ventajas de IPv6. Si bien IPv6 posee algunas características beneficiosas sobre IPv4, es importante notar que el foco de la transición no está en una mejora de características específicas sino que en el *crecimiento de la red*. Dicho de otra forma, IPv6 está pensado para seguir creciendo antes que cualquier otra cosa, y eso es exactamente lo que necesitamos hoy.

A continuación se presenta un análisis del escenario actual y futuro de IPv6 a nivel nacional, proponiendo estrategias futuras para los principales involucrados en la adopción chilena de IPv6.

La oferta, la demanda y el regulador

La adopción de IPv6 a nivel de país requiere la colaboración de diversos actores de la industria y del estado. Los principales protagonistas involucrados son los siguientes:

- Proveedores de software / hardware: Corresponde a la oferta de equipamiento y productos compatibles con IPv6. Chile posee una industria creciente de software, sin embargo la industria de hardware de consumo masivo nacional es prácticamente inexistente.
- Proveedores de Servicio de Internet (Internet Service Providers, ISP): Corresponden a la oferta de conectividad a Internet por parte de la industria nacional. Existen proveedores enfocados al sector residencial, proveedores enfocados a las empresas y proveedores que cubren ambos segmentos.

¹S. Deering, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*.

- Proveedores de Contenidos en Internet (Internet Content Providers, ICP): Corresponde a la oferta de contenidos por parte de la industria nacional, sitios web a los cuales se conectan las personas (u otro software) para consumir su contenido.
- Usuario final: Corresponde a la demanda, tanto residencial como empresarial, quienes consumen el servicio de conectividad ofrecido por los ISPs y el servicio de contenido ofrecido por los ICPs.
- Estado: El estado es la entidad que debe cubrir las imperfecciones del mercado a través de la regulación, e incentiva a los actores de la industria mediante políticas, subsidios u otras herramientas con el fin de maximizar los beneficios sociales de sus actividades. En el caso de Chile, la regulación de las actividades relacionadas a Internet forma parte de las funciones de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

¿Qué quiere decir que se agotan los IPv4?

El estándar de facto para las comunicaciones en Internet es el protocolo IP. En este protocolo cada nodo o dispositivo conectado tiene una dirección (número) que lo identifica y le permite conectarse a los otros nodos. Actualmente la versión mayoritariamente utilizada del protocolo es la 4 (IPv4).

Las direcciones IPv4 tienen un tamaño fijo de 32 bits, el cual determina la cantidad máxima de direcciones distintas que pueden existir (4 mil millones aproximadamente). El enorme crecimiento de Internet gatilló una demanda masiva de direcciones IPv4, la cual comenzó a agotar las reservas disponibles. IPv6 posee direcciones mas grandes (128 bits) lo que permite contar con muchas mas direcciones IP para entregar y seguir creciendo.

Chile: situación actual

Aproximadamente un 0.7% del tráfico mundial es IPv6 en la actualidad. En Chile, esta cifra oscila entre 0.01% y 0.02% del tráfico².

Nuestra cifra, entre 35 a 70 veces menor que el promedio mundial y desalentadora a primera vista, es el resultado de ofertas y demandas bajas; En respuesta a una baja disposición a pagar de la demanda por conectividad IPv6, la oferta es actualmente escasa y solo orientada a empresas. Los principales ISPs nacionales se listan en el cuadro 1.

²Google, *IPv6 statistics*.

Empresa - ISP	Orientación	Estado IPv6
Movistar	Empresa y residencial	Ofrece IPv6 solo a empresas
Entel	Empresa	No ofrece IPv6
Claro / Telmex	Empresa	No ofrece IPv6
VTR	Residencial	No ofrece IPv6
GTD	Empresa y residencial	Ofrece IPv6 solo a empresas

Cuadro 1: Principales proveedores de servicio en Chile

Ranking Alexa	Sitio	Estado IPv6
10	LUN	Sin IPv6
11	EMOL	Sin IPv6
13	Terra	Sin IPv6
14	Mercado Libre	Sin IPv6
15	La Tercera	Sin IPv6
20	Banco Estado	Sin IPv6

Cuadro 2: Principales proveedores de contenido Nacionales

Otra dimensión importante es la de los contenidos en la red. Si bien los proveedores globales de contenido (como Google) han tomado parte en la adopción de IPv6, este no ha sido el caso de la mayoría de los proveedores de contenido locales de cada país, quienes parecen no participar de la discusión en torno a IPv6. Esto genera un vacío de contenidos locales, lo que se convierte en un problema mayor en algunos países donde el consumo de contenidos local es relevante frente al consumo de contenidos internacionales (el caso Chino por ejemplo). De acuerdo al cuadro 2, los proveedores de contenido chilenos no son la excepción³.

