

13. RECOMENDACIONES Y GUÍAS PARA EL DESPLIEGUE, ALCANCE, INSTRUCTIVOS Y CAPACITACIÓN

Estas recomendaciones y guías parten de una de las conclusiones principales de este trabajo:

No se puede obligar externamente a ninguna parte interesada a que inicie o acelere la transición hacia IPv6. Cada decisión está sustentada en su estrategia de desarrollo y en la evaluación económica de ella, basadas ambas en una visión prospectiva de los requerimientos y condicionamientos futuros y su impacto.

Por ello estas recomendaciones y guías están orientadas principalmente a generar el conocimiento profundo en las partes interesadas de todas las implicancias actuales y futuras del despliegue o no de IPv6, procurando que ambas se internalicen en el acto de decisión de la estrategia a seguir. Toda la información contenida en este documento, incluyendo el modelo económico de comparación de alternativas de transición o no, puede ser usada como apoyo a estas guías y recomendaciones.

13.1 Principales problemas en la transición en los países de la región. Desafíos de la región

La región, en promedio, muestra un indicador LACNIC/CAF ICAv6 sensiblemente menor que el correspondiente a los países seleccionados para la comparación internacional. En cuanto a los indicadores parciales, el de Usuarios es el indicador parcial de despliegue de IPv6 en el que la región se encuentra más alejada de los países más avanzados. Se observan los valores en la tabla que sigue:

Indicador	Región LACNIC	Países referenciales	Países referenciales / región LACNIC
LACNIC/CAF ICAv6	21,39%	39,59%	1,85
Planificación	18,08%	28,89%	1,60
AS de tránsito	55,30%	79,23%	1,43
Contenido	50,77%	49,96%	0,98
Usuarios	1,31%	15,08%	11,51

El indicador LACNIC/CAF ICAv6 está orientado a países en proceso inicial de despliegue de IPv6, por lo que le da un peso del 30% a lo relativo a la planificación y a los primeros pasos de despliegue, como es disponer de tránsito IPv6 en los sistemas autónomos. En estos dos indicadores los países de la región están bastante por debajo de los países seleccionados, pero el avance en ellos se logra con esfuerzos pequeños en relación al esfuerzo total de despliegue. El avance en estos dos indicadores está muy directamente relacionado a la profundidad del conocimiento que se tenga de todos los asuntos relativos a la migración a IPv6, aparte de los temas estrictamente técnicos. En este sentido, las acciones de LACNIC orientadas a profundizar ese conocimiento son la herramienta más eficaz, por sí o en conjunto con otras partes interesadas como las universidades, redes académicas y gobiernos.

Respecto del contenido, se observa que el porcentaje de contenido accesible con IPv6 es similar en todo el mundo, y por otra parte no existen acciones eficientes para mejorar esta situación. Como excepción se puede indicar que la expansión del gobierno electrónico y de los contenidos pedagógicos, todo en IPv6, pueden aumentar este porcentaje aunque no en forma muy relevante. De todas maneras esta expansión hacia IPv6 está en el desarrollo futuro ineludible.

Finalmente el indicador de Usuarios, que representa el porcentaje de usuarios que está potencialmente en condiciones de operar en IPv6, es muy bajo en la región. Es en definitiva el indicador principal que mantiene la brecha con los países más avanzados y es el principal desafío a superar.

Al respecto de este indicador se observa a través de la encuesta que alrededor de un 30% de los encuestados piensa comenzar el despliegue en los accesos en 2016. En las reuniones realizadas en los países, la casi totalidad de los ISP con servicios masivos, y principalmente medianos y grandes, considera comenzar este despliegue en 2016.

A los efectos de alinear la situación de la región con los países más avanzados se entiende que se deberían atender las siguientes recomendaciones.

