

Desarrollo de la conectividad nacional y regional en América Latina

Omar de León



NACIONES UNIDAS



Alianza para la sociedad de la información
en América Latina y el Caribe - Fase 2
inclusión • innovación • desarrollo



Programa financiado por la Unión Europea

Esta publicación fue coordinada por Edwin Fernando Rojas, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del proyecto Diálogo político inclusivo e intercambio de experiencias, del programa Alianza para la Sociedad de la Información 2 (@LIS2), cofinanciado por la CEPAL y la Unión Europea, y ejecutado por la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

El coordinador agradece a Wilson Peres, Laura Palacios y Francisca Lira, funcionarios de la CEPAL, por su apoyo para la elaboración del presente documento.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la organización.

Este documento se ha realizado con ayuda financiera de la Unión Europea. Las opiniones expresadas en el mismo no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea.

Esta publicación puede descargarse en línea en <http://www.cepal.org/Socinfo>.

Índice

I.	Características de los IXP y de su interconexión	5
II.	Interconexión nacional en países de América Latina	7
	1. Metodología basada en el comando tracer.....	7
	2. Metodología usando la DFZ.....	8
III.	Diagnóstico de la situación de los IXP en la región	11
	1. Información relevada en cada país	11
	2. Resultados del análisis	12
	2.1 Argentina	13
	2.2 Estado Plurinacional de Bolivia	13
	2.3 Brasil.....	14
	2.4 Chile.....	17
	2.5 Colombia	19
	2.6 Costa Rica	20
	2.7 Ecuador	20
	2.8 Paraguay	21
	2.9 Perú	21
	2.10 Uruguay	22
IV.	Modelos económicos-teóricos en la interconexión CDN–ISP	23
	1. Importancia de la interconexión	23
	2. Tipos de pago.....	24
	3. Importancia de los aspectos económicos	24
	4. Análisis de la evolución de la cadena de valor	25
	5. Aseguramiento de la eficiencia	27
V.	Requerimientos de los CDN	29
	1. CDN en el mundo.....	29
	2. Análisis de CDN seleccionados	30
	2.1 Level 3 e Internexa	30
	2.2 Plataforma de Akamai	30
	2.3 Google	32
	2.4 Plataforma de Microsoft.....	34

2.5	Limelight Networks	34
2.6	Plataforma de CDN de Telefónica.....	34
2.7	OnApp.....	34
VI.	Mejores prácticas en la operación de los IXP.....	37
1.	Las mejores prácticas actuales (BCP) según Euro – IX.....	37
2.	Características de varios IXP europeos y uno de Japón	38
VII.	Recomendaciones respecto de los IXP	41
VIII.	Recomendaciones respecto de los CDN.....	43
IX.	Indicadores clave de rendimiento (ICR) de la interconexión de Internet.....	45
1.	ICR para IXP	45
2.	ICR para países	48

I. Características de los IXP y de su interconexión

Para comenzar este documento, se presentan las principales características de los puntos de intercambio de tráfico (IXP), es decir las entidades que desarrollan actividades de *peering* público. Para clarificar este concepto se analizan los diferentes tipos de interconexión de Internet y el papel de los prestadores de servicios de Internet (ISP) y los IXP.

- Internet es una interconexión de redes denominadas sistemas autónomos que son controladas cada una por entidades independientes denominadas ISP. Cada ISP debe estar conectado al menos a un ISP que a su vez tenga interconexión con la Internet global, para poder dar acceso a sus usuarios a cualquier red del mundo.
- En el caso de la interconexión por tránsito, un ISP A compra el servicio de tránsito a un proveedor de mayor jerarquía, un ISP B, proveedor de tránsito, que tiene y provee acceso a toda la Internet y al que también se le llama ISP aguas arriba. Físicamente, el proveedor de tránsito ISP B propaga las rutas del ISP A de forma que todas las redes conozcan que pueden enviar la información a través del ISP B para llegar al ISP A. En el mismo sentido, provee al ISP A las rutas para llegar a toda la Internet. En estos acuerdos el ISP A paga al ISP B por el servicio que le presta.
- En el caso de la interconexión por *peering*, dos ISP A y B se proveen mutuamente acceso a sus clientes, reduciendo costos y mejorando la calidad. En esta categoría se incluyen los acuerdos entre ISP y CDN. Típicamente estos acuerdos son sin pagos recíprocos (*settlement free agreement*), lo que se debe a que el acuerdo tiene aproximadamente el mismo valor para los dos participantes. Si el acuerdo no es libre de pago, se llega al mismo acuerdo de acceso a sus respectivos clientes pero mediante un pago o liquidación que refleje la diferencia de valor que el acuerdo tiene para cada parte. Los acuerdos de *peering* no son transitivos, es decir, si dos ISP A y B hacen acuerdo de *peering* con el ISP C, no significa que a través de C los ISP A y B vean a sus respectivos clientes. Dentro de los acuerdos de *peering* existen a su vez dos versiones:
 - *Peering* público, el que ejecuta a través de una red de *peering* compartida por más de dos ISP. El sitio donde se realiza se denomina IXP o *Internet Exchange Point* y la malla de interconexión suele ser Ethernet. En los IXP, en general también se permiten interconexiones por *peering* privado e inclusive la interconexión por

tránsito entre dos ISP miembros del IXP. El *peering* público puede ser bilateral o multilateral, pero siempre usando la infraestructura compartida. Cuando es bilateral, dos ISP establecen sesiones BGP entre ellos para intercambiarse tráfico usando la infraestructura pública. El *peering* multilateral involucra el establecimiento de la interconexión entre todos los ISP participantes.

- *Peering* privado (o interconexión privada) es una categoría en que dos ISP intercambian tráfico exclusivamente entre ellos compartiendo un vínculo físico distinto de la LAN usada para el *peering* público. Los IXP suelen ofrecer algún tipo de facilidad para el *peering* privado.
- Los ISP Tier 1 son la excepción, ya que no compran tránsito y tienen acceso a toda la Internet mediante acuerdos de *peering*, además de disponer de troncales propias de alta capacidad. Son la capa de más alto nivel en Internet, y venden tránsito, en general a nivel mayorista, a los ISP Tier 2, a los CDN y todos los demás ISP aguas abajo. Usualmente los ISP T1 intercambian tráfico entre ellos en varios puntos y regiones del mundo.
- Si bien el *peering* mejora la calidad y muchas veces los costos del acceso de un ISP A a la Internet global, no siempre es así. Si el ISP A debiera interconectarse con cada ISP del mundo, tendría que construir una red en malla de un muy alto costo. La solución óptima es una combinación de tránsito y *peering*. En cada caso es necesario evaluar la alternativa de costo-calidad de tránsito en relación a la de costo-calidad de *peering*, en lo que pesa la importancia que tiene para el ISP A el *peering* con el ISP B. Aun en los casos en que el acuerdo entre ISP sea de *peering* sin costo, se debe tomar en cuenta que se debe soportar los costos de la infraestructura que permite el *peering*.
- Los IXP son una importante solución en la reducción de los costos de la infraestructura que permite el *peering*. Por ejemplo, los ISP de un país no necesitan establecer enlaces de interconexión entre todos ellos, sino que alcanza con que establezcan mínimamente un enlace con el IXP al que acceden los demás ISP. Los IXP mejoran la eficiencia de la interconexión de las redes tanto en cuanto a costo como a calidad. En muchos casos, permiten también la existencia de rutas alternativas entre ISP.

II. Interconexión nacional en países de América Latina

El análisis de la interconexión nacional tiene dificultades para determinar todas las relaciones de interconexión entre proveedores de servicio de Internet (ISP por sus siglas en inglés). Para superar esa restricción, a continuación se utilizan dos metodologías que, a su vez, tienen limitaciones para abarcar todo el fenómeno. La primera presenta dificultades prácticas y la segunda, problemas con la información de base.

1. Metodología basada en el comando tracert

La primera metodología para analizar el comportamiento de las rutas utilizadas por el tráfico de Internet en América Latina consiste en un muestreo de trazados de rutas desde diversos países hacia sitios principales de contenido ubicados en diferentes países. Esto se llevó a cabo usando el comando tracert. La metodología permite identificar las interconexiones nacionales o regionales y las rutas completas usadas por esas interconexiones. Gracias a ella se constata que:

- Hay un importante número de servidores de contenido regional ubicados en Estados Unidos y, en menor medida, en Europa.
- Las redes de distribución de contenido (CDN por su sigla en inglés) avanzan en el despliegue de servidores en la región.
- Los ISP que usan tránsito IP desde sus países tienen rutas más directas hacia los países de la región, gracias a una gestión inteligente de menor costo aplicada por los *carriers*. En este caso, el tráfico entra en la red de ruteadores del *carrier* y se intercambia en el lugar más próximo al destino.
- Los que usan conectividad basada en capacidad hasta Estados Unidos y luego tránsito en un punto de intercambio de tráfico (IXP) ubicado lejos de ese país, acceden a los sitios regionales a través de ese IXP, incurriendo en un doble costo de transporte internacional. En estos casos, el tráfico pasa por el IXP lejano.
- Existen varios países de la región en que la interconexión entre ISP del mismo país se realiza en el extranjero.

Si bien esta metodología arroja resultados claros y comprobables, basados en las direcciones IP de las interfaces de los ruteadores por los cuales pasa la información, no permite una evaluación completa del uso de la interconexión regional o nacional debido a las dificultades que implica su aplicación masiva; tampoco incluye la determinación de los volúmenes de tráfico efectivamente intercambiados en cada ruta.

2. Metodología usando la DFZ¹

La otra metodología de evaluación de la conectividad regional —incluyendo la nacional o interna de cada país— se basa en el análisis de las tablas públicas de ruteo IPv4 relacionadas a la interconexión entre los sistemas autónomos² (AS por su sigla en inglés) de un mismo país (interconexión nacional) y entre distintos países de la región (interconexión regional). Esta metodología no alcanza a todos los ISP, por lo que los resultados de las interconexiones son parciales. Consta de los siguientes pasos:

- Clasificación de los ASN, o número de sistema autónomo, por país de registro (ASNpr).
- Análisis de las copias públicas de las tablas de ruteo IPv4 relevadas desde *Route Views* (Quagga/Universidad de Oregón³). Esta base de datos no alcanza todos los ISP–ASN.
- Para cada ASNpr registrado en la región e identificado en el paso 1, se identificaron:
 - El ASN más a la izquierda de la ruta de ASN⁴, que es el ASN de tránsito de cada ASNpr.
 - Los prefijos anunciados con origen en el ASNpr.
- A partir de esta información se puede elaborar un mapa de interconexión entre los ASN de la región y determinar, por ejemplo, la existencia y eficacia de los IXP.

Esta metodología no es exhaustiva pues:

- Usa la tabla pública de tabla de rutas, también denominada DFZ o *Default Free Zone*.
- Por no ser una tabla global, no tiene una visión de todas las interconexiones.
- En algunos países, como Bolivia, tampoco incluye todos los ISP.

La aplicación de esta metodología presentada por Patara (2010) de PTTbr⁵ apunta solamente a ver la situación en los países que no tienen IXP y usa información del 10 de mayo de 2010. La figura 1 muestra los resultados de interconexión para Bolivia.

¹ DFZ: Default Free Zone. Es un conjunto de ruteadores que tienen la tabla global de ruteo de Internet y que no requieren rutas por defecto para enviar un paquete a cualquier destino.

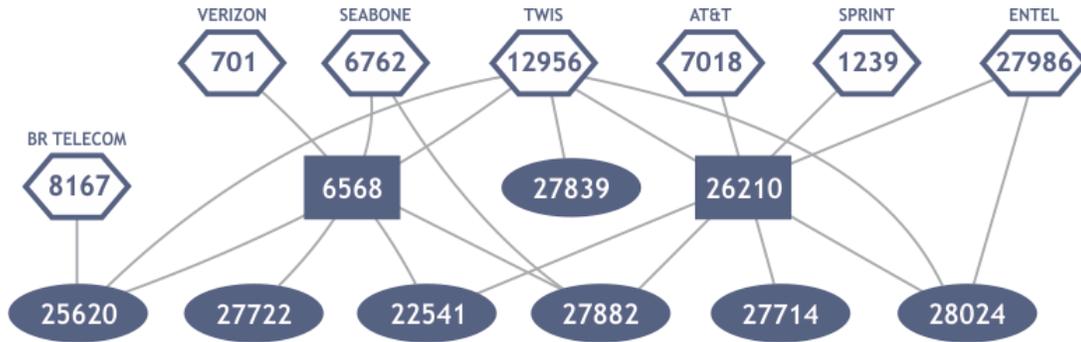
² Un sistema autónomo de Internet (AS) es definido según la RFC 1930 como un conjunto de redes operadas por uno o más operadores de red, que tiene una política de ruteo única y claramente definida. Tiene autonomía en cuanto al encaminamiento externo. Cada AS tiene asignado un número único denominado ASN definido en la RFC 4893.

³ <http://www.routeviews.org/>.

⁴ En el protocolo de ruteo BGP se usan los ASN para indicar a cada ASa cómo puede llegar a un ASb. Cuando un ASb publica sus rutas de acceso a cada prefijo de direcciones IP que le pertenecen, envía la información de cada prefijo así como su ASNb. A medida que se propaga esta publicación de ruteo en la red, cada prefijo de direcciones IP va acumulando los ASN por los que pasa, como prefijo de una ruta de ASN o AS path. En cualquier punto de la ruta el AS Path indica la secuencia de AS desde el punto actual hasta el AS de origen. El ASN que se encuentra más a la izquierda corresponde al último AS adyacente al AS actual.

⁵ Ricardo Patara, NICbr. *Estudio de la relación entre el AS y IXP en la región (LAC)*. NAPLA 2010.

FIGURA 1
SISTEMAS AUTÓNOMOS E INTERCONEXIONES EN BOLIVIA



Fuente: Ricardo Patara, NICbr.

Nota: Los ASN corresponden a las siguientes entidades: 27839: COMTECO; 26210: AXS; 27714: UNETE; 28024: Nuevatel; 27882: TELECEL; 22541: Megalink; 6568: Gobierno (Agencia para el Desarrollo de la Sociedad de la Información en Bolivia – ADSIB); 27722: Paulo Dias y 25620: COTAS. La información es parcial, ya que faltan ISP importantes como ENTEL, COTEL, y otras cooperativas. A mayo de 2010, no existían puntos de intercambio de tráfico más allá del que provee parcialmente el operador AXS.