La situación de Chile no es única, en muchos países se observa un círculo vicioso respecto de la adopción de IPv6 (Figura 1). La baja demanda no permite que los ICP e ISP tengan un caso de negocios para ofrecer contenidos y conectividad IPv6 respectivamente. Por otro lado una baja oferta de conectividad y contenidos impide que la demanda crezca. Esta situación de “El huevo o la gallina” respecto de IPv6 se dio a nivel global, y solo a partir del agotamiento de direcciones por parte de IANA comenzó a resolverse por el lado de la oferta.

³Alexa, *Top Sites in Chile*.

i La demanda y el fantasma de una “Killer App”

No es la conectividad per sé, sino que las cosas que se pueden hacer una vez conectado las que agregan valor al usuario final. En esta línea, Gobiernos e industria se han puesto en búsqueda de una “killer app”; una aplicación masiva que requiera IPv6 y que despierte a la demanda. Si bien nadie ha podido encontrar tal aplicación hasta ahora, la posibilidad de que ella aparezca inquieta a la industria, quienes deben ser capaces de reaccionar suficientemente rápido si la demanda explotara.

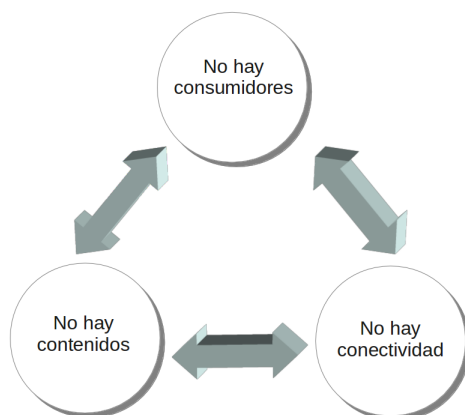


Figura 1: Círculo vicioso en la adopción de IPv6

Agotamiento de IPv4 en Chile

Las bajas cifras de adopción de IPv6 tienen una explicación simple: Actualmente Latinoamérica (y Chile por lo tanto) no tiene un problema de escasez de direcciones. En consecuencia hoy no existe en la industria el sentido de urgencia necesario para hacer cambios.

Según las proyecciones actuales, el registro regional de Internet para Latinoamérica, LACNIC, aún posee reservas de IPv4 hasta el año 2015. Esta fecha, sin embargo, no será cuando Chile realmente sienta los efectos de la escasez de direcciones, ya que aún cuando las reservas de LACNIC se agoten los ISP nacionales todavía contarán con reservas propias, las cuales extenderán la percepción de disponibilidad de IPv4 en el país. Se estima que a las tasas de crecimiento actuales un ISP promedio posee reservas de IPv4 para uno o dos años de operación una vez que LACNIC haya agotado sus reservas. Esto quiere decir

que para un proveedor de servicio Chileno el momento real de agotamiento de IPv4, que llamaremos en adelante t_{ipv6} , se estima alrededor del 2016 (ver Figura 2).

¿Quién administra las direcciones IP?

La distribución de direcciones IP tiene una estructura jerárquica. Existe una entidad central llamada Internet Assigned Numbers Authority (IANA) la cual distribuye grandes espacios de direcciones IP a los Regional Internet Registry (RIR), entidades que administran los espacios entregados por IANA dentro de una región específica. Los RIR subdividen los espacios entregados por IANA y los asignan a empresas, proveedores de servicio u otros según corresponda. En el caso de Chile, LACNIC (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry) es el RIR competente.