13.2 Ajustes a los esquemas regulatorios y políticas que faciliten el despliegue de IPv6

Se analizan los principales esquemas regulatorios que pueden facilitar el despliegue de IPv6. Este es necesario para evitar algunos de los problemas a nivel del país tratados en otras secciones:

1. Algunos ISP que no empiecen la transición a tiempo pueden tener problemas con el uso exclusivo de CGNAT debido a que hay aplicaciones que no trabajan atrás de los CGNAT, y a que esta solución limita la cantidad de puertos que se suministran a cada usuario. La calidad del servicio se deteriora en estas circunstancias.
2. El despliegue de IPv6 mejora la calidad de las comunicaciones, por ejemplo en el retardo, como está siendo manifestado actualmente por empresas como Facebook y Verizon.
3. Muchos operadores, como lo manifiesta Orange, consideran que se debe iniciar la transición aunque se disponga de stock de direcciones IPv4 debido a que en el futuro cercano puede empezar a haber sitios de acceso exclusivo en IPv6.
4. A nivel del país, el inicio temprano de las acciones de transición a IPv6, por ejemplo sustituyendo equipamiento obsoleto por equipos IPv6 compatibles, reduce las inversiones nacionales requeridas en el futuro cuando los problemas obliguen al despliegue.

Todos estos problemas y acciones se relacionan con la calidad del servicio (retardos, funcionamiento y calidad del uso de las aplicaciones en sí, etc.) de acceso a la Internet en el país y con la reducción del costo social de las inversiones. Asimismo la calidad del servicio se relaciona con el costo social recurrente de la reducción de calidad o de la limitación de las aplicaciones. Por ello resulta de interés analizar la aplicabilidad de medidas regulatorias para impulsar este despliegue.

13.2.1 Marco de regulación de las telecomunicaciones

Entre los principios básicos de la regulación de las telecomunicaciones se encuentra el de Neutralidad Tecnológica, que es independiente y de mayor rango que el de Neutralidad de Red.

En la Declaración de Principios de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, organizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), publicada el 12 de mayo de 2004, se señala: *“El estado de derecho, acompañado por un marco de política y reglamentación propicio, transparente, favorable a la competencia, tecnológicamente neutro, predecible y que refleje las realidades nacionales, es insoslayable para construir una Sociedad de la Información centrada en la persona. Los gobiernos deben intervenir, según proceda, para corregir los fallos del mercado, mantener una competencia leal, atraer inversiones, intensificar el desarrollo de infraestructura y aplicaciones de las TIC, aumentar al máximo los beneficios económicos y sociales y atender a las prioridades nacionales”.* (Sección B6, Entorno Propicio, principio 39)

Este principio es recogido en la regulación comparada antes y después de esta Cumbre. A modo de ejemplo:

La Ley 8642 General de Telecomunicaciones (30 de junio de 2008) de Costa Rica establece en sus considerandos: *“La Ley General de Telecomunicaciones es una ley moderna y de las primeras leyes en convergencia del continente americano. (...) La regulación en convergencia implica garantizar la interconexión entre diferentes tipos de redes, constituir una autoridad reguladora fuerte e independiente, e introducir el principio de neutralidad tecnológica, como un principio central de todo el ordenamiento. (...)”*

La Ley de Telecomunicaciones de El Salvador (actualizada al 25 de noviembre de 2010), establece en su artículo 10 una disposición aplicable a los servicios móviles cuando dice: *“El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias deberá respetar las normas y recomendaciones pertinentes emitidas por la UIT, sin impedir el uso alternativo del espectro por diferentes tecnologías”.*

El principio de neutralidad tecnológica aparece en 1999 en la regulación europea en la revisión del marco normativo. Se adoptó como uno de los cinco principales que regían el marco regulador de las comunicaciones electrónicas en la Unión Europea. El preámbulo de la Directiva Marco 21/2002/CE6, y más recientemente el articulado de la Directiva 2009/140/CE, lo incorporan como principio básico de regulación de las comunicaciones electrónicas propias de un entorno convergente.

Por todo lo anterior no resultaría consistente con la regulación comparada y violaría un principio básico, establecer una reglamentación que obligue a utilizar determinada tecnología como ser el protocolo IPv6; salvo por lo que se comenta a continuación.

El consultor entiende conveniente que en cada caso se analice la compatibilidad de este principio universal con la imposición de condiciones en la emisión de nuevos títulos habilitantes, que según los países y alcance se pueden llamar *licencias, permisos, concesiones, autorizaciones* o similares.

En primer lugar, obligar al despliegue del protocolo IPv6 no es una imposición frente a varias alternativas tecnológicas, sino solamente adelantar el uso de esa tecnología que ineludiblemente cualquier operador deberá emplear en el futuro más o menos cercano. Por otra parte esta obligación resulta siempre en una reducción de costos y problemas futuros, problemas que pueden afectar la calidad del servicio y por ello estar incluida en las potestades usuales de los reguladores. En definitiva no es una violación pura del principio ya que, sin lugar a duda, no existen otras alternativas.