El análisis con esta metodología concluye, al igual que el estudio basado en la primera, que no existen interconexiones nacionales completas en muchos países que no tienen IXP.

III. Diagnóstico de la situación de los IXP en la región

El análisis se inició con la lista de IXP publicada por la *Packet Clearing House (PCH)*⁶, una institución sin fines de lucro que da soporte a las operaciones y el análisis de las áreas de intercambio de tráfico de Internet, los aspectos económicos del ruteo y el desarrollo de la red global. De los IXP incluidos en la lista, la más completa disponible, se eliminaron los que no son más puntos de interconexión o no están operativos. Para los restantes se efectuó un relevamiento detallado de la información necesaria. Para este proceso se contó con la participación de los países integrantes del Diálogo Regional de Banda Ancha⁷.

A continuación se diagnostica la situación de los IXP en la región a partir de la información de uso público: se identifica a los IXP operativos, su modalidad de sociedad, los ISP participantes, las condiciones y limitaciones que enfrentan, la estructura de pagos y los intercambios con otros IXP, entre otros aspectos.

1. Información relevada en cada país

La información relevante para analizar y hacer recomendaciones sobre los IXP en la región es la siguiente:

1. Año de constitución y ubicación (dirección, teléfono, personal de contacto).
2. Modalidad de sociedad (sin fines de lucro, comercial, estatal, entre otras).
3. ISP actualmente conectados al IXP.
4. Políticas de tráfico en el IXP:
 - 4.1 Limitaciones en cuanto a rutas, sobre si el tráfico intercambiado es local de una ciudad o ciudades cercanas, nacional o internacional.
 - 4.2 Tipos de acuerdos bilaterales o multilaterales entre los ISP de un mismo IXP.

⁶ <http://www.pch.net/home/index.php>.

⁷ Argentina, Bolivia (Est. Plur. de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay.

- 4.3 Estructura de pagos (pago por ingreso al IXP, pago mensual o por tráfico, distinción entre tráfico local, nacional o internacional, entre otros) y montos.
- 4.4 Condiciones, si es que existen, para que los ISP de un IXP puedan intercambiar tráfico con otros IXP de la misma ciudad (*peering*, etc.) o de distintas ciudades (*peering*, pagos por tránsito, etc.).
- 4.5 Si existe, o es posible de acuerdo a sus estatutos, el intercambio de tráfico con otros IXP del país.
- 4.6 Si el IXP es un único sitio físico o son varios sitios físicos interconectados.
5. Requisitos a cumplir por parte de los ISP que deseen participar y condiciones generales de tratamiento del tráfico (no discriminación, neutralidad, etc.).
6. Políticas en cuanto a los enlaces físicos de los ISP con el IXP: capacidad mínima, redundancia, etc.
7. Si existen o se proyectan interconexiones con otros IXP regionales, en particular con los de países fronterizos, y las características de estas posibles interconexiones.
8. Mejoras de precios o de calidad para los ISP pertenecientes al IXP respecto de las contrataciones de tránsito IP nacional o internacional.
9. Tráfico total intercambiado en la hora pico (HP).
10. Condiciones requeridas por las grandes redes de distribución de contenido (CDN) — Akamai, Google, Limelight Networks, Microsoft y otras— para el alojamiento de contenido para el mercado nacional o subregional, con respecto a la interconexión de Internet en el país, costos, acuerdos especiales de *peering* o similares, etc.
11. Otros aspectos de interés para el IXP para el desarrollo adecuado de sus actividades.

2. Resultados del análisis

Esta información ha sido relevada principalmente de los sitios web de los IXP, salvo en el caso de Perú, en que las autoridades la han suministrado. La situación de cada país es la siguiente:

- **Argentina.** Existe un único IXP, CABASE, del que se tiene toda la información relevante.
- **Bolivia (Estado Plurinacional de).** No existen IXP.
- **Brasil.** Ocho de los IXP que figuran en la lista de PCH no están operando como tales. Se analizaron los IXP PTTMetro y NAP do Brasil, de los que se tiene la información más relevante.
- **Chile.** Se han relevado los siete IXP identificados por las autoridades. Existe una regulación de obligatoriedad de interconexión desde 1999, que ha llevado a que el mercado tenga una robusta interconexión. Esto permite que la aplicación de la regulación no sea relevante.
- **Colombia.** La información de los dos IXP ha resultado escasa, especialmente del NAP de las Américas.
- **Costa Rica.** No existe un IXP.
- **Ecuador.** Se tiene toda la información relevante de APROVI.
- **Paraguay.** No existe un IXP.

- **Perú.** Se ha obtenido toda la información relevante de los dos IXP mediante gestiones de las autoridades.
- **Uruguay.** No existe un IXP.

2.1 Argentina

En Argentina existe un IXP importante, CABASE, que es multisitio y presenta indicadores de comportamiento de acuerdo a las mejores prácticas.

**CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DEL IXP EN ARGENTINA**

	NAP CABASE
1. Año de inicio	1998
1. Contacto	
2. Modalidad	Cooperativa sin fines de lucro. Administrado técnicamente por COMSAT.
3. ISP conectados	40 miembros que incluyen a Telefónica Móviles y Telmex. No lo integran Telefónica ni Telecom, dos de los grandes ISP.
4.1. Políticas, limitaciones	No existen limitaciones en cuanto a rutas.
4.2. Acuerdos	<i>Peering</i> multilaterales no obligatorios. Recientemente se permitieron los acuerdos bilaterales, la flexibilidad de anuncios y los acuerdos privados en el IXP. Servicios de VLAN privadas y Cross Connect.
4.3. Pagos	Cargo de conexión: \$A 6.000 más cargo recurrente mensual según los Puntos NAP, por prorrateo de gastos operativos según el espacio de coubicación y el puerto de acceso al <i>switch</i> . Cargos por coubicación.
4.4. IX de ISP condiciones	Mínimo prefijo de anuncio /24. Se publican solo prefijos nacionales. Cada <i>peer</i> indica a CABASE las redes a publicar y los AS que transporta. Cada <i>peer</i> recibe de CABASE todas las redes de los demás <i>peers</i> .
4.5. IX con otros IXP del país	No existe. Dentro de CABASE los IXP metropolitanos se interconectan con un anillo de 1 Gbps. En la fase I, 2,5 Gb en la fase II y 1 lambda de 10 Gbit en la fase III.
4.6. Sitios: U o M	Múltiples en 16 ciudades principales según plan final. Federalización de IXP nacionales y con conectividad internacional por pago adicional.
5. Requisitos ISP	Ser socio de CABASE, poseer licencia de telecomunicaciones, disponer de ASN y cumplir con el manual del NAP. No se aplican políticas de filtrado.
6. Enlaces físicos	10 Mbps., 100 Mbps. y 1 Gbps.
7. IXP regionales	En julio de 2012 se interconecta con ANTEL de Uruguay.
8. Precios/Calidad nacional e internacional	Hay cuatro <i>carriers</i> que se asociaron para prestar servicios de transporte a los IXP de CABASE y cobran el mismo precio, del orden de US\$ 40 a US\$ 80 por Mbps. por mes para darle conectividad nacional y acceso internacional a Internet. Estos valores dependen de la capacidad contratada por el ISP y del total de capacidad contratada en el IXP. Anteriormente algunos ISP pagaban hasta US\$400 o US\$ 800 por Mbps. de conectividad internacional a Internet.
9. Tráfico en HP	
10. Condiciones de los CDN	
11. Otros	

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Estado Plurinacional de Bolivia

En Bolivia existe una iniciativa, no concretada, para constituir un IXP MegaLink. No se ha detectado otra iniciativa, aunque está contemplado en el artículo 50 (INTERCONEXIÓN ENTRE

PROVEEDORES DE INTERNET) de la Ley 164 General de Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información y Comunicación (aún no reglamentada):

“Los *proveedores* de Internet, deben obligatoriamente establecer y aceptar interconexiones entre sí, dentro del territorio nacional, a través de un punto de intercambio de tráfico, a fin de cursar el tráfico de Internet, de acuerdo a las condiciones establecidas mediante reglamento.”

Esta ley establece una condición general sobre la obligatoriedad de establecer y aceptar la interconexión entre proveedores de acceso a Internet. El aspecto principal respecto de los IXP queda establecido de esta manera, dejando sujetos a la reglamentación los demás detalles de procedimientos, y otras condiciones. Mediante esta regulación se favorecerá la reducción de costos en general, lo que representa un avance importante en un país caracterizado por los altos costos internacionales del acceso a Internet.

En cuanto a la reglamentación, en enero de 2012 el Viceministerio de Telecomunicaciones emitió un documento preliminar que establece el régimen de interconexión entre las redes públicas de telecomunicaciones, que hace referencia a la interconexión entre proveedores de Internet. Entre los artículos 40 y 45 se establecen las características técnicas y demás condiciones relativas a la obligatoriedad de la interconexión entre sí a aplicar a “los proveedores de servicios de Internet que cuenten con conexión directa a proveedores internacionales” dentro del territorio nacional, y a través de un punto de intercambio de tráfico (PIT), a fin de cursar el tráfico de Internet.

Según el artículo 41, los PIT serán mantenidos “con aportes de los proveedores de servicios de Internet que cuenten con conexión directa a proveedores internacionales de Internet”. Los pagos a efectuar estarán en relación al tráfico cursado. También se establece la obligatoriedad de que los proveedores de acceso a Internet se interconecten a través de un punto de intercambio de tráfico en condiciones no discriminatorias.

2.3 Brasil

De los diez IXP que figuran en la lista obtenida de PCH, los siguientes ocho no serán considerados en el análisis debido a que:

- Optiglobe fue adquirida por VNN en 2002, continuando las operaciones de Telefutura, adoptando la marca TIVIT en 2005. Si bien figuran ambos como IXP en el listado de PCH, ni Optiglobe ni TIVIT son IXP.
- No ha sido posible localizar a Daedalus a pesar del apoyo del gobierno de Brasil.
- Diveo, TelComp, LNCC (Laboratorio Nacional de Computação Científica) y ABRANET (Associação Brasileira de Internet) no son IXP según se desprende de sus sitios web.
- ANSP (Academic Network at Sao Paulo) fue fundada por FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) para proveer la interconexión de Internet entre las instituciones académicas; su infraestructura reside en el NAP do Brasil. Es un IXP académico que no provee servicios a terceros.
- Existen además múltiples IXP conectados, a su vez, a los PTTMetro en cada localidad. Por ejemplo, en Sao Paulo existen al menos los siguientes IXP conectados al IXP Central: NIC br, Telium, VIVO, USP, LocaWeb, Telefónica, CTBC, GBLX, BRT, Alog, Eletropaulo, TIVIT y TVA. Estos están conectados en estrella con las dos instancias del IXP Central, la mayoría de ellos con las dos y el resto solo con una.
- Se analizan solamente los dos IXP restantes y que se presentan como tales en sus sitios web. De ellos, PTTMetro es el de mayor cantidad de sitios, cobertura y proyección de futuro en cuanto a su importancia para la interconexión nacional.

CUADRO 2 CARACTERÍSTICAS DE IXP EN BRASIL

	PTTMetro	NAP do Brasil Terremark
1. Año de inicio	1995	1998, operó sin fines de lucro a través de la FAPESP. Desde 2002 transfirió a Terremark la operación y comercialización del PTT.
1. Contacto	Coordinador Técnico PTTMetro: Milton Kaoru Kashiwakura, email: mkaoruka@nic.br	Harmut Richard Glaser, Coordinator Rua Pio XI 1500 Alto da Lampa, São Paulo, Brazil Tel: 5511 3046 2807 - ptt-info@ansp.br
2. Modalidad	Administrados por el Comité Gestor de Internet (CGLbr), integrado por múltiples representantes. Cada IXP está alojado en un <i>data center</i> comercial para operación convencional. Sin fines de lucro.	Comercial
3. ISP conectados	Alrededor de 500.	37 a julio de 2012, incluyendo los grandes operadores.
4.1. Políticas limitaciones	Cada integrante debe establecer acuerdos de intercambio de tráfico con otros participantes. Destinado a intercambio metropolitano.	
4.2. Acuerdos	<i>Peering</i> multilateral vía IXP RS o bilaterales directos a través de VLAN compartidas entre los participantes o VLAN dedicadas (por ejemplo para tránsito de Internet).	Multilaterales o privados.
4.3. Pagos		Existe un pago por conexión por única vez y un pago recurrente mensual, que se obtienen por consulta en cada caso. También se puede contratar co-ubicación. Los precios referenciales de Cross Connect son: UTP o coaxial, R\$ 110 la instalación y R\$ 150 por mes, y la FO, R\$ 300 la instalación y el valor mensual.
4.4. IX de ISP condiciones	IX por <i>peering</i> con otros IXP de PTT de la misma localidad. Se permiten los acuerdos bilaterales de tránsito para otras IX de la misma localidad o del país a través de ISP/NSP. Algunos ISP participan de más de un PTT.	Las empresas pueden conectarse solamente para vender o comprar tránsito. El <i>peering</i> multilateral no es mandatorio. Deben hacer <i>peering</i> con las redes académicas y con Terremark. Se proveen servicios de Cross-Connect y de redes privadas virtuales VLAN.
4.5. IX con otros IXP del país	No se admiten IX de un PTT con otros de otra localidad, y en general con otro IXP.	
4.6. Sitios: U o M	20 ciudades a junio 2012 tienen similar configuración. Cuarenta y nueve localidades más en espera de aprobación. Más de un punto de acceso (IXP) en cada ciudad, en estrella o anillado con IXP central neutro. Todas las localidades están aisladas de las otras. Una localidad puede incluir ciudades vecinas con ISPO conectados por medios propios o contratados. Típicamente 80 Km. Con FO apagada sin recursos de regeneración y 200 Km. con radio alrededor del IXP central.	Único
5. Requisitos ISP	Disponer de ASN y emplear BGP4 con los demás ISP a través del IXP. Conexión a un único IXP por área metropolitana. Es neutro en cuanto a políticas y administración, de utilización pública. Neutralidad frente a operadores comerciales, Calidad - eficiencia.	Tener un número de AS.
6. Enlaces físicos	A cargo del ISP. Mínimo de conexión en estrella. Fast Ethernet, Gigabit Ethernet o 10 Gigabit Ethernet	Puerta mínima de 10 Mbps. Servicios de acceso de: 10Mbps., 100Mbps., 1Gbps. y 10Gbps.
7. IXP regionales	No existen planes para IX regional.	
8. Precios/Calidad nacional e internacional	No existen planes de interconectar las localidades de PTTMetro y competir con las operadoras. PTT Metro facilita y apoya a los ISP de diferentes localidades para el servicio de transporte entre ellas a través de modelos que optimizan recursos comunes. Es aceptado el acuerdo bilateral con VLAN dedicada para la venta de tránsito a los AS interesados. Ha resultado en reducción de costos importante.	
9. Tráfico en HP	Tráfico agregado en todos los PTT al 18 de julio de 2012: 120 Gbps.	15 Gbps. a julio 2012, según Terremark es el más grande de Latinoamérica.
10. Condiciones de los CDN		
11. Otros	Publica información estadística de tráfico.	Lanza servicios cloud en 2010.