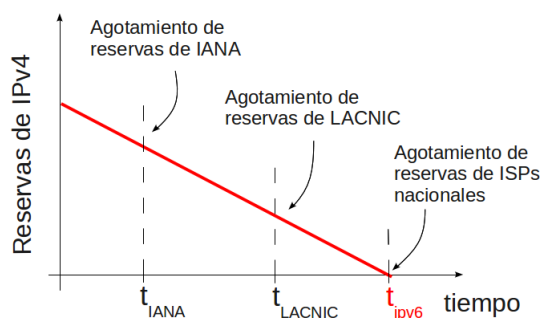


Figura 2: Agotamiento de IPv6; IANA, LACNIC e ISPs locales

La holgura de direcciones IPv4 completa las razones del status quo de los ISPs; IPv6 es visto como una inversión sin retornos evidentes y, aunque es inevitable adoptar IPv6 para mantenerse en el negocio, es perfectamente posible demorar la inversión en pos de otras que prometen un mejor impacto en la última línea de la empresa.

i IPv4 privados e IPv4 públicos

A raíz del agotamiento de direcciones IPv4 públicas, dentro del espacio de direcciones IPv4 se designó un espacio de direcciones privadas (rfc1918), las cuales pueden ser utilizadas por cualquier persona o entidad en ambientes donde no es necesario tener direcciones públicas alcanzables por cualquier persona en la red. Las direcciones privadas, al poder estar repetidas, no pueden ser utilizadas en Internet, y los dispositivos que utilizan direcciones privadas deben ser utilizar un servidor proxy o técnicas de NAT para poder navegar en Internet.

i Network Address Translation (NAT)

Una de las razones que extendió la vida de IPv4 en Internet fue el desarrollo de Network Address Translation (NAT). NAT es una técnica que permite asignar direcciones IPv4 privadas a un segmento de red (como por ejemplo la red inalámbrica de una casa) y “esconderlo” detrás de una sola IP pública. Esto permite que existan muchos dispositivos que utilicen solo una dirección IP para comunicarse, lo que genera un ahorro importante de direcciones IPv4. A pesar de estos beneficios al utilizar NAT todavía es necesario tener una dirección pública para poder comunicarse en Internet. En consecuencia, NAT no detuvo el agotamiento de las reservas de IPv4 sino que solo disminuyó la velocidad a la que éstas eran asignadas.

Estrategias de los distintos actores frente a IPv6

Si bien los tiempos para la adopción de IPv6 son motivo de discusión a nivel mundial, existe certeza de que los cambios impuestos por IPv6 deberán ser considerados por cada uno de los actores involucrados. La naturaleza (empresa, estado, persona individual), necesidades e intereses de dichos actores son los factores que definirán los tiempos y estrategias para cada uno en relación a IPv6. A continuación se presenta un breve análisis de la situación de cada uno de ellos, a partir del cual se propone una estrategia a seguir.

Estrategia para el proveedor de conectividad - ISP

Al ser los ISP los proveedores del servicio de conectividad, son ellos quienes se llevan el costo de la traducción entre IPv4 e IPv6 cada vez que sea necesario. Mas aún, una vez agotados los IPv4 públicos, los ISP se verán forzados a utilizar IPv4 privadas las cuales requerirán traducción IPv4 privado - IPv4 público para funcionar. Por lo tanto, cualquier estrategia de adopción, incluso la de dual stack⁴, requiere de cierto grado de traducción y las inversiones que ello implica.

⁴Ver definición en recuadro

El objetivo entonces es determinar una estrategia adecuada que permita llevar la traducción, y en consecuencia la inversión, a un nivel mínimo. Bajo esta perspectiva, mientras un ISP pueda entregar IPv4 públicas a sus clientes no tiene un problema y por lo tanto no existe una justificación para invertir en un servicio masivo IPv6 a sus clientes. Este escenario cambia en t_{ipv6} (ver figura 2).

Métodos de transición y Carrier Grade NAT (CGN)

El inminente período de transición entre IPv4 e IPv6 que enfrentamos en Internet ha gatillado la necesidad de contar con métodos para conectar ambos mundos. Estos son los llamados métodos de transición. Existen diversos métodos de transición, cada uno con distintas características que lo hacen mas apropiado para un escenario en particular. Los mas utilizados son:

- Dual Stack o Doble pila: Consiste en un dispositivo que posee tanto IPv4 como IPv6 configurado, lo que le permite comunicarse utilizando tanto IPv4 como IPv6 transparentemente. Dual Stack es la solución ideal para la transición, sin embargo no todos los dispositivos son capaces de comunicarse con ambos protocolos, y adicionalmente implica que todos los dispositivos entre el ISP y su cliente estén operativos en IPv6, lo que no siempre se cumple.
- Six Rapid Deployment (6RD): 6RD (rfc5569) es un método para entregar conectividad IPv6 a un cliente que está conectado en un enlace que solo posee IPv4. 6RD rutea transparentemente IPv4 y encapsula los paquetes IPv6 hasta el proveedor quien los rutea hacia Internet. 6RD es una buena solución para un ambiente donde la mayoría del tráfico es IPv4.
- Dual Stack Lite (DS-Lite): DS-Lite (rfc6333) es un método para dar conectividad IPv4 a un cliente que está conectado con un enlace que solo posee IPv6. DS-Lite rutea transparentemente IPv6 y encapsula los paquetes IPv4 hasta el proveedor quien los rutea hacia Internet. DS-Lite es una buena solución para un ambiente donde la mayoría del tráfico es IPv6.