Aclarado este tema se debe analizar cuándo puede establecerse esta obligación.

Claramente no en los casos de títulos habilitantes ya concedidos. Cuando el operador presenta su aspiración al título no existía una obligación de usar IPv6. Por ello, y este tema cae fuera del alcance del regulador, el operador estructura su plan de negocio sobre la base del principio de neutralidad tecnológica y tiene el derecho a que no se le cambien las condiciones preexistentes a la adjudicación del título habilitante.

Es distinta la situación en el caso de nuevos títulos ya que concurren varias razones para soportar el establecimiento ex ante de la obligación de desplegar IPv6:

1. El regulador incluiría la condición en el conjunto de condiciones para otorgar el título, entre las que se pueden encontrar obligaciones de universalización, despliegue de banda ancha en determinadas zonas rurales, dispersas o deprimidas, etc.
2. El aspirante puede no interesarse en ese caso, o lo que es usual, incluir la obligación en el plan de negocios.
3. Esta condición claramente no implica una limitación distorsionante del mercado sino un ordenamiento para adelantar algo inevitable y de beneficio para los ciudadanos en general.

Por lo anterior, el consultor entiende que el ordenamiento del sector podría modificarse sin violar ese principio si se incluye la obligación de desplegar IPv6 en la instancia del otorgamiento de nuevos títulos habilitantes.

A este respecto se ha observado en un caso concreto, analizado en la región durante las visitas a los países, que un operador entrante de alta tasa de crecimiento e importantes inversiones no tenía previsto el despliegue de IPv6 hasta el momento de la reunión. Estas situaciones son las que habría que procurar evitar a través de la capacitación y de las acciones ex ante mencionadas.

13.2.2 Autoridades rectoras de las TIC

Estas autoridades que existen en la mayoría de los países, velan por el desarrollo de las TIC en general, incluyendo la difusión y fomento del conocimiento que la población necesita para entrar a la Economía Digital. Siendo tan importante para los países la evolución temprana hacia IPv6, o al menos que todas las partes interesadas tengan todo el conocimiento necesario para la toma correcta de decisiones eficaces y eficientes, se recomienda que las autoridades de las TIC se involucren, a través de una línea especial de intervención, en la difusión del conocimiento sobre IPv6. LACNIC desempeña un papel muy destacado en la región como para dar el soporte que sea necesario en estas acciones. Esa transmisión de conocimiento podría estar alineada con los temas principales que se incluyen en este documento.

13.2.3 Marco de reglamentación de las compras públicas

El consultor entiende que el único marco regulatorio en que se puede y se debería actuar es el relativo a la reglamentación de las compras públicas. En muchos casos las grandes instituciones públicas incluyen el soporte de IPv6 en sus compras. Pero también en muchos casos las instituciones pequeñas o medianas no lo hacen, o lo hacen en forma incompleta. Por ejemplo cambiando parte de la red con equipos que son IPv6, pero dejando todos los equipos de acceso inalámbrico en solo IPv4.

Por ello, tanto para las grandes instituciones como para las pequeñas y medianas es muy conveniente que existan lineamientos generales y uniformes que aseguren que la transición hacia IPv6 sea eficiente, ordenada y completa. Esa reglamentación tiene varias ventajas importantes:

1. Se concentra la elaboración de las normas principales en un equipo altamente especializado en la transición, por lo que se asegura que no existan brechas en la consistencia del avance de las redes institucionales hacia IPv6.

2. Se uniformizan los requerimientos en las compras públicas de hardware, software y conectividad, que en conjunto son muy importantes en volumen para los diferentes agentes del mercado como los ISP, los proveedores de software y hardware, y los proveedores de equipos terminales, entre otros.
3. Se asegura que a n las compras pequeñas est n alineadas con la política general expresada a trav s de los lineamientos.
4. Esta uniformizaci n genera eficiencias a trav s de uno de los principales demandantes de equipamiento IP. Este aumento de eficiencia alcanza no solamente a las instituciones p blicas sino tambi n a los ISP y dem s partes interesadas.

