

EXPANSIÓN
DE INFRAESTRUCTURA
REGIONAL PARA
LA **INTERCONEXIÓN**
DE TRÁFICO DE INTERNET
EN AMÉRICA LATINA

EXPANSIÓN
DE INFRAESTRUCTURA
REGIONAL PARA
LA **INTERCONEXIÓN**
DE TRÁFICO DE INTERNET 
EN AMÉRICA LATINA



EXPANSIÓN DE INFRAESTRUCTURA
REGIONAL PARA LA INTERCONEXIÓN
DE TRÁFICO DE INTERNET
EN AMÉRICA LATINA

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Depósito Legal: Ifi7432014004468

ISBN: 978-980-7644-21-1

Editor: CAF

Vicepresidencia de Infraestructura

Antonio Juan Sosa, Vicepresidente

Corporativo

Diego Sánchez, Director de Análisis

y Planificación Sectorial

Director general del estudio :

Mauricio Agudelo

Autores:

Raúl Katz, Ernesto Flores-Roux,

María Cristina Duarte Botero,

Fernando Callorda y Taylor Berry.

Todos profesionales de Telecom Advisory

Services LLC (TAS)

Aseoría técnica:

Salma Jalife y Carlos Watson.

Diseño gráfico:

Gisela Viloría

Este libro se encuentra en:

publicaciones.caf.com

© 2014 Corporación Andina de Fomento

Todos los derechos reservados

CONTENIDO

	Pág
RESUMEN EJECUTIVO	9
1. INTRODUCCIÓN	27
1.1. Antecedentes	28
1.2. Objetivos del estudio	29
1.3. Metodología	29
1.4. Plan de trabajo	31
2. MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN	35
2.1. Tendencias internacionales en el despliegue de una infraestructura de interconexión de Internet	36
2.2. Modelos de negocio y estructura económica de un IXP	44
2.3. Modelos operativos y estructura organizativa	48
2.4. Arquitectura y modelos técnicos	51
2.5. Marco regulatorio y políticas públicas con impacto en el sector	53
2.6. Impacto económico de IXP	57
3. SITUACION DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA	63
3.1. El mercado de Internet en América Latina	64
3.2. El Desarrollo de la Infraestructura de interconexión en América Latina	69
3.3. Argentina	72
3.4. Brasil	76
3.5. Chile	88
3.6. Colombia	91
3.7. México	97
4. EL TRÁFICO DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA	103
4.1. Estructura básica del modelo de tráfico	104
4.2. Estimación del tráfico total	105
4.3. Separación del tráfico local e internacional	107
4.4. Construcción de la matriz de tráfico entre países	110
4.5. Estimación del tráfico dentro de cada país	113
4.6. Enrutamiento del tráfico	115
5. PROPUESTA REGULATORIA Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA	119
5.1. Análisis de las tendencias en América Latina	120
5.2. Palancas regulatorias y de políticas públicas utilizadas en América Latina	121

5.3. Recomendaciones emanadas de organismos internacionales	123
5.4. Fortalezas y debilidades de los marcos regulatorios y políticas públicas actuales en la región	125
5.5. Propuesta de modelo regulatorio y políticas públicas para América Latina	127
5.6. Propuesta específica de modelo regulatorio y políticas públicas para Colombia	131
5.7. Propuesta específica de modelo regulatorio y políticas públicas para México	133
6. PROPUESTA DE MODELO TÉCNICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA	137
6.1. Localización de IXP	138
6.2. Jerarquía de interconexión de Internet	153
6.3. Propuesta de valor: ahorro en costos de tránsito y reducción de latencia	157
6.4. Arquitectura tecnológica de IXP	166
7. PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE NEGOCIOS PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA	175
7.1. Modelos de negocio	176
7.2. Identificación de agentes clave de la región	180
7.3. Esquema de modelo operativo y de gobernanza	186
7.4. Modelos financieros	190
8. IMPACTO ECONÓMICO DEL MODELO PROPUESTO	205
8.1. Impacto en la reducción en costos de tránsito	207
8.2. Impacto de la reducción de costos de tránsito en tarifas de banda ancha	209
8.3. Impacto económico de la reducción de la latencia	213
8.4. Impacto económico acumulado	217
9. PLAN DE IMPLANTACIÓN Y HOJA DE RUTA	219
9.1. Lista completa de iniciativas	220
9.1. Confirmación de agentes clave por IXP	222
9.1. Estudios detallados de factibilidad técnica y regulatoria	223
9.1. Socialización de agenda regulatoria	225
9.1. Cronograma de despliegue de IXP	226
ANEXOS	227
Lista de entrevistas	228
Modelo de tráfico de Internet en América Latina	229
Modelos de localización de IXP	230
Glosario de arquitectura tecnológica	233
Modelos financieros de IXP	234
Precios de tránsito en América Latina	235