Fuente: Elaboración propia.

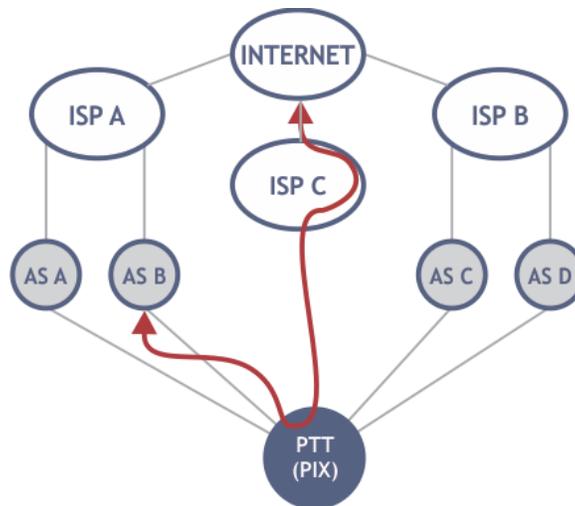
Se describen a continuación mayores detalles sobre la operación de los PTTMetro⁸.

Respecto de la interconexión nacional, el CGI.br no tiene planes de interconectar las localidades de PTTMetro compitiendo con las operadoras de telecomunicaciones. No obstante, el proyecto PTTMetro estimula y apoya a los ISP participantes en diferentes localidades a que hagan su aprovisionamiento de servicios de transporte entre ellas. PTTMetro tiene modelos de transporte entre localidades para optimizar los recursos comunes y colaborar en la reducción de costos. Esta política ya ha dado lugar a reducciones de costos similares a las que obtenido CABASE en Argentina.

En cuanto a la definición actual de localidad o región de PTTMetro, se entiende como una localidad de PTTMetro la que incluye aquellos IXP remotos que se conectan al IXP central a través de tecnologías de la familia Ethernet, sobre fibra óptica apagada, sin la utilización de recursos de regeneración de la señal. Actualmente eso implica una distancia máxima del orden de 80 kilómetros para enlaces de fibra óptica.

El objetivo es evitar que AS cercanos (dentro de lo que se define como localidad de un PTTMetro) deban intercambiar tráfico entre sí a través de uno o dos proveedores de acceso a Internet. El PTTMetro permite que este tráfico se intercambie a través del IXP, usando el tránsito provisto por los ISP solamente para el tráfico intercambiado con AS remotos, no pertenecientes a la misma localidad. Igualmente, para reducir costos, el PTTMetro permite la venta de tránsito en el PTT, gracias a acuerdos bilaterales usando VLAN dedicada entre el AS y un ISP de elección. También puede usarse el camino por el PTTMetro como redundancia de otros acuerdos de tránsito de un mismo AS, por ejemplo a través del ISP C y del ISP A (véase la figura 2).

FIGURA 2
TRÁNSITOS EN PTT METRO



Fuente: elaboración propia.

El PTTMetro también permite la utilización de VLAN dedicadas para proveer aislación lógica de capa L2 entre AS para servicios de interconexión IP en general, como tránsito Internet, *backup*, almacenamiento, VoIP, VideooIP, entre otros.

⁸ Presentación de PTTMetro, Interconexão de Sistemas Autônomos (AS), 15 Agosto 2010 Equipe de Engenharia PTTMetro eng@ptt.br.

2.4 Chile

Chile tiene siete IXP que constituyen un sistema que comenzó a operar en 1999 con la regulación de obligatoriedad de la interconexión nacional del tráfico originado y terminado dentro de Chile. En la actualidad el papel de los IXP sigue siendo importante aunque la mayoría de los ISP ya disponen de interconexiones privadas adicionales sin pasar por ellos. La propia dinámica del mercado, así como el reconocimiento de la importancia de esta interconexión y sus repercusiones en la calidad y el precio, ha generado un sistema establecido, maduro y robusto. Se analizan a continuación las características de estos IXP.

**CUADRO 3
CARACTERÍSTICAS DE IXP EN CHILE**

	ENTEL	CLARO	IMPSAT – Global Crossing	NAP CHILE	ORANGE	TELEFÓNICA MUNDO	INTERCITY
1. Año de inicio				1997			
1. Contacto	Alameda 1409, Santiago Pablo Morán Aguirre, +56 2 360 2606, pmoran@entel.cl	Arturo Cabezas M. +56 2 5825712 netadmin@ip.telmexchile.cl Carlos Carrasco 56-2-5825712 contacto_PITclarochile.cl	Manuel Quintero +56 2 4225850 serviceassurance chile@globalcrossing.com	admin@nap.cl; info@nap.cl Carmencita 25 of. 61, Las Condes + 56 2 2314207	Ruben Valdivia ruben.valdivia@orange.com 562-3943236	Rodrigo Rebolledo rodrigo.rebolledo@Telefónica.com +56 2 6917428	Andrea Herrera Sop.Técnico Pedro Neumann Gerente de Nuevos Negocios +562 225 5000 Europa 1969, Providencia
2. Modalidad							
3. ISP conectados	AT&T Chile, Claro, Cmet, Entel Internet #1 Entel Internet #2 Entel PCS #1 Entel PCS #2 GTD Internet #1 GTD Internet #2 IIA, Movistar Pacífico Cable, VTR, NEXTEL NEXTEL2	Claro ISP, Telefónica Internet Empresas, VTR, Terra Networks, UUNET, NetGlobalis, Sonda, Tecnoera (2), IFX Networks (2), Universidad Católica, Universidad de Chile #1 y #2, Las Ultimas Noticias, El Mercurio, GTD Internet #1 a #3.	Magenta, REUNA, IIA, GTD Internet y CMET	Adexus, Altavoz, Impsat, CMET, Intercity, CTC Mundo, NETGlobalis, CyberCenter, NewPlanet, E-Money, Telefónica Internet Empresas, Orange, Telmex, Global-Net, Terra Networks, GTD Internet, Telefónica del Sur, IFX Networks, MCI-UUNET, IIA.	NIC Chile, Chilecom, GTD Manquehue, Claro, Altavoz	Adexus, Fullcom, GTD, IIA, Infonet, Movistar, Nextel, Pacífico Cable, VTR, Ministerio de Educación y Ministerio del Interior.	Intercity
4.1. Políticas limitaciones		El ISP debe proveer acceso a Internet internacional a sus usuarios finales.	El ISP debe proveer acceso a Internet internacional a sus usuarios finales.	Ser ISP y tener enlace internacional independiente.			
4.2. Acuerdos							
4.3. Pagos							
4.2. Acuerdos							

(Continúa)

Cuadro 3 (conclusión)

	ENTEL	CLARO	IMPSAT – Global Crossing	NAP CHILE	ORANGE	TELEFÓNICA MUNDO	INTERCITY
4.4.IX de ISP condiciones							
4.5.IX con otros IXP del país	Claro, Impsat Mundo #1 y #2, Orange	ENTEL #1 y #2, Impsat #1 y #2, Mundo #1, Mundo #2, NAP Chile #1 y #2, Equant – Orange #1 y #2, Intercity	Claro, NAP Chile, ENTEL, Intercity y Telefónica Mundo.		ENTEL, NAP Chile, Telefónica Mundo, Intercity, Claro	Intercity, NAP Chile, Orange, Claro, ENTEL, Global Crossing	Global Crossing, NAP Chile, Movistar, Orange
4.6.Sitios: U o M							
5.Requisitos ISP	Disponer de ASN y emplear BGP4 con los demás ISP a través del IXP. No existe discrimi- nación.	Disponer de ASN y emplear BGP4 con los demás ISP a través del IXP. No existe discriminación.	Disponer de ASN y emplear BGP4. No existe discriminación.	Disponer de ASN y emplear BGP4. No existe discri- minación.	No existe discrimi- nación.	No existe discrimina- ción.	No existe discrimina- ción.
6.Enlaces físicos	Ethernet 10 Mbps. Fast Ethernet 100 Giga Ethernet 1000	10BaseT, 100BaseT o STM-1. Velocidad de Acceso mayor a 10Mbps. El acceso local al IXP deberá ser provisto por Telmex Chile.	10BaseT, 100BaseT o 1000BaseT. Velocidad de acceso mayor a 10Mbps. El acceso local al IXP debe ser provisto por Global Crossing.	10BaseT, 100BaseT y 1 Gigabps. Velocidad mínima de acceso: 10 Mbps. El acceso local a NAP Chile podrá ser contratado con cualquier proveedor.			
7.IXP regionales							
8. Precios/Calidad nacional e internacional							
9.Tráfico en HP							
10.Condiciones de los CDN						Aloja a Omega Systems, Akamai, COPESA y Emol.	
11.Otros	Existe reglamentación de obligatoriedad de la IX nacional desde 1997 y todos los IXP publican información estadística de tráfico de acuerdo a la SUBTEL.						

Fuente: Elaboración propia.

La República de Chile, por Resolución Exenta N° 1483, de octubre de 1999, ha fijado el procedimiento y los plazos para establecer y aceptar conexiones entre ISP. Los dos fundamentos principales para establecer la obligatoriedad de que exista interconexión local entre ISP están establecidas en los considerandos c) y d) de esta Resolución, y que por su generalidad podrían ser recogidos en cualquier país.

“c) Que debido al desarrollo del mercado de acceso a Internet y al incremento de la oferta de contenidos nacionales en el país, se hace necesario la dictación de la normativa técnica que asegure el uso eficiente de los recursos y que, a su vez, garantice a los usuarios la no discriminación en el acceso a dichos contenidos, independientemente del proveedor de acceso a Internet y, a los proveedores de contenidos, la libertad de elegir a su proveedor de "hosting", todo ello en un contexto de sana competencia”.

Este inciso recoge los siguientes aspectos principales:

- Eficiencia en el uso de recursos, principalmente evitando innecesarias comunicaciones internacionales.
- Garantizar que el acceso a los contenidos nacionales no sea discriminado según el operador en el que están alojados o desde donde son accedidos.
- Asegurar la libertad a los proveedores de contenido en cuanto al operador en el cual alojarlo.

“d) Que para satisfacer las finalidades antes señaladas es menester que el tráfico nacional de información de Internet sólo circule por medios de transmisión autorizados para ser operados y explotados al interior del país”. Este inciso se refiere a evitar el transporte internacional cuando ambos extremos de la comunicación se encuentran en el territorio nacional.

Los artículos principales, en cuanto a los conceptos, son los siguientes, aparte de otros relativos a procedimientos y control de calidad de servicio:

Artículo 2º: “Con el objeto de garantizar el buen funcionamiento y la no discriminación en la calidad del servicio de acceso a Internet prestado a los usuarios, los ISP deberán, previo al inicio de servicio, establecer y aceptar conexiones entre sí para cursar el tráfico nacional de Internet, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 5º de la presente norma”.

Artículo 3º: “... Sin perjuicio de lo señalado precedentemente, las conexiones que se establezcan entre los ISP deberán asegurar a los usuarios del ISP solicitante, un acceso a proveedores de contenido ubicados tanto en el ISP solicitante como en el requerido, de calidad equivalente. De igual forma, las conexiones que se establezcan entre los ISP deberán asegurar a los proveedores de contenido ubicados en el ISP solicitante, un acceso desde usuarios ubicados tanto en el ISP solicitante como en el requerido, de calidad equivalente”.

Artículo 5º: “En todo caso, los ISP podrán establecer otras topologías de conexión, distintas a la señalada en el inciso primero del artículo 2º precedente, siempre que aseguren que el tráfico nacional de Internet se intercambie por medios de transmisión autorizados para cursar comunicaciones nacionales. En caso de establecerse un punto de intercambio de tráfico nacional de Internet que agrupe el tráfico de uno o más ISP, el proveedor de dicho servicio será considerado como ISP para los efectos de esta norma”.

Este artículo asegura, mediante la interconexión obligatoria entre los puntos de intercambio de tráfico, que todos los ISP nacionales queden interconectados entre ellos en las condiciones establecidas en esta resolución.

Artículo 6º: “Los ISP deberán aceptar y poner en servicio las conexiones indicadas precedentemente en condiciones no discriminatorias. Asimismo, cada ISP deberá permitir a los usuarios de los ISP conectados de conformidad a la presente norma, el acceso a la totalidad de los contenidos que mantenga, en condiciones no discriminatorias”.

La experiencia chilena es interesante pues muestra, luego de más de quince años, el resultado de una política de desarrollo de los IXP, que se originaron en forma natural en 1995 y se fortalecieron desde 1999 con una regulación específica hasta la actualidad. Actualmente hay un buen entorno de conectividad nacional en el que los IXP, si bien existen, tienen un papel más bien secundario en las importantes redes de interconexión directa entre todos los ISP.

Se alcanza así una situación en que la regulación de los IXP podría ser innecesaria, ya que el mercado, por su propia dinámica, ya ha establecido una importante conectividad entre los IXP que conduce inclusive a tener precios de tránsito IP nacional a nivel mayorista, del orden de 10 veces menos que los del tránsito internacional.

2.5 Colombia

En Colombia existen dos IXP, de los cuales existe dispar información pública disponible, que se presenta a continuación. El NAP de las Américas no ofrece información pública en su sitio web.