Esta reglamentaci n debe complementarse con otra relativa a garantizar la seguridad de las redes y la privacidad de la informaci n propia y de los ciudadanos, que pueden presentar puntos de vulnerabilidad en el proceso de transici n.

Las fases generales de la transici n hacia IPv6 presentan muchas similitudes con las desarrolladas por algunos ISP para la evoluci n de sus redes propias. Lo siguiente es solamente una referencia ilustrativa.

1. Definir los grandes lineamientos t cnicos a emplear, como la t cnica de transici n, planes de direccionamiento, gesti n de inventario de direcciones IPv4 e IPv6,
2. Disponer un inventario de todo el hardware, software, servicios internos y conectividad, que ser la base s lida de diagn stico a partir de la cual realizar la transici n. Incluye cada elemento de la red y servicios (servidor web, correo electr nico, etc.), su estado actual, posibilidades de actualizaci n o requerimientos de sustituci n.
3. Efectuar un inventario de los equipos y sistemas que dan seguridad y privacidad a la red de la instituci n.
4. Desarrollar un plan detallado de transici n que considere el inventario y los requerimientos actuales y futuros, presupuesto, etapas de transici n, etc. Este plan debe incluir el plan de seguridad y privacidad a implementar simult neamente con la transici n de la red y su conectividad.
5. Definir las especificaciones requeridas para asegurar la transici n hacia IPv6, incluyendo hasta los equipos m s simples como los hot spots.
6. Establecer los protocolos de homologaci n y pruebas de los equipos.
7. Definir los cursos de capacitaci n a realizar tanto en asuntos t cnicos como operativos y de conocimiento general de la instituci n.
8. Definir procedimientos para la instalaci n de los nuevos equipos o de las actualizaciones y los mecanismos de homologaci n de su funcionamiento.

9. Validar la compatibilidad IPv6 de todos los equipos, software, aplicaciones, sistemas y conectividad antes de su puesta en servicio.
10. Validar las políticas de seguridad y confidencialidad.
11. Realizar pruebas de funcionamiento de todos los equipos de red, software, aplicaciones, sistemas y conectividad.
12. Realizar pruebas de funcionamiento de la seguridad y la confidencialidad.

13.3 Redes académicas y universidades

Las redes académicas y las universidades cumplen un papel crucial en el desarrollo del IPv6, desde cuatro puntos de vista principales y de acuerdo a la evidencia recogida durante el trabajo:

1. **Formación.** Las universidades son las principales instituciones formadoras del conocimiento tecnológico de Internet. Se entiende que con respecto al IPv6 el alcance del conocimiento debería extenderse más allá del protocolo en sí, y de los temas estrictamente vinculados a él. Considerando el papel en la toma de decisiones o en la operación que van a desempeñar en muchos casos los egresados o estudiantes, sería importante transmitirles también conocimiento vinculado a los impactos del despliegue o no de IPv6, pudiendo recoger las líneas generales expresadas en este documento.
2. **Capacitación.** Con su conocimiento acumulado, las redes académicas y las universidades son uno de los aliados naturales de LACNIC en la capacitación de las partes interesadas: personal de ingeniería, operación y mantenimiento de los ISP, proveedores de contenido, instituciones gubernamentales, sitios web y otros. Es importante que esta capacitación llegue también a las universidades no tecnológicas en las cuales, por su propia naturaleza, el personal técnico de sus redes puede no estar suficientemente preparado para recibir y ejecutar la transición hacia IPv6.
3. **Principales impulsores del despliegue.** Existe suficiente evidencia de cómo las redes académicas en primer lugar, y las universidades aisladas en segundo lugar, han desempeñado un papel preponderante en los despliegues iniciales e inclusive en el trabajo colaborativo con los proveedores, en los instantes iniciales de los despliegues en varios países de la región. Este efecto se produce cuando en sus compras de equipamiento y conectividad se establece la compatibilidad con IPv6, impulsando así a algunos proveedores todavía no involucrados en este despliegue de IPv6, a preparar sus redes y servicios para poder competir en la compra.
4. **Capacitación interna.** Existen casos en que las redes académicas llegan con despliegues de IPv6 hasta el borde de algunas universidades pero ese

despliegue no se continúa en la red interna. De allí la importancia de la transmisión de conocimiento a todas las instituciones y principalmente a las no especializadas en estas tecnologías.