RESUMEN EJECUTIVO

Internet se ha convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo económico y social. Como consecuencia, el tráfico de Internet ha crecido y se espera que continúe creciendo a tasas altas en los próximos años. Este tráfico está siendo acomodado por las redes de transporte nacionales e internacionales. Al mismo tiempo, está claro que no basta con la ampliación de las redes de transporte, sino que también es necesario tener un marco e infraestructura de interconexión de redes que pueda hacer su uso más eficiente, reducir los costos de tránsito, disminuir la latencia, y aumentar el intercambio de tráfico regional. En última instancia, la eficiencia y posibilidades de crecimiento de Internet dependen, directamente, de la cantidad de interconexiones que posea. Una mayor cantidad se traduce en menores costos, mejor calidad y mayor disponibilidad para transmitir información.

El objetivo general de este estudio es contribuir al desarrollo de la infraestructura de interconexión en América Latina. Específicamente, el estudio responde a los siguientes objetivos:

- Establecer las bases regulatorias y de política pública para promover la inversión y el uso de IXP (Internet Exchange Point) en América Latina.
- Establecer los factores económicos, técnicos y operacionales para el desarrollo y consolidación de una mayor infraestructura de IXP que promueva un intercambio eficiente del tráfico regional de Internet.
- Determinar las ubicaciones y el potencial factible de IXP regionales, a la luz, entre otros, de proyecciones de tráfico y perfil de la demanda de datos en América Latina.
- Proponer diferentes alternativas y modelos de negocio de los IXP en la región, junto con sus modelos corporativos, operativos y de gobernanza.
- Estimar el impacto económico en la región del despliegue de IXP, analizando el impacto en los costos de interconexión, los precios finales del servicio de banda ancha y los resultados en la calidad de la conexión.

El programa del estudio requirió siete meses de trabajo, generando numerosos entregables intermedios:

- Entrevistas en el ámbito internacional (Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, Holanda, Israel, Sudáfrica, Japón y Hong Kong) y en América Latina (Brasil, Chile, Argentina, Uruguay, México, Colombia, Perú y Costa Rica).
- Construcción de un modelo de tráfico de Internet en América Latina que sirvió de base para la determinación de localización de IXP.

- Propuesta de despliegue de IXP en México, Colombia, Perú, Brasil, Bolivia, Panamá, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Guatemala y Nicaragua.
- Modelos de negocio para cada IXP, con el correspondiente modelo financiero.
- Modelo técnico, incluyendo lista de equipamiento y software requerido por cada IXP.
- Propuesta regulatoria para estimular el despliegue de IXP.
- Modelos de impacto económico resultantes de la reducción de costos de tránsito, disminución del precio de banda ancha y disminución de la latencia.
- Plan de implantación y hoja de ruta.

La evidencia y conclusiones se incluyen de manera resumida en el siguiente documento. Se comienza presentando un análisis de la experiencia internacional (para identificar mejores prácticas), y un diagnóstico de la situación latinoamericana (para plantear la línea base). A partir de estos dos componentes se despliega un marco de acción (en los terrenos regulatorio, tecnológico, estratégico y financiero). Como conclusión, se realiza un análisis de impacto económico esperado como resultante de las recomendaciones.