CUADRO 4 CARACTERÍSTICAS DE IXP EN COLOMBIA

	NAP Colombia	NAP de las Américas
1. Año de inicio	1997 - 1999	
1. Contacto	Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT). Carrera 11A # 93-67 Oficina 401 Mail: comunicacion@ccit.org.co Tel.: 571 7563456	
2. Modalidad	Sin fines de lucro y administrado por la CCIT.	
3. ISP conectados	17: Media Commerce Telecomunicaciones, British Telecom, Diveo de Colombia, ETB, IFX, Global Crossing, Internexa, Orange Business Services, Columbus Networks, Red Uno, Telefónica Telecom, Telmex, UNE – EPM.NET, COMCEL, Synapsis, Merc@net y TIGO.	
4.1. Políticas, limitaciones		
4.2. Acuerdos	El <i>peering</i> multilateral es obligatorio.	
4.3. Pagos	Conexión: US\$ 25.000 y pagos mensuales compuestos de una parte fija y una parte variable de acuerdo al tráfico, el uso de los puertos y el espacio empleado (co-ubicación).	
4.4. IX de ISP condiciones		
4.5. IX con otros IXP del país		
4.6. Sitios: U o M	Único	
5. Requisitos ISP	Disponer de una licencia de SVA, tener ASN y ser aprobado por los miembros existentes.	
6. Enlaces físicos	10 Mbps., 100 Mbps. y 1 Gbps.	
7. IXP regionales		
8. Precios / Calidad nacional e internacional		
9. Tráfico en HP	12,1 Gbps. a junio de 2012	
10. Condiciones de los CDN		
11. Otros		

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Costa Rica

En Costa Rica aún no se ha constituido un IXP. Es un asunto considerado de sumo interés por el Viceministerio de Telecomunicaciones. Tampoco existe aún una regulación al respecto, la que no es descartada hasta el momento.

2.7 Ecuador

Existe un solo IXP que tenía tres nodos en las ciudades de Cuenca, Guayaquil y Quito hasta el 31 de agosto de 2012, fecha en que se desactivó Cuenca.

CUADRO 5 CARACTERÍSTICAS DE IXP EN ECUADOR

AEPROVI – NAP.EC	
1. Año de inicio	2001
1. Contacto	Ing. Fabián Mejía, mejiaf@aeprovi.org.ec, Tel: 593 2 2252495
2. Modalidad	Sociedad sin fines de lucro. AEPROVI administra el NAP.EC.
3. ISP conectados	Treinta y cuatro, entre ellos: Novanet, Porta, CNT, Easynet, Telmex, Ecuonline, Turbonet, ETAPA, Global Crossing, Ecuonet – Megadatos, Movistar, Puntonet, Telconet, Transnexa, Univisa.
4.1. Políticas limitaciones	NAP.EC tiene cobertura nacional, para lo cual AEPROVI se encarga de implementar y habilitar los nodos que sean necesarios conforme a los requerimientos de intercambio de tráfico local. Los nodos de NAP.EC están unidos mediante enlaces interurbanos que transportan tráfico entre dichas ciudades (este es un servicio opcional).
4.2. Acuerdos	Multilaterales obligatorios entre los ISP.
4.3. Pagos	Cargo inicial de conexión: US\$ 1.000,00; cargo mensual según tráfico cursado hasta 10Mbps. y a partir de allí es tarifa plana. Cargo de US\$ 100 por cada Mbps.
4.4. IX de ISP condiciones	Los ISP pueden interconectarse con otros IXP como un servicio opcional.
4.5. IX con otros IXP del país	Los tres nodos se encuentran interconectados para tráfico nacional desde 2010. Este transporte de tráfico interurbano es opcional.
4.6. Sitios: U o M	Quito y Guayaquil se encuentran interconectados para intercambio de tráfico local a nivel nacional. El nodo de Cuenca, que fue desactivado el 31 de agosto de 2012, estuvo hasta entonces interconectado con Quito.
5. Requisitos ISP	Ser socio de AEPROVI. Estar autorizado a explotar servicios de Internet, disponer de ASN y tener direcciones IP públicas. Emplear BGP 4 y cumplir el “Acuerdo multilateral para intercambio de tráfico a través de NAP.EC”. En NAP.EC no se filtran aplicaciones, ni “prefijos válidos”; esta condición debe cumplirse también de lado del proveedor.
6. Enlaces físicos	100Mbps., 1Gbps. y 10Gbps.
7. IXP regionales	Los estatutos lo permiten si son viables.
8. Precios/Calidad nacional e internacional	Provee servicios de uso compartido de enlaces interurbanos. La interconexión entre nodos nacionales y la conexión directa hacia la infraestructura de Internet (incluyendo interconexión con IXP de otros países) pueden ser suministradas como servicios adicionales.
9. Tráfico en HP	3,2 Gbps. saliente de los IXP y 2,0 Gbps. entrante a julio de 2012.
10. Condiciones de los CDN	Acceso local a proveedores de contenido. Se alojan infraestructuras de aplicaciones, entre ellas copias de los servidores DNS del dominio raíz, servidor del dominio .EC y servidores caché de grandes redes de entrega de contenido (CDN).
11. Otros	No existe una regulación expresa del Estado para NAP.EC. publica información estadística de tráfico.

Fuente: Elaboración propia.

2.8 Paraguay

El punto de interconexión de Internet CAPADI NAP-PY en Asunción está operativo aunque no incluye a COPACO, y según información de uno de los operadores entrevistados, hay otros ISP que han dejado de publicar sus rutas, por lo que en los hechos no intercambian tráfico. Hasta donde se ha investigado en este informe, no existe otro IXP. No todos los licenciarios del servicio de acceso a Internet están conectados a este punto.

2.9 Perú

En Perú se da la particularidad de que uno de los IXP, el NAP Inca, instalado y operado por Internexa, no tiene otros afiliados a pesar de tener costos menores que el NAP Perú.

CUADRO 6
CARACTERÍSTICAS DE IXP EN PERÚ

	NAP Inca	NAP Perú
1. Año de inicio		
1. Contacto	Luis Francisco Gamero González Vigil, Gerente General, Internexa S.A. Prolongación Pedro Miotto 421, San Juan de Lima	Data Center de la Empresa GMD, empresa neutra respecto del NAP. Av. Paseo de la República 4675, Surquillo, Lima
2. Modalidad	Comercial	Asociación civil sin fines de lucro
3. ISP conectados	Solo Internexa a enero de 2012	BT LATAM PERÚ S.A.C., TELEFÓNICA DEL PERÚ S.A.A., TELMEX PERÚ S.A., TELEFÓNICA MÓVILES S.A., INFODUCTOS Y TELECOMUNICACIONES DEL PERÚ S.A., AMERICATEL PERÚ S.A., GLOBAL CROSSING PERÚ S.A., AMÉRICA MÓVIL PERÚ S.A.C., OPTICAL IP SERVICIOS, MULTIMEDIA S.A., NEXTEL DEL PERÚ S.A., INTERNEXA S.A. (en proceso), VIETTEL PERÚ S.A.C. (en proceso)
4.1. Políticas, limitaciones	El ISP debe proveer acceso a Internet internacional a sus usuarios finales. Prohibición de filtrar protocolos en la interconexión o de discriminación.	El ISP debe proveer acceso a Internet internacional a sus usuarios finales.
4.2. Acuerdos	Multilaterales obligatorios entre los ISP.	Multilaterales.
4.3. Pagos	Cargo de activación de US\$ 500 y cargos mensuales recurrentes de US\$ 340. Internexa ofrece tránsito regional.	Cuotas de Asociados. Cuota de membresía: US\$ 30.000 y cuota ordinaria mensual de US\$ 2.000 iguales para todos los asociados, más cuotas extraordinarias según estatuto.
4.4. IX de ISP condiciones	El intercambio de tráfico por defecto es local – nacional y por <i>peering</i> abierto sin cargo.	El intercambio de tráfico por defecto es local – nacional y por <i>peering</i> abierto sin cargo.
4.5. IX con otros IXP del país	Es posible el acuerdo con otros IXP. No está conectado a otro IXP.	No tiene IX con NAP Inca.
4.6. Sitios: U o M	Único	Único
5. Requisitos ISP	Disponer de ASN, tener licencia de ISP. Emplear BGP 4 y cumplir el “Acuerdo multilateral de intercambio de tráfico”. Otras condiciones de calidad en documento específico de condiciones.	Disponer de ASN, tener licencia de ISP (registro de valor añadido según regulación en el Perú) y prestar servicios. Es neutral, no aplica filtro alguno de información y es no discriminatorio.
6. Enlaces físicos	El con adaptador a Ethernet, Fast Ethernet eléctrico 10/100 base T, Giga Ethernet eléctrico 1000 base T, y óptico 1000 base X. Ocupación máxima 70% estándar. Disponibilidad 99%. Cada ISP es responsable del medio de acceso al NAP Inca: alámbrico, óptico o inalámbrico. Preferentemente redundantes a los dos <i>switch</i> del NAP.	La capacidad es igual para todos los asociados: dos enlaces de 1Gbps., uno principal y otro de contingencia.
7. IXP regionales	Internexa promueve y es uno de sus objetivos la interconexión con IXP regionales.	Solo se permite el tráfico nacional entre los ISP. No se intercambia tráfico que no sea Internet como redes privadas o VPN. No hay IX con IXP regionales.
8. Precios/Calidad nacional e internacional	S/D pues solo Internexa está conectada.	Se establece que el intercambio es solo nacional.
9. Tráfico en HP		Maneja la mayor proporción de tráfico. Más del 95% de los usuarios de Internet y 90% del contenido.
10. Condiciones de los CDN	Acuerdo con Level 3 para instalar CDN en dos centros regionales en Colombia y Brasil a Junio de 2011. Los factores que considera clave para viabilizar un nodo de contenido son: conectividad a un número significativo de suscriptores de Internet y una infraestructura robusta que permita albergar los contenidos y garantizar su intercambio a nivel local, nacional y regional.	Su razón de existencia no se debe a alojar contenido, sino solamente como pasarela o intercambio de tráfico entre los asociados al IXP. Cada usuario maneja sus contenidos.
11. Otros	La interconexión entre Puntos de Intercambio de Tráfico o NAPs no está regulada.	Ídem

Fuente: Elaboración propia.

2.10 Uruguay

En Uruguay no existe un IXP que asegure la interconexión nacional del tráfico originado y terminado en Uruguay. En el segundo trimestre de 2012 ANTEL, el principal ISP, estableció un acuerdo de interconexión con CABASE de Argentina.

IV. Modelos económicos-teóricos en la interconexión CDN-ISP

Esta sección busca clarificar, desde un punto de vista del modelamiento teórico, los aspectos económicos —basados a su vez en aspectos técnicos— que sustentan el relacionamiento entre CDN e ISP. El modelo es importante para comprender el comportamiento de ambos jugadores en el mercado de contenido y aplicaciones, los principales motores de la expansión de Internet.

1. Importancia de la interconexión

Los CDN se definen como redes de provisión de contenido (*Content Delivery Networks*) o redes de distribución de contenido (*Content Distribution Networks*) en la que los elementos de la red, o servidores, se organizan para una entrega más efectiva a los clientes. Son redes superpuestas a las de Internet, en las que los elementos finales de distribución deben estar lo más cercano posible al cliente para ser eficaces. Cada CDN está constituido por diferentes grupos de servidores y puede estar asignado a proveer un tipo de tráfico distinto, de acuerdo a su contenido. Se dividen en dos tipos:

1. CDN propiedad de operadores de redes como AT&T, Limelight Networks, Level 3 y otros. Tienen la mayoría de los servidores en su propio sistema autónomo.
2. CDN que no son propiedad de estos operadores, como Akamai, Microsoft y otros. En este caso, los servidores se instalan en otros sistemas autónomos.

Cuando se coloca un requerimiento en un proveedor de contenido que usa un CDN, la descarga es transferida total o parcialmente a un servidor óptimo considerando parámetros técnicos como la menor latencia (retardo), el mayor caudal que soporta el enlace hasta el cliente y la menor pérdida de paquetes. Por esta razón, los CDN buscan establecer relaciones de interconexión por *peering* con los ISP (todavía sin entrar en consideraciones económicas) para mejorar esos tres parámetros técnicos. Adicionalmente, el acceso a un ISP por *peering* provee redundancia para el servicio prestado por el CDN (se suma esta interconexión a las demás que puedan establecerse por tránsito en redes comunes al CDN y al ISP) y le permite soportar ráfagas de pico en momentos especiales (por ejemplo, la difusión de una noticia de gran impacto), lo que no podría hacer si usara solamente tránsito a través de varios ISP. Por otra parte el *peering* suele reducir los costos, como una

alternativa mejor que la compra de tránsito. Finalmente, el CDN obtiene otras ventajas como poder mejorar su inteligencia de red al recibir el protocolo BGP desde múltiples sistemas autónomos.

Por su lado, los ISP consideran de interés hacer *peering* con los CDN ya que pueden proveer un servicio más rápido, de mejor calidad y más confiable a sus clientes. También tienen ahorro de tránsito, ya que no necesitan usar esos enlaces para el contenido que le suministra el CDN por *peering*. Este aspecto es importante en América Latina, donde los costos de tránsito son más altos que en Europa, Estados Unidos o Asia.

Existe una diferencia entre los CDN que son propiedad de operadores de los que no son. En estos, cada interconexión con un ISP es una interconexión de un servidor físicamente independiente. En este caso, el CDN debe alimentar al servidor a través de tránsito y no mediante su red, como en el caso en que es propiedad de un operador de red. En ambos casos, luego de que se alimenta el contenido al servidor, es entregado al ISP a través de *peering*.

2. Tipos de pago

Tradicionalmente los pagos efectuados por los usuarios finales, así como los pagos realizados entre ISP, han estado destinados a la recuperación de los costos del transporte de la información. Con el progresivo aumento del valor de los contenidos y aplicaciones, aparecen los pagos por contenido. Estos suelen ser hechos directamente por los usuarios a los proveedores de contenido, aunque últimamente comienzan a haber transferencias de pago en las que intervienen los ISP, en forma similar a lo que sucede con los operadores de televisión por suscripción. Son notorias las últimas compras mayoristas de contenido de ESPN3 por proveedores de banda ancha, los que recuperan directamente estos costos del pago mensual que realizan los usuarios finales. De la misma manera, los pagos por contenido comienzan a aparecer en las negociaciones de interconexión entre los CDN y los ISP. En este reciente y complejo panorama, resulta necesario efectuar un análisis económico del comportamiento de las interconexiones. A continuación, mediante el modelado teórico, se analizan los aspectos económicos relativos al acceso al contenido y su transporte, sin considerar los pagos por el uso del contenido en sí.