En vista de las múltiples posibilidades de transición entre IPv4 e IPv6, los proveedores de hardware desarrollaron los Carrier Grade NAT (CGN) o Large Scale NAT, dispositivos optimizados para operar a gran escala con los distintos métodos de transición disponibles según lo necesite el ISP.

En t_{ipv6} el proveedor ya no dispone de direcciones públicas IPv4 para sus clientes, por lo que todo nuevo cliente con IPv4 deberá utilizar una dirección privada. Esto significa tener todo su tráfico traducido por el ISP. En contraste, en t_{ipv6} un cliente IPv6 puede establecer conexiones directas con otros nodos IPv6 de la red, y solo deberá tener sus conexiones con nodos IPv4-only traducidas. En consecuencia, en t_{ipv6} el costo de traducción de un cliente IPv6 es menor al de un cliente IPv4 con direcciones privadas, por lo que IPv6 se hace preferible a IPv4 para la provisión de servicios (Figura 3).

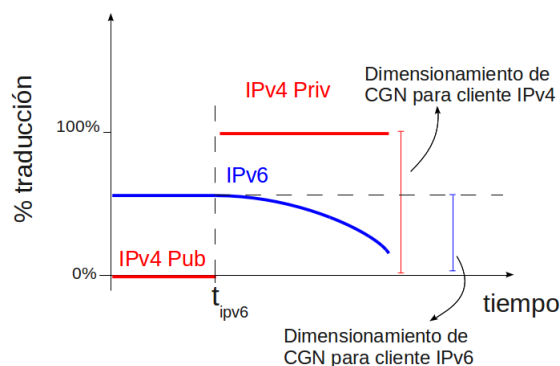


Figura 3: Requerimientos de traducción para un cliente IPv4 y un cliente IPv6.

La pregunta natural es que tan significativa será esta diferencia en costos de traducción entre un cliente IPv4 y un cliente IPv6. En el caso de Chile, la preponderancia de tráfico internacional sobre tráfico nacional augura un ahorro significativo para un cliente IPv6. La mayoría de los proveedores de contenidos populares en el país ya se encuentran prestando sus servicios en IPv6. El cuadro 3 muestra la lista de destinos más populares a nivel nacional⁵.

Ranking Alexa Chile	Sitio	Estado IPv6
1	Facebook	IPv6 activo
2	Google Chile	IPv6 activo
3	Youtube	IPv6 activo
4	Google	IPv6 activo
5	Windows Live	IPv6 activo
6	Blogspot	IPv6 activo
7	Wikipedia	IPv6 activo
8	Twitter	Sin IPv6
9	Yahoo	IPv6 activo

Cuadro 3: Principales proveedores de contenido Internacionales

Bajo el supuesto que estos sitios representan el 50% del tráfico del país (estimación conservadora), en t_{ipv6} un ISP que provee IPv6 a sus clientes puede dimensionar sus dispositivos de traducción (CGNs) a la mitad de la capacidad que requeriría en caso de no proveer IPv6 a sus clientes. En el tiempo, la cantidad de contenidos disponibles en IPv6 en

⁵Alexa, *Top Sites in Chile*.

Internet aumenta, y con ello se reduce aún mas la necesidad de traducción de los clientes IPv6 y el costo operacional del ISP. En comparación, el costo de operar con IPv4 privados se mantiene constante (todo el tráfico debe ser traducido).

Es importante señalar que los costos de traducción no se limitan solo al dimensionamiento de los dispositivos de traducción. El ISP debe lidiar con el aumento en el impacto de los bloqueos o listas negras sobre los usuarios a usar NAT, así como también asumir el incremento en el costo de registrar la información de traducción necesaria para rastrear una conexión hasta su origen de ser necesario (por ejemplo producto de una orden judicial).