Por ello se entiende que las redes académicas y las universidades son agentes de innovación de primer orden y en consecuencia desempeñan un papel muy importante en el despliegue oportuno del IPv6. Frente a la situación constatada de disparidad de avance o estancamiento en la región, las acciones de LACNIC con foco en este estado de situación, y en el sentido de la capacitación sobre los detalles extra tecnología como parte de los desarrollados en este trabajo, pueden hacer más eficiente el avance, y generar resultados positivos a nivel del país. Son esenciales para el despliegue oportuno los asuntos prácticos del despliegue desde los puntos de vista económico, de calidad de servicio, de liberación de las ventajas del IPv6 y de las restricciones del uso de solo IPv4, entre otros.

13.4 Empresas

Sus redes internas están preparadas para el uso de NAT y el personal está familiarizado con esta operativa. La evolución hacia IPv6 implica inversiones que suelen no ser necesarias por otras razones, y adicionalmente el cambio de protocolo puede traer problemas de compatibilidad que potencialmente afecten toda su red y sus aplicaciones.

No obstante, se observa que el desarrollo futuro de la Internet, y especialmente la Internet de las Cosas o la aparición de sitios solo IPv6, pueden generar problemas a la operación eficiente de las empresas si no migran a IPv6.

La progresiva transición a IPv6 se considera esencial para que las empresas ingresen también progresivamente a los adelantos que traerá este avance de la Internet.

Por lo anterior se recomienda que tanto LACNIC como las Universidades, en forma conjunta o separada, avancen en la capacitación de las empresas a través de las instituciones aglutinantes de ellas, como suelen ser las Cámaras, para hacerles conocer las consecuencias reales de no adoptar acciones tempranas más o menos profundas en la transición hacia IPv6.

13.5 ISP

Los ISP han de adoptar las acciones relativas a la transición hacia IPv6 de acuerdo a las evaluaciones económico – financieras, comerciales, estratégicas y tecnológicas que

cada uno efectúe. A pesar de ello es conveniente que tengan en consideración ciertos aspectos que surgen de los resultados de este trabajo.

1. Iniciar las acciones tendientes a la transición hacia IPv6 lo más temprano posible. Hay suficiente evidencia en la región y en el mundo de que la transición presenta dificultades, muchas inesperadas, que se encuentran no solamente en la red, sino también en los sistemas y servicios internos y periféricos, como se describe en el análisis de la situación en la región en el Anexo I – Trabajo de Campo, así como en los casos de éxito internacionales y de la región.
2. Cuanto antes se inicie el proceso no se producirán apremios ante el agotamiento de las direcciones IPv4; y además, principalmente muchas de las acciones de transición se pueden desarrollar durante el proceso natural de sustitución o actualización de equipos y sistemas obsoletos, o que es requerida por otras razones ajenas a IPv6. En estos casos la inversión adicional por IPv6 puede ser marginal o nula. Lo mismo se aplica inclusive a los CPE.
3. El proceso debería iniciarse con una capacitación básica sobre IPv6 en todas las áreas relevantes de la empresa, y fuertemente en ingeniería y operación si estas no existieran.
4. Luego se debería continuar con una fase de realización de un inventario completo de equipos y sistemas, software y conectividad, en que se determine la preparación de cada ítem para la transición. En el caso de los equipos más importantes se requiere también realizar una evaluación de costos y de oportunidad de la sustitución o actualización.
5. Desarrollar una estrategia de transición que incluya las técnicas a emplear y las fases de avance esperado, de acuerdo a las exigencias previstas por la demanda y el stock de direcciones IPv4.
6. Esta estrategia en general sigue un camino de trabajo progresivo, inicial y simultáneo en el core y en los nodos de acceso, así como en los sistemas (OSS, BSS, inventarios de direcciones, inteligencia del negocio, etc.) y servicios centrales (DNS, Firewall, etc.). Finalmente se llega al despliegue en el acceso.
7. Desarrollar la estructura principal de los pliegos de compras con condiciones específicas que alcancen los objetivos de transición, así como los protocolos de homologación y prueba de los equipos.
8. Desarrollar un plan de capacitación progresiva adecuada al despliegue.
9. Efectuar las evaluaciones económico-financieras de alternativas a partir de un análisis que incluya el impacto de la estrategia que se adopte a lo largo de los próximos 5 años. Para este análisis se puede usar como base de trabajo el modelo desarrollado para este estudio, que es idóneo para ajustar las expectativas operativas a las financieras. Este modelo es muy modular y parametrizable.