3. Importancia de los aspectos económicos

Las relaciones económicas entre los distintos agentes han ido evolucionando hacia un modelo complejo que desafía las regulaciones tradicionales al establecerse la interconexión directa entre CDN e ISP. En esta sección se analizará no solamente el flujo de información, sino principalmente los flujos de valor y de pagos.

Desde los inicios de Internet los distintos ISP, propietarios de redes tanto locales como internacionales, han procurado interconectar sus redes para proveer acceso global a sus clientes, en general a través de puntos de interconexión (IXP o NAP) operados principalmente de manera independiente de los ISP. Su relacionamiento de interconexión ha sido muy simple y sigue los modelos descritos en la sección VI.1, *Identificación de las entidades IXP y su interconexión*. Estos modelos son básicamente los de *peering* y de tránsito.

Los modelos económicos relativos a la interconexión de Internet entre ISP han sido siempre más simples que los modelos empleados para la interconexión de telefonía. Estos modelos responden a los objetivos de los ISP, que son fundamentalmente los de los mercados unilaterales⁹. Recién en los últimos

⁹ Se introduce el concepto de mercados unilaterales (*single-sided markets*), que son los habitualmente encontrados, para distinguirlos de los mercados multilaterales (*multi-sided markets*), que tienen un tratamiento distinto y que se presentan en este caso con la aparición de los CDN. Los mercados multilaterales involucran al menos dos grupos de agentes que interactúan entre ellos a través de intermediarios, llamados “plataformas”, y de tal manera que el beneficio de uno de los grupos para unirse a la plataforma depende del tamaño de los demás grupos que la integran. El excedente económico

años los modelos de interconexión comienzan a ser más sofisticados, debido fundamentalmente a la llegada de las redes de distribución de contenido o CDN, los que conducen a un cambio en las relaciones económicas relativas a la interconexión. Este cambio se debe a que los ISP procuran optimizar sus ingresos pasando desde una visión unilateral a una visión multilateral.

Antes de la aparición de los CDN, los ISP no podían cobrar a los proveedores de contenido (CP) pues no tenían relación directa con ellos y no había mecanismo comercial para obtener algún pago de ellos. Cuando aparecen los CDN, que en realidad son intermediarios de los CP, los ISP se encuentran en condiciones de cobrarle a los CP a través de los CDN. De esta manera el ISP se transforma en una plataforma intermediaria entre los dos grupos de clientes que interactúan entre ellos, los CDN y los usuarios finales, operando entonces en un mercado bilateral. Este es el cambio conceptual más importante en el relacionamiento entre el ISP que da acceso al usuario final y el proveedor de contenido.

Los CDN son un conjunto de servidores distribuidos en la red global, en parte en los puntos de interconexión IXP y en parte directamente en los ISP. Así, se obtiene la interconexión de sus servidores con los ISP, que son quienes le dan el acceso final a los usuarios. Los servidores a su vez están interconectados entre ellos usando servicios de transporte provistos por operadores públicos o su propia red. El objetivo de los CDN es intermediar entre los CP y los usuarios finales, proveyendo el contenido desde el servidor más cercano al usuario final a través de un ISP. A través de su red propia permiten que los usuarios lleguen al contenido con menores retardos y mejor calidad en general, y que por otro lado los CP provean sus servicios a los usuarios finales con las mejoras mencionadas y sin tener que desarrollar su propia infraestructura de provisión inteligente de contenido. En muchos casos, y particularmente en los países de la región, se agrega el hecho de que los ISP pueden obtener reducciones de costos de los enlaces internacionales al disponer localmente de los contenidos.

La importancia de los CDN en la red se observa a partir de datos recientes en los Estados Unidos: en 2011, el 49% del pico de tráfico que llegaba a los usuarios residenciales era de entretenimiento en tiempo real. Del tráfico de entretenimiento, el 60% era de Netflix y el 23% de YouTube-Google. El tráfico de Netflix se entrega a través de los CDN Akamai, Lime Light Networks y Level3. De esta manera, estos tres CDN más Google representan más del 80% del tráfico de entretenimiento y más del 40% del tráfico residencial de pico. Si bien en América Latina no se encuentran estos valores tan altos, la tendencia es al predominio de los CDN en el volumen de tráfico de Internet.

4. Análisis de la evolución de la cadena de valor

A continuación se hace un análisis¹⁰ de la cadena de valor en la provisión actual de contenido en Internet a través de los CDN, con relación a la estructura estándar de esa cadena.

Se analiza en primer lugar la estructura estándar de la cadena de valor del acceso al contenido. En esta cadena se encuentra primero el proveedor de contenido, que en general recibe un pago de quien hace publicidad relativa al contenido o de quien lo financia, ya sea mediante un pago del usuario final o algún otro modelo de pago. En cualquier caso, el proveedor de contenido recibe un pago para dar acceso a dicho contenido a los usuarios finales. A continuación, el CP debe contratar tránsito en Internet para acceder a los usuarios finales. En el modelo estándar, lo que contrata el CP es el acceso a una cadena de ISP que le permite poner su contenido a disposición de los usuarios finales. La figura 3 muestra la estructura de dicha cadena de valor, así como el flujo de dinero en los dos sentidos opuestos.

puede ser creado o destruido en la interacción entre los diferentes grupos. En este caso las plataformas, cuando deben tomar decisiones de precios o de inversiones, deben tener en cuenta la interacción entre las demandas de los distintos grupos. Los análisis económicos de los reguladores que ignoren las características de un mercado multilateral pueden conducir a errores como determinar que un precio es predatorio cuando en realidad no lo es. Los operadores pueden desarrollar políticas anticompetitivas en un mercado multilateral, pero resulta más complejo caracterizarlas.

¹⁰ Se usa como referencia un documento presentado en la *18th European Conference on Information Systems de 2010*: Hau, T y Brenner, W, Universidad de St. Gallen, Suiza, *VERTICAL PLATFORM INTERACTION ON THE INTERNET: HOW ISP AND CDN INTERACT*.

FIGURA 3
CADENA DE VALOR TRADICIONAL CP – ISP



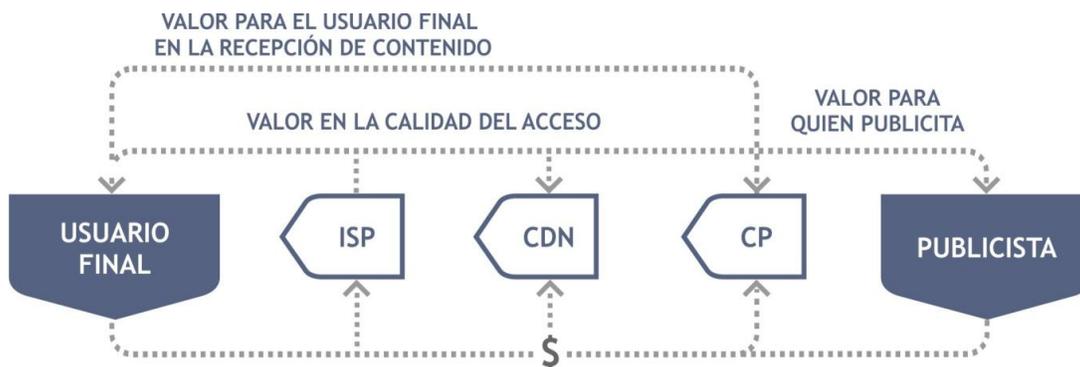
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el CP provee valor al usuario final al permitirle acceder al contenido y también a quién financia el contenido por permitirle ponerlo a disposición de los usuarios finales.

El CP recibe un pago de quien lo financia y a su vez paga al ISP con quien se interconecta. En el otro extremo de la cadena el usuario final paga al ISP que le provee el acceso. En los eslabones intermedios, los distintos ISP reciben pagos por el tránsito. En este modelo estándar intervienen mayoritariamente múltiples ISP en una cadena, no existiendo un único ISP que tenga relación directa con el usuario final y con el CP. De esta manera, el ISP que provee el acceso al usuario final no está en condiciones de considerar que tiene una posición dominante.

Con la aparición de los CDN se acerca el contenido al usuario final dando lugar a que el ISP actúe ahora como una plataforma a través de la cual interactúan los dos grupos de clientes, los usuarios finales y los proveedores de contenido, representados estos últimos por el CDN. El CDN, por otra parte, actúa intercambiando una gran cantidad de contenido en forma fuertemente asimétrica hacia el ISP, lo que provoca un impacto en la negociación de la interconexión. En la práctica, el ISP es colocado ahora en la situación de poder actuar como plataforma en un mercado bilateral, en forma similar a cualquier operador telefónico interconectado. Se observa el nuevo modelo en la figura 4.

FIGURA 4
CADENA DE VALOR ISP – CDN – CP



Fuente: Elaboración propia.

En este nuevo esquema:

- El ISP provee valor directamente al usuario final y al CDN (e indirectamente al CP), con quienes ahora se conecta directamente.

- El CDN provee valor directamente al CP.
- Al interconectarse el CDN al ISP, este incrementa su propuesta de valor a los usuarios finales mejorando la calidad de la recepción del contenido.
- En los países de la región, el CDN también provee valor al ISP al reducirle los costos del tránsito internacional, lo que representa menos valor en los países desarrollados. A su vez el CP provee valor a quien lo financia.
- Estas provisiones de valor son las que tienen como contrapartida los flujos de pago.
- El cambio importante que se produce es que en este modelo el ISP se encuentra ahora en condiciones, desde un punto de vista económico, de reclamar un pago al CDN operando en la modalidad de mercado bilateral. A su vez, debe actuar como plataforma en un mercado bilateral que tiene como agentes los ISP y los CP. A cuantos más ISP esté conectado el CDN, más valor provee a los CP y viceversa.
- En estas apreciaciones no se establece la necesidad de que los pagos sean de determinada manera, ni se concluye quién debe pagar a quién, sino que se presentan solamente las relaciones económicas entre agentes. La estructura resultante permite al ISP optimizar su ingreso neto operando como plataforma en la lógica de este mercado bilateral integrado por los usuarios finales y el CDN. A su vez, el CDN procurará optimizar su ingreso neto operando como plataforma en la lógica de este mercado bilateral integrado por los ISP y los CP.

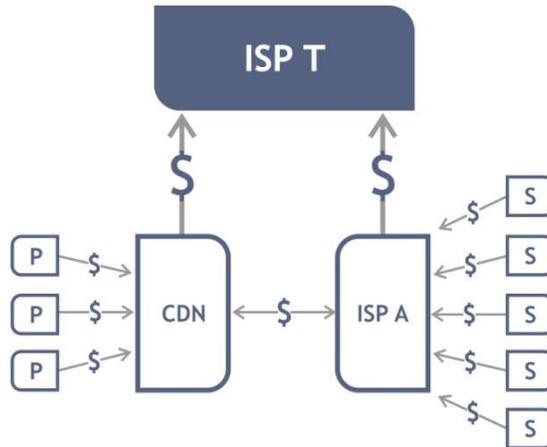
De esta manera se observa que el establecimiento de los precios depende ahora de la interacción de las dos plataformas, ISP y CDN. Se pierde de esta manera la lógica simple que reinaba en la interconexión simple.

5. Aseguramiento de la eficiencia

El análisis que sigue muestra que, en principio, no debería existir preocupación por el relacionamiento entre los CDN y los IXP mientras jueguen las fuerzas del mercado a través de la competencia.

La posición de exclusividad de los ISP en cuanto a proveer el acceso a sus usuarios hace aparecer temores regulatorios relativos al abuso de esa posición de dominio sobre los CDN en el mercado bilateral en el que operan. El análisis de la sección anterior, sobre la base del modelo presentado que no contempla una alternativa de tránsito para interconectar el CDN con el ISP, no excluye la posibilidad teórica de comportamiento abusivo que reduzca la eficiencia técnica y económica. Es necesario tomar en cuenta la necesidad de la interconexión que tienen los CDN y el aumento de costos del ISP para soportar la interconexión. Este aumento de costos sobreviene debido al tráfico marginal que el CDN inyecta al ISP, sea por interconexión directa o usando otros ISP de tránsito. Sin embargo, un ISP A (que provee el acceso al usuario final) tiene limitaciones en el precio máximo que puede cobrar, ya que el CDN siempre puede contratar tránsito con otro ISP T, que a su vez encamine el tráfico hacia el ISP A que da conexión a los usuarios finales (haciendo un *bypass* de la interconexión directa). La competencia entre ISP en la mayoría de los países establece una orientación de los precios de tránsito a costos eficientes, lo que instaura un tope real al precio máximo que puede cobrar el ISP A al CDN. La figura 5 ilustra este modelo:

FIGURA 5
MERCADO BILATERAL



Fuente: Elaboración propia.

El tránsito del CDN por un ISP T significa un costo para el CDN, pero también un costo para el ISP A que ve aumentado el tráfico a través de sus enlaces de tránsito que alcanzan al ISP T. El juego de esos dos precios establece un límite al precio que el ISP A puede cobrar al CDN.

En el mercado bilateral en el que actúa el ISP existe un límite en el precio que puede cobrarle al CDN (y en algunos casos se llega a un acuerdo de *peering* libre), por lo que los costos resultantes en el ISP A debido al aumento del tráfico originado en el contenido provisto por el CDN, y que no puedan ser recuperados con el precio cobrado al CDN, deben serlo en los precios cobrados a los usuarios finales. Una tendencia para lograr una mejor recuperación de costos con los usuarios finales es mediante planes por uso, o al menos con tope de transferencia de información y pago adicional por el excedente.

Todo parece indicar hasta el momento que no existen situaciones de abuso de posición dominante por parte de los ISP, sino que están jugando las fuerzas del mercado competitivo donde esto es posible, solucionando estos potenciales problemas. En este sentido, los reguladores han optado por una política poco intervencionista, que por el momento incluye solamente aspectos como los de la neutralidad de red. Esta apunta principalmente a evitar que los ISP se involucren en prácticas de gestión de red que limiten la competencia, o que no permita a los usuarios ejercer su derecho al acceso a las aplicaciones y contenidos que requieran.

Resulta esencial para lograr la eficiencia económica y operativa en el mercado de Internet — que implica una mejora de calidad y precios en el acceso a contenido y aplicaciones— que las autoridades regulatorias protejan y promuevan la competencia en todos los mercados relativos a Internet, incluyendo los mercados relevantes de:

- ISP.
- Tránsito internacional y nacional.
- IXP que cumplan con los ICR (indicadores clave de rendimiento, que se definen más adelante). Los ICR facilitan que en el IXP se den las condiciones para tener una reducción de costos de interconexión y que no existan prácticas anticompetitivas.
- Mayorista de interconexión ISP – CDN.