Finalmente, las tecnologías de transición más adecuadas para t_{ipv6} serán aquellas que privilegian un ruteo transparente de IPv6; Dual Stack y Dual Stack Lite (DS-Lite). La solución de DS-Lite sin embargo, requiere encapsulación adicional en ambos extremos lo que implica características y un posible costo adicional de los CPE. Esto hace preferible la simplicidad de Dual Stack como tecnología de transición.

Los ISP deben preparar su estrategia de continuidad operativa para t_{ipv6} . Algunas medidas que podrían tomarse en el corto/mediano plazo:

- Preparar su core para rutear con IPv6. Esta actividad requiere una planificación adecuada, sin embargo los ISP cuentan con los recursos tecnológicos y humanos necesarios para llevarla a cabo sin grandes costos adicionales. Empezar por casa también permitirá que los profesionales de los ISP pasen por la necesaria curva de aprendizaje que les permita proveer un servicio exitoso en el futuro.
- Utilizar los ciclos naturales de renovación de CPE para renovar la mayor fracción posible de la base existente con un costo mínimo. Un ISP se beneficiará de contar con reservas de IPv4 para aquellos clientes / dispositivos que podrían no soportar IPv6.
- Aprovechar a los clientes entusiastas para la marcha blanca del servicio, con tráfico y protocolos reales, obteniendo experiencia operativa valiosa y métricas de traducción que ayuden al dimensionamiento futuro.
- Estimular a proveedores de contenido locales a probar su servicio con IPv6. Cada destino importante que migre a IPv6 es una reducción de costo para el proveedor de conectividad. Por otra parte, la experiencia y ayuda del ISP constituye un ahorro de costos para el ICP, como se verá a continuación.

- Conectarse con otros ISP via IPv6, utilizando los actuales puntos de intercambio de tráfico (PIT) o bien a través de uno de pruebas. En este último caso también puede utilizarse este PIT de pruebas para conectar a Universidades o empresas de interés (ICP) con un SLA menor.

Estrategia para el Proveedor de Contenidos - ICP

El negocio del ICP es similar al de otros medios; generar contenidos que atraigan la mayor cantidad de tráfico. En este contexto el medio de transporte (IP) utilizado por los consumidores es un habilitador de la actividad que da lugar a los ingresos del proveedor. En teoría los contenidos deberían ser indiferentes al transporte utilizado para llevarlos al consumidor final y por lo tanto un cliente con IPv4 o IPv6 no debería hacer mayor diferencia para el proveedor. En la práctica, sin embargo, los contenidos embebidos como aplicaciones, publicidad y otros hacen necesario que el ICP pruebe sus contenidos antes de liberarlos en un ambiente IPv6.

Para un ICP existe la amenaza futura de pérdida de clientes por falta de conectividad IPv6 o bien por problemas en el servicio de traducción del ISP. Esto tendría como consecuencia problemas en la experiencia del usuario y un posible cambio de proveedor.

La migración y prueba de contenidos, por otra parte, es un proceso cuyos costos podrían no estar justificados en el corto o mediano plazo. El ICP se encuentra hoy en una situación donde el riesgo es menor que los costos de mitigación de dichos riesgos. Esta situación se mantendrá hasta que exista una masa crítica de consumidores utilizando IPv6.

Afortunadamente para los ICP, existen servicios que podrían ayudar en una adopción rápida de IPv6. Algunas Content Delivery Networks están agregando a su portfolio de soluciones servicios Cloud de traducción de contenidos, que permitirían a un sitio IPv4 prestar servicios “transparentemente” en IPv6. En el corto o mediano plazo, el costo de este servicio podría ser justificable hasta que los contenidos hayan sido revisados y estén listos para publicarse en IPv6. Es importante mencionar que estos servicios podrían acarrear los siguientes inconvenientes:

- Constituyen un costo adicional para el proveedor. Un usuario que posee tanto IPv4 como IPv6 y que prefiere IPv6 para conectarse tendrá un costo mayor en la provisión de servicio (el costo del intermediario).
- Tal como en el caso de los ISPs, podrían darse problemas de traducciones imperfectas, lo que empeore la experiencia del consumidor de contenidos.

- La traducción de protocolos disminuye la visibilidad sobre el consumidor de contenidos, con lo que se pierde la información adicional que provee el modelo end-to-end de IPv6.

A pesar de esas desventajas, este servicio podría ser de utilidad para desfasar las inversiones de migración de contenidos hasta etapas posteriores de la adopción de IPv6 cuando la justificación sea evidente.