13.6 Hoja de ruta para favorecer la transición oportuna hacia IPv6 en la región. Plan de capacitación

En esta hoja de ruta el papel de LACNIC es esencial para que se den las condiciones para la oportuna transición a IPv6. El trabajo de LACNIC es permanente en cuanto a concientizar a los miembros y gobiernos e impulsar el despliegue, y es muy reconocido a nivel regional, lo que en este caso particular se ha reflejado en los resultados de la encuesta y en las reuniones mantenidas en todos los países.

Surge de este trabajo que sería conveniente que la actividad de LACNIC hiciera foco en algunos asuntos que impulsaran el inicio oportuno de la transición hacia IPv6. Cuando se habla de inicio oportuno se hace referencia a que la transición no se puede imponer, por lo que las acciones están dirigidas a proveer todos los elementos de juicio y el conocimiento, para que ella sea eficiente y a tiempo. Entre estos asuntos prioritarios se encuentran para 2016:

1. Desarrollar un conjunto de actividades que lleven a todos los agentes de la transición al conocimiento de todas las implicancias que tiene el agotamiento de las direcciones IPv4. Estas implicancias deben incluir los múltiples aspectos contemplados en este documento: problemas con el uso de CGNAT, importancia del despliegue de IPv6 en los accesos desde los puntos de vista de la calidad del servicio y de la eficiencia en la aplicación de los recursos, estado actual y comportamiento de los diferentes agentes, evaluación económica de las alternativas disponibles según cada ISP, mejores prácticas adoptadas en la región y en el mundo, importancia del inicio temprano del proceso de preparación para la transición, acciones gubernamentales adecuadas y necesarias para facilitar la transición, e importancia de las universidades y redes universitarias.
2. Realizar actividades orientadas al desarrollo de políticas públicas y lineamientos que uniformicen y aseguren a nivel del país:
 - a. La realización de las compras públicas de hardware, software, sistemas y conectividad que permitan operar en IPv6.
 - b. Las compras y procedimientos que den altos estándares de seguridad durante la transición hacia IPv6.
 - c. El desarrollo del gobierno electrónico y de los contenidos pedagógicos estatales con acceso IPv6.
 - d. Redes de universalización como ser WiFi comunitario (plazas, escuelas, otros) y similares que sean Dual Stack.

3. Elaborar modelos de políticas y lineamientos que surjan de las mejores prácticas y que puedan ser usados como insumo de las actividades anteriores, y como referencia para los países.
4. Actualizar la estructura del sitio web de LACNIC en lo referente al Observatorio sobre la transición hacia IPv6.
 - a. Considerar la implementación de algún tipo de distintivo “IPv6 destacado” o similar, con resultados publicados en la web de LACNIC para países y partes interesadas que cumplan determinadas condiciones en el proceso de la transición hacia IPv6.
 - b. Mantener una publicación actualizada en la página web de LACNIC del indicador LACNIC/CAF ICAv6 y de los indicadores parciales, que sirva de benchmarking de los países y operadores.
 - c. Poner a disposición en la página web el modelo de evaluación económica de alternativas.
 - d. Incluir un blog sobre asuntos varios de la transición hacia IPv6, que destaque los casos de éxito.
 - e. Expandir el repositorio de documentos relevantes, que podría incluir todas las referencias utilizadas en este trabajo, entre otros documentos.
5. Lograr el objetivo de que al final de 2016 el 100% de sus miembros tengan asignados bloques IPv6. Los resultados de la encuesta son ilustrativos en cuanto a que en la mayoría de los países existen todavía ISP No Grandes que no tienen asignaciones de bloques IPv6. En cuanto a las entidades universitarias, aproximadamente el 30% de los países están en esta situación.

Considerando lo dinámico que es la situación en cuanto al despliegue de IPv6 se recomienda elaborar a mediados de 2016 un plan para 2017 que recoja los nuevos requerimientos que pueden surgir durante las actividades de 2016.