V. Requerimientos de los CDN

1. CDN en el mundo

La lista de CDN en el mundo es importante y creciente en la medida en que aumenta el volumen de contenidos y aplicaciones en Internet y los requerimientos de calidad e integridad de su distribución. La distribución de video es uno de los principales motores. La siguiente lista¹¹ es parcial y representativa de las características de algunos CDN principales. Otros se pueden ver en el sitio web de la referencia.

- Akamai. Provee una plataforma distribuida de procesamiento de la información para la distribución de contenido y aplicaciones en Internet. Opera con varios nodos en América Latina.
- Amazon Cloudfront. Es un servicio web para la distribución de contenido integrado con otros servicios provistos por Amazon. En 2012 ha inaugurado un nodo en Sao Paulo.
- AT&T. Provee servicios de *caching* y *streaming*, y emplea su red propia de transmisión de alta velocidad. Es un ejemplo de operador que integra la red CDN a su propia red, a diferencia de los CDN que contratan el transporte entre nodos.
- China Cache. Es una red que provee soluciones completas para la distribución de contenido en China.
- Highwinds. Provee un conjunto de soluciones que incluyen distribución de contenido, almacenamiento y servicios en la nube.
- Level 3. Es un proveedor importante que dispone de su propia red de transmisión. El 21 de agosto de 2012 lanzó su primer nodo de distribución de contenido en América Latina.
- Limelight Networks. Este proveedor también dispone de una red propia de alcance mundial.
- Telefónica. Lanzó su red de CDN en el segundo trimestre de 2011, que se soporta en su extensa red de telecomunicaciones y nodos ubicados en América del Sur y Europa.

¹¹ Fuente: CDN-Advisor.

- Windows Azure. Es una plataforma de computación en la nube cuyo objetivo es prestar servicios de aplicaciones web sobre la red de *data centers* de Microsoft. Comenzó sus operaciones en 2010 y aún no tiene nodos en América Latina.
- Google. Es una de las principales redes CDN con varios nodos de presencia en América Latina.

2. Análisis de CDN seleccionados

Se presentan las características principales de algunas redes de distribución de contenido.

2.1 Level 3 e Internexa

Level 3 inició sus operaciones en América Latina el 21 de agosto de 2012 con la prestación de servicios de distribución de contenidos. El Grupo Z de Chile ha comenzado a utilizar esta plataforma para vender contenidos de audio y video, como festivales de música y fútbol, a las empresas de la región. En su inauguración, Level 3 justificó su inversión en el importante crecimiento esperado de la distribución de contenido. Entiende que las aplicaciones de video como OTT (*Over the Top*, distribución usando las redes existentes y los accesos contratados por los suscriptores de estas) y video móvil, aun en etapa incipiente, tendrán su crecimiento a partir de la mejora de la infraestructura de banda ancha y de la implantación de los mecanismos transaccionales para contratar estos servicios de video. Por otra parte, visualiza la realización del campeonato mundial de fútbol en Brasil en 2014 como una oportunidad adicional de proveer una infraestructura robusta de CDN para que los operadores puedan prestar servicios de acceso al contenido a través de la difusión tradicional o de los mecanismos OTT.

Su expansión a América Latina está basada en un acuerdo con Internexa, de marzo de 2011, por el que le provee los servicios de su red de fibra óptica e IXP que cubre a siete países de América del Sur. El objetivo inicial de Level 3 en 2011 era extender la red de distribución de contenido a Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela. Este acuerdo muestra lo atractivo que resulta para los CDN que no tienen una red propia en un área geográfica el disponer de una plataforma en la que instalar sus servidores.

En este contexto se observa a Internexa estableciendo en su red los nodos de soporte para la distribución de contenido, facilitando así la distribución de contenidos locales y la migración de contenidos foráneos, en cooperación con CDN y proveedores-generadores de contenido. Esta estrategia busca atraer a los ISP facilitando y mejorando el acceso a los contenidos hospedados sobre su red, una estrategia similar a la de Telefónica y otros operadores integrados de CDN y transporte.

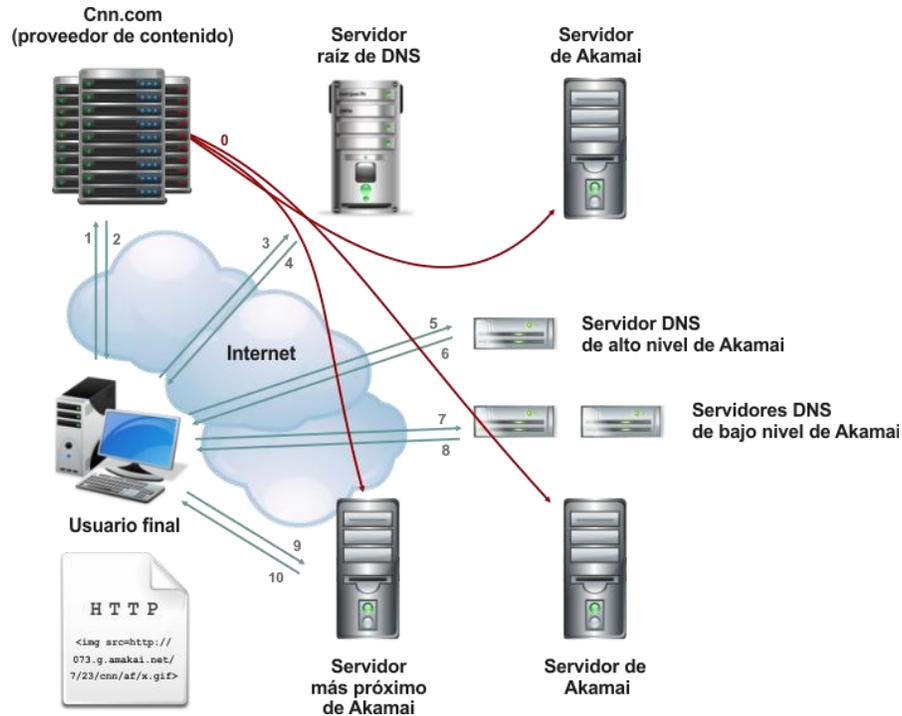
2.2 Plataforma de Akamai

Esta plataforma es de las primeras y más desarrolladas geográficamente. Entre sus clientes se encuentran el Estado de Sao Paulo, Yahoo!, Microsoft, Apple y CNN, así como otros CDN que la usan para descargar el tráfico en momentos de pico. A agosto de 2012, tiene más de 100.000 servidores en 1.900 redes en 75 países, a un solo salto entre sistemas autónomos para el 90% de los usuarios de Internet. Entrega entre 15% y 30%, según la fuente de información, de todo el tráfico web y más de tres trillones de peticiones web al día. Provee un promedio diario de 1.500.000 de *streams* con 2/3 de video y 1/3 de audio, y 50.000.000 de páginas web por minuto.

A través de esta red de servidores puede proveer servicios, pero además hace un relevamiento permanente sobre cómo están interconectadas las distintas redes, las calidades de la distintas rutas, dónde hay cuellos de botella, etc. De esta forma, conociendo la dirección IP de donde viene el requerimiento, se puede elegir la ruta más eficiente. El servidor DNS de Akamai hace la mejor elección en cada caso en que surja un requerimiento a un servidor de contenido. Esta misma información usada para la gestión de sus servicios es la que luego ofrece a través de su informe de adopción de velocidades en todos los países, y que es usada en el Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA) de la CEPAL como unos de sus informes sobre la velocidad de Internet en la región.

En la figura 6 se muestra el procedimiento que sigue Akamai, un procedimiento estándar similar al usado por otros CDN en su concepto, para reducir el transporte de información para completar una página web en un explorador de Internet. Como se observa, se hace foco en las partes de alto “peso” de información de la página web.

FIGURA 6
ESTRUCTURA DE SERVIDORES DNS DE AKAMAI Y FUNCIONAMIENTO



Fuente: Akamai.

Nota: Sistema de DNS de Akamai.

(0) cnn.com distribuye las imágenes a los servidores de Akamai.

(1) El usuario final apunta el navegador a cnn.com (establece un requerimiento de contenido).

(2) cnn.com responde: la página contiene imágenes incluidas con la etiqueta¹² “ almacenadas en a73.g.akamai.net”.

(3) El usuario final le pregunta al servidor DNS raíz acerca de la ubicación de akamai.net.

(4) El servidor raíz DNS le responde con la dirección IP del servidor de alto nivel de Akamai akamai.net.

(5) El usuario final consulta a este servidor de Akamai de alto nivel acerca de la dirección IP de g.akamai.net.

(6) El servidor de alto nivel devuelve la dirección IP.

(7) El usuario final consulta al servidor DNS de bajo nivel de Akamai g.akamai.net acerca de la ubicación de a73.g.akamai.net.

(8) El servidor de bajo nivel de Akamai computa el servidor web de Akamai más próximo al usuario final y le devuelve la dirección IP.

(9) El usuario final requiere la información de la imagen al servidor designado por Akamai como el más próximo.

(10) El servidor web Akamai devuelve la imagen requerida al usuario final.

¹² Las imágenes no están insertas desde un punto de vista técnico en una página HTML sino que están referenciadas a una página HTML usando el tag <img...> con dos atributos posibles: scr (URL) y alt (texto). El tag crea un espacio para ubicar la imagen referenciada en la URL. Se observa que Akamai almacena la información más “pesada” manteniendo el uso del servidor principal para la información que se renueva permanentemente. Típicamente todas las imágenes del formato del proveedor de contenido se bajan del servidor Akamai y no de los servidores principales del proveedor.

El hecho de que no existe en el protocolo BGP información sobre la calidad de las rutas para su selección, sino solamente información sobre la cantidad de saltos, lo que no está estrictamente correlacionado con la calidad, hace que Akamai deba realizar permanentemente mediciones de la calidad para que el usuario pueda emplear la mejor ruta.

2.3 Google

El análisis de Google, así como su opinión acerca de diversos temas relativos a la distribución de contenido, la importancia de los IXP y similares, las políticas públicas y otros, presentan aspectos conceptuales que pueden servir de referencia para las operaciones de otros proveedores o distribuidores de contenido. Por ello se ha considerado de interés profundizar en esta empresa que ofrece abundante información pública.

Descripción de la plataforma

Google se encuentra desplegando una plataforma global propia para interconectar sus *data centers* y transportar el tráfico hasta los puntos más cercanos a los usuarios finales. A partir de esta red troncal busca la interconexión en el borde con operadores de red e ISP. En muchos casos, despliega también la plataforma Google Global Cache (GGC) en los ISP para llegar más cerca de los usuarios finales con red propia.

Más de la mitad de las redes de los principales proveedores de acceso en el mundo tienen GGC en sus redes, lo que hace que se vaya pareciendo a Akamai o Limelight Networks, los que ya tienen servidores en todo el mundo. La justificación económica de estos acuerdos se encuentra en la sección “Modelos económicos en la interconexión CDN – ISP”. Dispone de una política de *peering* para interconexión con los ISP en IXP o en facilidades de *peering* privado. A septiembre de 2012, contaba con presencia en más de 70 IXP alrededor del mundo para *peering* público y 144 puntos de interconexión en ellos, incluyendo el NAP do Brasil en Sao Paulo, y en más de 70 sitios de *peering* privado. Ha aumentado el porcentaje de tráfico mediante acuerdos de *peering*, llegando a más del 60% a principios de 2010 (no hay datos públicos recientes).

La competencia entre grandes proveedores de contenido, como Google, Microsoft, Yahoo! y otros, giraba hasta hace unos años alrededor de quién tenía la mejor calidad de contenido. La competencia ahora gira alrededor de quién tiene la mejor infraestructura, considerando principalmente la velocidad de procesamiento y la eficiencia con que la información es entregada a los consumidores.

Política de *peering* de Google

Los requerimientos generales de *peering* establecidos por Google en 2008 son los siguientes¹³:

- Que el ISP maneje un tráfico considerable de Google, que para América Latina alcanza estos valores:
 - Para *peering* público en IXP: 5 Mbps.
 - Para *peering* privado: 25 Mbps.
- Que el ISP llegue a Google en su punto de presencia (POP).
- Requerimientos técnicos.
 - Interfaces preferidas de 1 Gbps. o 10 Gbps.
 - Sesiones BGP4 anunciando los ASN del *peer* y sus clientes.
- Firmar un acuerdo estándar.

¹³ Brief Introduction to Peering. Peering Team - Global Infrastructure Group - Google Inc. 2008.

- Estar inscrito en www.peeringdb.com, un sitio de gestión de relaciones de *peering* a nivel global.
- Cuando Google se interconecta en múltiples puntos con ISP grandes, trata de transportar el tráfico hasta el punto de interconexión más cercano al usuario final usando su propia red para mantener el control sobre la calidad de la entrega del contenido. Esta no es la política habitual en la interconexión entre dos ISP, en que cada uno entrega el tráfico en el punto de interconexión más cercano (*hot potato policy*).

Se observa la importancia de que los CDN estén alojados en IXP, pues se reducen las exigencias de volumen de tráfico y el ISP ya no incurre en costos para llegar al POP de Google.

En general existen varias modalidades de acuerdo para el ISP o el IXP:

- Para grandes ISP la modalidad es la del *peering* privado con velocidades de 1 Gbps. a 10 Gbps. o mayores interconexiones.
- Para pequeños y medianos ISP, se puede establecer *peering* privado de 1 Gbps. o *peering* público.
- Para los IXP puede ser interconexión a 1 Gbps. o 10 Gbps. o mayores.

Visión de Google de los IXP

En general Google visualiza¹⁴ que los IXP han evolucionado de un esfuerzo para mejorar la conectividad en el mercado local a entidades que proveen un valor esencial a la industria de Internet. Google entiende que su participación en IXP usando los GGC tiene las siguientes ventajas, que lo ha llevado a acuerdos con gran cantidad de IXP en el mundo, usando puertas de 1 Gbps. o 10 Gbps. con el IXP:

- Google produce un porcentaje alto del tráfico de Internet (contenido, Google apps, etc.), por lo que los ISP participantes del IXP transformarían este tráfico de tránsito a *peering*, con la consiguiente reducción de costos globales del acceso a Internet.
- Por otra parte, los usuarios de los ISP participantes podrían descargar a más velocidad y con muchísima menos latencia (de 200 ms. a 20/40 ms.), lo que resulta en una mejor experiencia del usuario.
- Para los operadores del IXP, las ventajas son el aumento considerable del tráfico en el IXP, el aumento de ISP participantes y todas las consecuencias de ello en cuanto al uso del IXP y las economías de escala.