¿Tiene ventajas IPv6 para un ICP?

La abundancia de direcciones IPv6 elimina la necesidad de utilizar técnicas de NAT. Esto quiere decir que al utilizar IPv6, los usuarios volverán a utilizar direcciones públicas, lo que facilita saber donde están o de donde vienen. Un ICP que ofrece contenidos a través de IPv6 podría por lo tanto beneficiarse de una mejor localización de sus usuarios al ofrecer, por ejemplo, una segmentación mas fina en sus servicios de publicidad. Adicionalmente, ofrecer contenidos directamente vía IPv6 permite evitar el posibles errores en la traducción de terceras partes, asegurando la calidad de la experiencia de los consumidores.

La estrategia a seguir por el ICP tiene relación con la preparación, evaluación y determinación de un plan para enfrentar el cambio tecnológico de IPv6:

- Aprender de IPv6. Su equipo necesita entender el nuevo transporte que sus contenidos utilizarán para llegar al usuario final.
- Determinar el costo de mover su contenido a IPv6. Se recomienda consultar el rfc6589 “Considerations for Transitioning Content to IPv6”, el cual puede ser una buena guía en este proceso⁶.
- Evaluar la provisión de servicio en IPv6 en tiempos y costos vs la contratación de entidades externas (content delivery network - CDN) que permitan una adopción a costo mínimo. Los costos del servicio debieran ser idealmente por visita, de forma de asociar dicho costo a un ingreso (visitas).
- Con lo anterior, determinar una estrategia para la provisión de contenidos en IPV6 en el mediano y largo plazo.

⁶Livingood, *Considerations for Transitioning Content to IPv6*.

Como se puede ver, ISPs e ICPs se encuentran en una situación de beneficio mutuo respecto de la adopción de IPv6. Mientras que el ICP sabe que necesitará conectividad IPv6, el ISP posee un beneficio indirecto en sus costos de traducción al facilitar dicha conectividad al ICP.

Estrategia para la empresa

Las empresas poseen un doble rol; por una parte son consumidores de conectividad, y por otra son proveedores de contenido y/o servicios de clientes internos y externos, a través de sus páginas web corporativas y servicios generales tales como correo, acceso remoto (VPN) u otros.

Es aquí, en su rol de proveedor de servicios, donde las empresas ya establecidas deben comprender las implicancias que el cambio tecnológico impone al negocio y determinar las medidas a tomar. El riesgo implícito guarda una estrecha relación con el aporte al negocio de las transacciones online entre la empresa y el cliente.

La empresa debe determinar la estrategia a seguir en función del negocio, para ello debe:

- Determinar los servicios otorgados a clientes internos y externos, evaluando su criticidad. Si usted ya ha realizado evaluaciones de riesgo en su empresa probablemente ya posee esta información. Si no lo ha hecho es un buen momento para realizar una.
- Evaluar si los sistemas o aplicaciones que prestan servicios realizan algún tipo de operación dependiente de la dirección IP del cliente. Típicamente estas operaciones tienen relación con cruces de seguridad, autenticación o generación de conexiones utilizando la dirección IP como base.
- Determinar el nivel de control que se posee sobre los protocolos de red que utilizan estos servicios. Con la información anterior ya es posible tener una percepción del riesgo al negocio asociado al cambio tecnológico de IPv6.
- Con la evaluación de riesgo, determinar las actividades y prioridades de la empresa para enfrentar el cambio tecnológico.

IPv6 y el impacto a los servicios online de las empresas

Existen empresas que ofrecen servicios en línea para sus usuarios, los cuales tienen un impacto significativo en los resultados del negocio a través de diferenciación, disminución de costos, aumento de ingresos vía transacciones en línea u otros. Debido al bajo control sobre las plataformas de quienes utilizan dichos servicios, estas empresas deben ser particularmente cautelosas respecto del impacto potencial de clientes con IPv6.

Para ello, las aplicaciones deben ser revisadas asegurando su no dependencia en la capa IP para operar, siendo capaces de soportar sesiones IPv4, IPv6 y sesiones mixtas donde un cliente pueda utilizar ambos protocolos.

Estrategia para el Estado

Adicionalmente al impacto de los actores directamente involucrados en la provisión de contenidos y conectividad a Internet, las mejoras en las telecomunicaciones repercuten positivamente en la sociedad y en el producto interno bruto del país.

”Las telecomunicaciones tienen un alto impacto en el desarrollo a través de una mejora de la educación y productividad de la fuerza laboral actual y futura; y a través del aumento de productividad y ahorro de costos que implica para las empresas en los diversos sectores de la economía”⁷

Existen, en consecuencia, materias de interés del estado en relación a IPv6. Algunos de los puntos donde IPv6 es potencialmente relevante son:

Neutralidad de la Red

Una de las iniciativas de gobierno es la de asegurar la neutralidad de la red⁸. Si bien el protocolo IP no guarda relación directa con la no-intervención de la red por parte de los proveedores, IPv6 vuelve a un modelo de conectividad end-to-end en Internet, lo que elimina la necesidad de intervención (NAT) por parte de los proveedores. IPv6 es por lo tanto un *facilitador* del cumplimiento de las políticas de neutralidad de la red.

⁷Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, *Agenda de innovación y competitividad 2010-2020*.

⁸Subsecretaría de Telecomunicaciones, ley número 20.453, “Consagra el principio de neutralidad en la red para los consumidores y usuarios de Internet”

Conectividad nacional

Entre las metas del gobierno para la conectividad del país al 2014 se encuentran alcanzar el nivel de conectividad de banda ancha de la OCDE⁹. Estas metas son:

- Llegar al 100 % de conectividad en empresas
- Ir de 40 % a sobre 70 % en hogares
- Ir de 10 % a 22 % en personas
- Lograr que el 100 % de los colegios esté conectado a la red

El logro de estas metas requerirá de un aumento considerable en el espacio de direcciones IP utilizadas por entidades y personas, y es aquí donde IPv6 juega un rol *habilitador* para el logro de dicha política y para asegurar el crecimiento futuro de la conectividad del país.

Competitividad e innovación

Los análisis realizados hasta ahora por el Consejo de Innovación muestran que existen importantes oportunidades en plataformas y tecnologías en diversos sectores de la industria nacional, incluyendo la integración de sistemas y/o servicios de I+D+i¹⁰.

Por otra parte, lentamente comienzan a aparecer aplicaciones basadas en IPv6, que aprovechan su alto nivel de escalamiento y capacidades de autoconfiguración. Adicionalmente a asegurar el crecimiento de la plataforma de comunicaciones del país, IPv6 es una arista más de las potenciales *fuentes de innovación y nuevos servicios* en la red.

Finalmente, la capacitación de los profesionales Chilenos es un factor determinante para la competitividad. Si bien la industria puede en teoría generar la demanda necesaria para activar la inclusión de IPv6 en los currículums, dicha preparación será de carácter reactivo y no proactivo, lo que ralentizará el despliegue de nuevas tecnologías asociadas a IPv6.

Consecuentemente con las metas expuestas, el estado debe estimular la adopción de IPv6. A continuación se presentan algunas medidas posibles:

- Asegurar que todos los proveedores de servicio posean IPv6 habilitado en sus redes de core, ampliando la normativa de puntos de intercambio de tráfico indicando explícitamente la conectividad tanto IPv4 como IPv6.

⁹Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, *Políticas y Planes de Gobierno en Telecomunicaciones 2010-2014*.

¹⁰Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, *Agenda de innovación y competitividad 2010-2020*.

- Poner incentivos a la inclusión de IPv6 dentro de los planes educativos: Existe documentación extensa acerca del déficit de personal calificado para enfrentar la adopción de IPv6. La evidente entrada de tecnologías basadas en IP, como el caso de LTE en las redes móviles, requerirá de profesionales con conocimientos de IPv6. Con el fin de asegurar la competitividad y avance de la infraestructura de telecomunicaciones, el estado debe colocar los incentivos necesarios para la inclusión de IPv6 en las mallas curriculares y para capacitar a los profesionales de telecomunicaciones en IPv6.
- Colocar incentivos a industria a través de las compras del estado: Gobiernos de distintos países, incluyendo Estados Unidos, están solicitando soporte de IPv6 en todas sus adquisiciones¹¹. Este requerimiento constituye un incentivo directo para proveedores de hardware, software y proveedores de conectividad, cuyos ingresos son determinados al menos parcialmente por compras del estado. El gobierno de Chile puede hacer lo propio, solicitando soporte de IPv6 en todo el hardware, software y servicios a adquirir.
- Apoyar la adopción de IPv6 en redes académicas y gubernamentales: Las iniciativas de Estados Unidos, Corea y Taiwán entre otros muestran que el foco en las redes académicas y la educación es uno de los puntos en que el estado tiene alta capacidad de influencia y avance respecto de IPv6. El estado también puede liderar la adopción de IPv6 en las redes gubernamentales¹².