Otros aspectos de interés planteados por Google

Google entiende que disponer de múltiples IXP en los países de América Latina, es decir un escenario de competencia, es uno de los vectores principales de reducción de los costos de los *backbone* de Internet. Los altos costos de los enlaces internacionales, comparados con los precios vigentes en Europa y Estados Unidos, tienen efecto no solamente sobre los proveedores de alojamiento sino también sobre los consumidores. Entiende que las políticas que estimulen la interconexión no solamente a nivel local, sino también a nivel regional, ayudarán a reducir el costo de la banda ancha en la región.

Google cree que entre los principales objetivos de una política regulatoria para América Latina deberían estar la promoción de la inversión en IXP y la interconexión regional.

El crecimiento de Internet y aumento continuo en los costos del tránsito IP han sido desarrollados sobre la base de la interconexión de redes por *peering*, flexibles y con bajos costos de *overhead*.

¹⁴ *Brief Introduction to Peering*. Peering Team - Global Infrastructure Group - Google Inc.

El principal tipo de regulación del sector es el que promueve la competencia y el crecimiento del ecosistema completo de Internet, incluyendo el acceso abierto a los cables submarinos, lo cual hace más factible el alojamiento local de contenido.

Plantea también la importancia de la existencia de reglas claras en la limitación de la responsabilidad de los intermediarios de Internet con relación al contenido generado por los usuarios, como las disposiciones de “puerto seguro” (*safe harbor*) que se encuentran en Europa y Estados Unidos. Entiende que en América Latina no existe certeza en cuanto al alcance de las responsabilidades del ISP por el contenido generado por los usuarios, que el intermediario almacena, transporta, vincula o referencia. Existen además otras situaciones que dificultan las inversiones en infraestructura en determinados países y que tienen relación con el respeto de los derechos de autor, las patentes, la privacidad, la libre expresión y la protección de la información de los usuarios.

Chile ha sido el primer país en la región en implementar disposiciones de puerto seguro para proteger a los ISP de las responsabilidades por la violación de derechos de autor por parte de terceros. Este es un aspecto para promover el desarrollo de Internet.

2.4 Plataforma de Microsoft

En 2008, Microsoft comenzó a desarrollar su plataforma *Edge Content Network* usando tecnología licenciada de Limelight Networks que la preparó para el aumento de descargas de video y también para la descarga de sus propios sitios. La idea de Microsoft es colocar nodos propios en todo el mundo para lograr mejores resultados que lo que lograría mediante socios. El acuerdo con Limelight Networks es más un acuerdo de intercambio de licencias que un acuerdo de cliente a proveedor.

Se entiende que este movimiento está soportando no solamente la descarga de contenidos, sino también el soporte para sus juegos en línea. Mientras expande la distribución de contenido a través de su propia red, mantiene todavía acuerdos con CDN como Akamai, Level 3, ChinaCache y otros.

2.5 Limelight Networks

Este CDN es importante en el mundo pero no tiene centros de distribución en América Latina, sino solo en los centros de interconexión IXP más importantes del mundo —como Londres, Ámsterdam, Miami, Tokio y Nueva York— en un total de 18 centros regionales. Entre los servicios principales se encuentra la distribución de objetos HTTP de bibliotecas masivas: arrendamiento de videos, descarga de *software*, entre otros, y el *streaming* de eventos en vivo o contenido bajo demanda.

Se considera que en la medida en que se generen IXP regionales en América Latina y aumente el contenido alojado en la región, otras empresas como Limelight podrían comenzar a ubicar sus servidores en la región.

2.6 Plataforma de CDN de Telefónica

Esta plataforma de distribución de contenido, iniciada en España, es similar en sus funciones a la que usan Akamai u otros CDN, pero la diferencia se encuentra en que es propiedad de Telefónica ISP. Si los proveedores de contenido desean usar esta red para llegar con mejor calidad a los clientes deben pagar a Telefónica por su uso. De esta manera, Telefónica presenta una alternativa en España al modelo de negocio por el que los proveedores de contenido solicitan interconexión por *peering* en múltiples puntos de la red. A partir del segundo trimestre de 2011, Telefónica empezó a prestar este servicio en América Latina.

2.7 OnApp

La evolución de las empresas hacia modelos de uso más intensivo de la nube ha dado ventajas al desarrollo de los servicios prestados por los CDN. De esta forma les es más fácil construir aplicaciones que usan distintos medios de comunicación.

El CDN OnApp¹⁵ ha desarrollado un modelo basado en la sinergia que se genera entre sus propios clientes de servicios en la nube: i) los que tienen capacidad ociosa que deben pagar de cualquier manera, incluyendo banda ancha de acceso y ii) los proveedores de contenido que requieren redes de distribución al menor costo posible. Estos últimos requieren cada vez más servicios debido a la expansión del acceso a los contenidos, fundamentalmente impulsado por el video. Haciendo uso de un *software* flexible, cualquiera de sus clientes puede activar el empleo de la capacidad ociosa, cobrando por ella un precio preestablecido. De esta manera, OnApp actúa en cierta manera como intermediario entre sus clientes y los CDN.

Este modelo le permite ampliar su base de puntos de presencia en muy corto plazo aprovechando la infraestructura de sus propios clientes, que la ponen a disposición de la red CDN. Por otra parte, le permite reducir costos y llegar a sitios en los cuales puede no ser rentable establecer una infraestructura propia de punto de presencia.

¹⁵ www.onapp.com.

VI. Mejores prácticas en la operación de los IXP

1. Las mejores prácticas actuales (BCP) según Euro – IX¹⁶

Si bien los IXP son sitios en los cuales se optimiza el *peering* entre ISP, los IXP no están involucrados en general en los acuerdos de *peering* entre ISP, ni tampoco con quién hace *peering* cada ISP o las condiciones bajo las cuales se establecen los acuerdos. Sin embargo, y debido a que son infraestructuras compartidas, los IXP tienen requerimientos que los ISP deben cumplir para usarlas correctamente.

Se presentan a continuación algunas prácticas indicadas por Euro – IX, ampliamente aceptadas en el mundo de los IXP, referentes a la puesta en marcha y mantenimiento, así como las reglas que los ISP deberían cumplir. No son reglas estrictas a seguir, sino solamente una presentación de las mejores prácticas derivadas de la experiencia de los IXP instalados.

El sitio donde se ubique el IXP debería ofrecer servicios continuos de energía, controles de acceso, equipo de protección contra el fuego e inundaciones, y principalmente estar ubicado en un sitio que en sus proximidades tenga puntos de presencia de los *carriers* y de los ISP, los que posiblemente también deseen ser miembros del IXP. También es recomendable, cuando es viable desde un punto de vista económico, que tanto el *switch* como las fuentes de alimentación sean redundantes, y que los ISP se conecten a ambas. Finalmente, cuando un IXP crezca suficientemente, es importante que exista más de un sitio de alojamiento para prevenir los efectos de desastres naturales, accidentes importantes o acciones vandálicas.

Se indica como un requerimiento obligatorio que cualquier ISP que desee conectarse al IXP debe disponer de un número de sistema autónomo y de un conjunto de subredes IP públicas. De esta manera puede correr el protocolo BGP en su ruteadores e interconectarse con otros ISP. Otros detalles técnicos acerca del equipamiento, la configuración y la operación pueden ser encontrados en el documento de Euro – IX.

¹⁶ <https://www.euro-ix.net/ixp-bcp>.

2. Características de varios IXP europeos y uno de Japón

En el cuadro 7 se presentan las características de varios IXP avanzados de Europa y uno de Japón. De esta lista seleccionada de diferentes países y sus ciudades capitales, se obtiene una visión de sus características comunes. Si se desea acceder a información sobre otros IXP, se puede consultar la página web de Euro IX¹⁷ o de Peeringdb¹⁸. En estos cuadros, cuando se hace mención a ISP se incluyen los proveedores de servicio de acceso y los proveedores de contenido y aplicaciones.

CUADRO 7
CARACTERÍSTICAS DE IXP DE PAÍSES EUROPEOS Y JAPÓN

	AMS IX	LINX	France IX	JP IX	BC IX	PLIX	MSK IX
1. Año de inicio	1997	1994		1997	2002		1995
1. Contacto	info@ams-ix.net Amsterdam, www.ams-ix.net	sales@linx.net Londres www.euro-ix.net/ixps/1-LINX	info@france-ix.fr Paris www.franceix.fr	tech-contact@jpix.ad.jp Japón http://www.jpix.ad.jp/	info@bcix.de Berlín http://www.bcix.de/bcix/	noc@plix.pl Varsovia http://www.plix.pl	msk-adm@ix.ru Moscú http://www.mskix.ru/eng
2. Modalidad	Sin fines de lucro y neutral	Sin fines de lucro y neutral		Comercial y público originado en una iniciativa académica.	Sin fines de lucro y neutral	Comercial.	Sin fines de lucro
3. ISP conectados	505	439	121	140	50	203	369
4.1. Políticas limitaciones							
4.2. Acuerdos	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral. Este último se basa en el denominado servicio común de Internet <i>peering</i> VLAN o ISP Unicast VLAN.	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral. Permite <i>peering</i> privado intersitios.	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral.	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral. JPN IX no interviene en ninguna forma en las negociaciones entre ISP para cada una de las interconexiones. Los acuerdos multilaterales son actualmente entre 20 empresas.	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral. Admite <i>peering</i> remoto a través de determinados <i>carriers</i> .	<i>Peering</i> selectivo (privado) y abierto (público).	Permite <i>peering</i> privado y público multilateral.
4.3. Pagos referenciales.	No se cobra membresía. Solo se cobra por mes y por puerta: € 600 por 1 GE y € 1.750 por 10 GE con SLA para <i>peering</i> público. Ídem por puerta para <i>peering</i> privado. Si se usan puertas existentes no se cobra adicional.	Se cobra cuota de membresía de £ 1.200 por año. Se cobra una cuota de instalación por única vez de menos de £ 1.500. Puertas públicas: £ 80 para 100M, £ 360 para 1 GE y £ 1.360 para 10 GE. La interconexión privada con hasta 8 miembros del sitio no tiene cargo recurrente.	Se cobra solo por puerta: 100M: Ins. € 500 y M € 0 ^a 1GE: Ins. € 1.000 y M € 500 10GE: Ins. € 1.500; M € 1.900	Se cobra solo por puerta: Instalación: US\$ 1.280 Mensualidad: 100M: US\$ 3.966 1GE: US\$ 7.932 10GE: US\$ 25.588 También ofrece co-ubicación	Se cobra solo por puerta: 100M: Ins. € 400 y M € 100 1GE: Ins. € 1.000 y M € 300 10GE (SR): Ins. € 2.000; M € 1.200 (SR/LR/ER) <i>Peering</i> privado: <i>Set up</i> : € 400 y € 0 por mes	Se cobra solo por puerta: 100M: Ins. € 400 y M € 100 1GE: Ins. € 250 y M € 250 10GE (SR): Ins. € 1.000; M € 1.000 <i>Housing</i> : € 1.000 por 42U	Se cobra solo por puerta. 1 ^a puerta: 10M: Ins. US\$ 319 y M US\$ 128 100M: Ins. US\$ 319 y M US\$ 319 1GE: Ins. US\$ 766 y M US\$ 1.532; M US\$ 2.298 Adicionales con descuento. Para privado se suma el costo de las puertas.

(continúa)

¹⁷ <https://www.euro-ix.net/list-of-ixps>.

¹⁸ http://www.peeringdb.com/private/exchange_list.php.

Cuadro 7 (conclusión)

	AMS IX	LINX	France IX	JP IX	BC IX	PLIX	MSK IX
4.4.IX de ISP condiciones							
4.5.IX con otros IXP del país							
4.6.Sitios: U o M	8 sitios	10 sitios. Red dual, vendor dual y arquitectura redundante e interconexión con diversidad.	9 sitios	8 sitios en Tokyo, Osaka y Nagoya	5 sitios	3 sitios.	11 sitios
5.Requisitos ISP							
6.Enlaces físicos	GE, 10GE y 100GE. Agregación de estas velocidades.	10M, 100M, GE, 10GE y 100GE. Agregación de estas velocidades.	100M, GE y 10GE. Agregación de estas velocidades.	100M, GE y 10GE. Agregación de estas velocidades.	100M, GE y 10GE. Agregación de estas velocidades.	100M, GE y 10GE.	10M, 100M, GE y 10GE.
7.IXP regionales							
8. Precios/Calidad Nac. e Intern.							
9.Tráfico en HP	1,5 Tbps. entrante y 1,5 Tbps. saliente	1,2 Tbps. en todos los sitios.	120 Gbps. en todos los sitios	330 Gbps. entrante más saliente en todos los sitios	30 Gbps. entrante más saliente en todos los sitios	200 Gbps.	1,5 Tbps.
10.Condiciones de los CDN	Miembros, entre otros: Akamai, Google, Limelight Networks, Microsoft.	Miembros, entre otros: Akamai, Google, Limelight Networks, Microsoft.	Miembros, entre otros: Akamai, Google, Limelight Networks, Microsoft.	Miembros, entre otros: Akamai, Google, Limelight Networks.	Miembros, entre otros: Akamai, Google.	Miembros, entre otros: Akamai, Google.	Miembros, entre otros: Google, Microsoft.
11.Otros				¥ 78,16 por US\$			32,33 RUB per US\$

Fuente: Elaboración propia.

^a Ins. € 500 y M € 0 significan los precios de instalación o pago por única vez, y el pago mensual recurrente, respectivamente.

VII. Recomendaciones respecto de los IXP

Etapas en la evolución de los IXP en los países o regiones.

- **No existe IXP.** El tráfico nacional se intercambia en forma anárquica. El contenido reside mayoritariamente en el exterior y la calidad de su acceso no es la óptima. Los precios del acceso a Internet no están optimizados.
- **Existen IXP en desarrollo.** Comienza el intercambio local, pero buena parte del contenido se encuentra afuera del país.
- **Se desarrollan IXP fuertes.** Atraen contenido que se aloja en ellos, y los IXP pasan a ser usados como parte de las redes de tráfico de Internet nacional o internacional. El uso de tránsito internacional es el mínimo necesario y la calidad del servicio de acceso a Internet se ha maximizado, minimizando su precio.