Convergencia de las estrategias para el estado, ISP, ICP y Empresas

Si bien desde un punto de vista económico no existen incentivos fuertes a que ISPs e ICPs comiencen a prestar sus servicios en IPv6 en el corto plazo, las estrategias de los distintos actores convergen naturalmente en t_{ipv6} . El agotamiento real de IPv4 gatilla incentivos inmediatos para los ISPs. A su vez, el aumento de usuarios navegando con IPv6 genera incentivos para empresas que proveen servicios así como también en los ICPs.

Por otra parte, la disponibilidad de contenidos actual es suficiente como para que un cliente IPv6 navegue con una porción mayor de su tráfico sin requerir de traducciones. Para un ISP con IPv4 públicos disponibles, sin embargo, un cliente IPv6 aun impone el

¹¹A partir del 10 de Diciembre del 2009, todas las compras de tecnologías de información del Departamento de Defensa (DoD), la agencia Aeroespacial (NASA) y los servicios de administración general (GSA) que utilicen el protocolo IP deben ser compatibles con IPv6.

¹²A modo de ejemplo, el gobierno de Estados Unidos ha publicado tres documentos para guiar la adopción de IPv6 en las instituciones estatales; "Transition Planning for Internet Protocol Version 6 (IPv6)" en 2008, requiriendo la implementación de IPv6 en el backbone de la red gubernamental, "Planning Guide/Roadmap toward IPv6 Adoption within the U.S. Government" en 2009 definiendo el plan de adopción para las instituciones y finalmente "Planning Guide/Roadmap Toward IPv6 Adoption within the U.S. Government", una actualización de su plan publicada en Julio del 2012.

requerimiento adicional de tener dispositivos de traducción habilitados. Para aquellos ISPs que ya poseen dispositivos de traducción, habilitar gradualmente clientes IPv6 en el corto plazo será una ventaja pues les permitirá agregar valor a su servicio, así como también madurar su prestación de servicio con miras al servicio masivo necesario en t_{ipv6} .

Finalmente, la falta de conectividad IPv6 si podría constituir una barrera para la generación de potenciales nuevas tecnologías que utilicen IPv6. En este contexto, el estado debería generar incentivos que aseguren la existencia de oferta de conectividad, así como también incentivar la inclusión de IPv6 en las mallas curriculares. El cuadro 4 resume las potenciales áreas de cooperación de los distintos involucrados.

	Estado	ISP	ICP
ISP	Regulación de Puntos de Intercambio de tráfico (PIT)	Interconexión entre proveedores (PIT)	Facilidades en la conectividad para estimular contenidos en IPv6
Empresa	Incentivo a la capacitación en IPv6, demanda de profesionales capacitados.	Conectividad de prueba, curva de aprendizaje de servicio IPv6 y estímulo a la demanda	-

Cuadro 4: Puntos de cooperación y convergencia estratégica

Resumen y conclusiones

En el siguiente documento se ha analizado la situación de Chile respecto del agotamiento de IPv4 y adopción de IPv6. Las principales conclusiones son las siguientes:

- IPv6 impone desafíos para el Estado, las empresas, los proveedores de conectividad y proveedores de contenido.
- Cada uno de los actores involucrados posee intereses distintos que dan origen a estrategias individuales a seguir. Estas estrategias, sin embargo, poseen puntos de convergencia donde dos o más actores se benefician al actuar conjuntamente.
- Cada uno de los actores involucrados debe empezar desde ya a trazar una hoja de ruta con el objetivo de minimizar el impacto del cambio de protocolo.

Referencias

- [1] Alexa. *Top Sites in Chile*. 2012. URL: <http://www.alexa.com/topsites/countries/CL>.
- [2] Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. *Agenda de innovación y competitividad 2010-2020*. 2010.
- [3] Google. *IPv6 statistics*. 2012. URL: <http://www.google.com/ipv6/statistics.html>.
- [4] J. Livingood. *Considerations for Transitioning Content to IPv6*. 2012. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc6589>.
- [5] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. *Políticas y Planes de Gobierno en Telecomunicaciones 2010-2014*. 2010.
- [6] R. Hinden S. Deering. *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. 1998. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>.