Del análisis de la normativa y de la experiencia acumulada respecto de los IXP, se pueden extraer las siguientes recomendaciones:

- Observar en primer lugar si la interconexión nacional respeta los principios de neutralidad, no discriminación y transparencia entre todos los ISP del país, con atención adicional a los principios básicos de la competencia.
- Evaluar objetivamente los IXP empleando los indicadores clave de rendimiento (ICR), en coordinación con los IXP, para permitir que puedan presentar su opinión al respecto, y generar el conocimiento y difusión de las mejores prácticas. Es un procedimiento de apertura a la comparación con las mejores prácticas que transparenta la situación.
- Publicar en reuniones con los ISP los resultados consensuados con los IXP de forma que los ISP conozcan la real situación y las ventajas de tender a lograr el cumplimiento de todos los ICR.
- Si no se dieran las condiciones indicadas en los puntos 1 y 2 se debería considerar implementar incentivos o regular la interconexión propiciando la aplicación de estos principios mediante el establecimiento de IXP.
- Establecer la obligación de la interconexión de los ISP, para intercambio de tráfico nacional, extendiendo esta obligación a los IXP en el caso en que exista más de uno.

- Los precios a pagar por parte de los ISP, tanto para la interconexión con el IXP, como para la interconexión entre IXP ubicados en distintas ciudades de un mismo país, deberían estar orientados a costos. Si no existe suficiente competencia, debería aplicarse el derecho de la competencia en los casos de distorsiones importantes en los precios.
- La regulación debería de ser lo menos intrusiva posible y proporcional a los fines deseados.
- Propiciar, mediante las medidas que estén al alcance de los gobiernos, la instalación de los IXP así como de los proveedores de contenido y sobre todo de las redes de distribución de contenido.
- No agregar a los IXP cargas regulatorias o barreras de licenciamiento innecesarias, para que funcionen como un incentivo para la entrada en operación de nuevos ISP.

VIII. Recomendaciones respecto de los CDN

Una política de atracción del alojamiento de contenidos en un país debería incluir los siguientes aspectos, que toman en consideración los fundamentos económicos y tecnológicos, las prácticas exitosas en los países más avanzados y las opiniones vertidas por los CDN:

- Promover la competencia y el crecimiento del ecosistema completo de Internet.
- Analizar y promover la competitividad del mercado de los IXP en cada país, comparando las métricas de los IXP con aquellas de otros continentes con mayor experiencia en este tema.
- Desarrollar planes que aborden las situaciones de los países que no tienen IXP o en los que el mercado esté dominado por algunos de ellos.
- Estimular la interconexión no solamente a nivel nacional, sino también regional, ayudando a reducir el costo de la banda ancha en la región.
- Entrevistar a los principales actores del ecosistema de Internet y particularmente los proveedores de OTT, para compartir experiencias en diversos mercados.
- Generar reglas claras en la limitación de la responsabilidad de los intermediarios de Internet con relación al contenido generado por los usuarios, como las disposiciones de puerto seguro.
- Respeto de diversos derechos como los de autor, las patentes, la privacidad, la libre expresión y la protección de la información de los usuarios.

IX. Indicadores clave de rendimiento (ICR) de la interconexión de Internet

Se presenta en esta sección un conjunto de ICR que permite una tipificación de la situación de la interconexión nacional en cada país y el seguimiento de su evolución. Estos tienen una justificación en los beneficios que proveen para una eficiente interconexión nacional o para el acceso a los contenidos internacionales y nacionales. Para un mejor análisis de las situaciones, los ICR se clasifican en dos: los que se usan para el análisis de los IXP y los que se aplican al análisis de la interconexión a nivel de país. Para cada grupo se indican los beneficios que se obtienen al cumplirlos, lo que de por sí ya es un justificativo para lograr su cumplimiento. En todos los casos, son indicadores que se cumplen en los IXP más avanzados. Cuando se logra más eficiencia de interconexión se generan menores costos y mejor calidad de acceso a Internet en general y a los contenidos en particular.

En este análisis no se incluyen indicadores técnicos relativos al equipamiento, encaminamiento, tecnologías y otros aspectos requeridos para establecer un nodo de interconexión de tráfico de Internet. Este es un tema muy conocido, para el que existen normas aceptadas internacionalmente y sobre el que se dispone de suficiente experiencia en cuanto a qué estructura física usar. Se hace foco en aquellos aspectos de gestión del IXP en sí y de relacionamiento comercial que son los que presentan mayores carencias y los que impactan más en la calidad y el precio de Internet.

1. ICR para IXP

A continuación se describen los principales indicadores de funcionamiento de los IXP, clasificados por grupos, que pueden ser usados para evaluar el impacto de los IXP en la mejora de la eficiencia de la interconexión nacional del tráfico nacional de Internet, así como una descripción de su impacto. Posteriormente se presenta un cuadro de evaluación de los indicadores; cuantos más indicadores sean cumplidos por un IXP, mayor es la calidad y menores son los costos finales de la interconexión nacional, favoreciendo el alojamiento local de contenido.

- Permite acuerdos multilaterales. Es una condición mínima para la existencia del IXP y para que exista el interés de los ISP.
- Permite acuerdos bilaterales entre los ISP participantes. En este caso el IXP se convierte en un nodo de interconexiones libres de acuerdo a la evaluación que cada ISP realice de

su conveniencia. Genera más valor a los ISP, atrae su participación y mejora la eficiencia. El acuerdo bilateral da una mayor flexibilidad ya que los ISP con mucho tráfico o con una comunidad de interés entre ellos pueden hacer *peering* bilateral de alta capacidad aparte del multilateral de capacidad menor. Junto con el acuerdo bilateral de tránsito constituyen la infraestructura principal de eficiencia en la interconexión.

- Permite acuerdos bilaterales para fines de tránsito nacional, provisto por el propio IXP o terceros interconectados en el IXP. Los beneficios son similares a los del caso anterior, y adicionalmente permite agregar tráfico y lograr mejores precios y calidad del tránsito nacional de larga distancia. Es un indicador importante en países extensos y con ciudades que constituyen centros de uso de Internet.
- Permite acuerdos bilaterales para fines de tránsito internacional, provisto por el propio IXP o terceros interconectados en el IXP. Similar justificación a la del caso anterior, pero para el tránsito internacional.
- Es operado en forma neutral. No es propiedad ni está alineado con ningún *carrier*, ISP o proveedor de conectividad. De esta manera no existen conflictos de interés que pudieran afectar la eficiencia en la operación del IXP.
- No existen restricciones discriminatorias a la participación de los ISP. Este indicador asegura que cualquier ISP que quiera intercambiar tráfico en el IXP pueda hacerlo cumpliendo las condiciones técnicas y comerciales usuales, y no discriminatorias, aplicadas a todos los ISP.
- No se aplican políticas de filtrado o discriminación entre los ISP participantes, ni entre los contenidos puestos a disposición por cada uno de ellos. Los usuarios del ISP solicitante acceden a proveedores de contenido ubicados tanto en el ISP solicitante como en el requerido, de calidad equivalente. Asegura la calidad de la interconexión en el IXP.
- Precios de uso del IXP orientados a costos, o en particular, precios que surgen de la distribución de los costos de inversión y operación del IXP, según la modalidad de propiedad y gestión. En cualquier caso, esta orientación a costos permite un mejoramiento de los precios del acceso a Internet, ya que la interconexión en el IXP se obtiene a los menores precios, los que además reflejan el costo de oportunidad. El valor que agrega el IXP se traslada íntegramente a los usuarios de los ISP.
- La contratación del acceso hasta el IXP es libre, a cargo y responsabilidad del ISP que desea conectarse. Esta condición asegura que no exista exclusividad en el acceso al IXP, mejorando las condiciones de competencia. El ISP puede lograr los mejores precios del enlace de acceso al IXP construyendo o arrendando de acuerdo a su conveniencia.
- No existen limitaciones en cuanto a distancia del IXP al ISP que desea interconectarse, siempre que pague su enlace. Se ha detectado que en algunos casos existe esta limitación sin justificación económica.
- El IXP presta servicios de co-ubicación. Favorece el acceso de los ISP, los que disponen de facilidades que les permiten optimizar los recursos y reducir los costos.
- El IXP está ubicado en sitios que en sus proximidades tienen puntos de presencia de los *carriers* y de los ISP. Asegura la calidad de la interconexión en el IXP, ya que baja los costos para acceder a este y genera los incentivos para su expansión. En la opción para los ISP entre usar un IXP o hacer *peering* privado pago o no, influye mucho el costo de acceder al IXP (acceso físico dependiente de la distancia y costos de membresía). Un IXP que idealmente tenga puntos de presencia de *carriers* en su ubicación facilita el acceso y eventualmente permite también la compra del tránsito si se permiten los acuerdos bilaterales. El Estado podrá adoptar políticas de incentivo para la ubicación en sitios adecuados, por ejemplo mediante reuniones de sensibilización sobre su importancia o

facilidades para la instalación en lugares próximos a esos puntos de presencia. Es un indicador a tomar en cuenta, entre otros, en la definición de políticas y acciones.

- El IXP usa redundancia en el equipamiento y en las conexiones de los ISP. Asegura la disponibilidad de la interconexión en el IXP evitando que la caída de un equipo central del IXP haga caer totalmente la interconexión. Es un indicador de calidad de la operación del IXP.
- El IXP ofrece servicios de alta seguridad, como energía continua, controles de acceso, equipo de protección contra el fuego e inundaciones. Identifica de esta manera la calidad del sitio y la disponibilidad de la interconexión nacional a Internet en el país.
- El IXP dispone de múltiples sitios. Asegura la calidad y disponibilidad de la interconexión, mejorando también los costos para los ISP que pueden elegir el nodo más cercano, o la calidad si deciden interconectarse a más de un nodo.
- El IXP pone a disposición de los ISP, a su solicitud, la información de tráfico del IXP y de sus miembros. Esta información es valiosa para los ISP al realizar evaluaciones económicas relativas al uso del IXP. Cuanto más miembros y más tráfico se intercambie, mayor valor tiene para el ISP llegar hasta el IXP. La decisión de los ISP es más eficiente.
- El IXP tiene alojados nodos de redes de distribución de contenido (CDN).

CUADRO 8 ICR DE LOS IXP

Indicador
De las funciones de interconexión. <ul style="list-style-type: none"> Permite acuerdos multilaterales. Permite acuerdos bilaterales entre los ISP participantes. Permite acuerdos bilaterales para fines de tránsito nacional. Permite acuerdos bilaterales para fines de tránsito internacional.
De la neutralidad y la no discriminación. <ul style="list-style-type: none"> Es operado en forma neutral. No existen restricciones discriminatorias a la participación de los ISP. No se aplican políticas de filtrado o discriminación.
De los costos. <ul style="list-style-type: none"> Precios de uso del IXP orientados a costos, o en particular, precios que surgen de la distribución de los costos de inversión y operación del IXP.
De las facilidades para el acceso al IXP. <ul style="list-style-type: none"> La contratación del acceso hasta el IXP es libre. No existen limitaciones en cuanto a distancia del IXP al ISP. El IXP presta servicios de co-ubicación. El IXP está ubicado en sitios que en sus proximidades tenga puntos de presencia de los <i>carriers</i> y de los ISP.
De la redundancia y de la infraestructura. <ul style="list-style-type: none"> El IXP usa redundancia en el equipamiento y en las conexiones de los ISP. El IXP ofrece servicios de alta seguridad. El IXP dispone de múltiples sitios.
Otros. <ul style="list-style-type: none"> Publica información de tráfico del IXP y de sus miembros. El IXP tiene alojados nodos de redes de distribución de contenido (CDN).

Fuente: Elaboración propia.

2. ICR para países

Al igual que en los ICR para los IXP, a continuación se describen los principales indicadores de funcionamiento de la interconexión de Internet para tráfico nacional, originado y terminado dentro del país.

- Todos los ISP están interconectados para cursar comunicaciones nacionales para todo el tráfico originado y terminado en el país, entre cualesquiera ISP, sea a través de uno o varios IXP o *peering* privado. Es el principal indicador de calidad de la interconexión de Internet que asegura mejores condiciones de calidad y precio para los usuarios. Desde una óptica de país, es el indicador más importante, aunque no asegure la eficiencia de todas las interconexiones entre los IXP. En efecto, la existencia de fuertes IXP que cumplan todos los ICR indicados en la sección anterior no se asegura con el cumplimiento de este indicador.
- Existe regulación al respecto de la interconexión obligatoria. Es un indicador puramente informativo. Adquiere relevancia cuando no se cumple la condición 1.
- Existe competencia entre IXP de acuerdo a los criterios aplicados en la regulación de la competencia en el país. La competencia es un fuerte incentivo para que los precios del uso de los IXP tiendan a los costos de oportunidad, en forma similar a la situación natural de los IXP sin fines de lucro que cobran de acuerdo a los costos reales del uso.
- Presencia de CDN importantes en los IXP o en el país con interconexión nacional con todos los ISP. Indicador de la importancia del sistema de IXP de un país, en el mejoramiento de la calidad y los precios del acceso a Internet de los miembros de los IXP. Cuando se alojan proveedores importantes permitiendo el acceso a ellos de los usuarios de todos los ISP, se obtienen ahorros en tránsito internacional del orden de 20% a 30%, tomando en consideración el volumen de contenido de CDN como Akamai, Google-You Tube, Microsoft, Lime Light Networks, entre otros. Como referencia se considera que se cumple este indicador cuando al menos dos de los CDN mencionados tienen tal presencia.
- Todos los IXP permiten acuerdos bilaterales para fines de tránsito regional e internacional.

CUADRO 9 ICR DE LOS PAÍSES

Indicador
Todos los ISP están interconectados para cursar comunicaciones nacionales para todo el tráfico originado y terminado en el país.
Existe regulación respecto de la interconexión obligatoria. Importante si no se cumple el indicador 1.
Existe competencia entre IXP.
Presencia de CDN importantes en los IXP, o en el país con interconexión nacional con todos los ISP.
Todos los IXP permiten acuerdos bilaterales para fines de tránsito regional e internacional.

Fuente: Elaboración propia.