Análisis de la experiencia internacional

El sector de IXP a nivel global ha estado migrando desde un conjunto de asociaciones informales patrocinadas por entidades académicas y de investigación científica (denominado en este estudio “modelo de lanzamiento”) hacia un entorno compuesto, tanto por organizaciones formalizadas sin fines de lucro (aunque guiadas por una dinámica comercial), como por empresas privadas. El modelo de lanzamiento estaba basado en organizaciones sin fines de lucro, estructuradas como cooperativas de miembros fundadores y operadas por voluntarios. La transición del modelo de lanzamiento al “modelo formalizado sin fines de lucro” ha estado parcialmente impulsado por tendencias internas al negocio de IXP. Aun en el caso de organizaciones sin fines de lucro, uno de los objetivos fundamentales del IXP, guiado por su estructura económica, es aumentar la base de miembros para apalancar las economías de escala y poder reducir los costos de interconexión. Esto es hecho sin abandonar su misión original, y continuando a proveer servicio con base en la neutralidad de interconexión.

Sin embargo, el modelo formalizado sin fines de lucro tiende a coexistir con un “modelo privado” de IXP. En este caso, y en términos generales, el IXP es una subsidiaria de un operador de telecomunicaciones, o un proveedor de servicios de *data center*. El proceso hacia el modelo privado está determinado, en parte, por una tendencia gradual a la integración vertical en la cadena de valor del transporte e interconexión de Internet. De acuerdo con este proceso, se observa que jugadores operando en estadios discretos de la cadena de valor (transporte o *data centers*) tienden a entrar en el sector de IXP con el propósito de defender posiciones en el negocio madre o usar la interconexión como mecanismo de captación de nuevos clientes.

En el proceso de transformación del sector, es posible que un IXP no evolucione completamente hacia el modelo privado y opte por mantener su posición de organización sin fines de lucro. Las condiciones prevalecientes en ciertas geografías (Europa: modelo sin fines de lucro; Estados Unidos y Asia: modelo privado) pueden influenciar el modelo asumido en última instancia por el IXP.

El análisis de la estructura económica de un IXP permite diferenciar ciertas dinámicas específicas a cada modelo. En términos generales, por el lado de ingresos, los IXP sin fines de lucro tienden a basarse en estructuras de precio orientadas a recuperar los costos de inversión en equipamiento y crear un fondo de reserva. Bajo el modelo privado, las empresas tienden a utilizar al IXP como *loss leader*, como se menciona arriba, para apalancar el crecimiento del negocio de *data center* o tránsito mayorista.

Desde el punto de vista de su estructura económica, el negocio de IXP muestra retornos crecientes a economías de escala y alcance. Los costos medios de personal y operativos tienden a disminuir significativamente con el aumento de conexiones, por lo que el apalancamiento económico de un IXP está orientado a atraer grandes clientes, particularmente los CDN (*content delivery networks*¹). Por otro lado, los ingresos promedio por miembro/cliente aumentan con el número de clientes, lo que refleja el efecto de inercia por tráfico de clientes/miembros incorporados. Una vez incorporados, los clientes tienden a aumentar su gasto, basado no solo en más volumen (tráfico) como en la adquisición de más servicios.

Así, las mejores prácticas comerciales y financieras indican la necesidad de incubar los IXP como un *start-up*, controlando los costos fijos hasta alcanzar masa crítica que permita rentabilizar la inversión. Es en este marco que el IXP debe adoptar principios dinámicos de gestión. En términos puramente teóricos, el IXP no debe ser desplegado si no existe suficiente masa crítica de miembros y tráfico interconectado, para lo cual es necesaria la participación de importantes CDN. En realidad, la experiencia muestra que dos efectos son posibles. El despliegue ocurre en muchos casos bajo la premisa de que una vez construido, los miembros se adherirán, lo que crea un desequilibrio entre el capital invertido y la tasa de retorno. La ocurrencia de este efecto se debe a que, en muchos casos, factores políticos o de “exuberancia irracional” entran en juego, modificando las variables del caso de inversión. El segundo efecto se debe al *churn* natural de miembros; esto determina que lo que en un momento concreto era una masa crítica, desaparece si uno de los miembros decide retirarse del IXP y encarar la interconexión de manera privada. Si estos efectos ocurren, el IXP debe tener suficiente flexibilidad para poder realizar cambios en su perfil económico-financiero para adaptarse a la nueva situación.

Desde el punto de vista operativo, no se observan diferencias marcadas entre el modelo sin fin de lucro formalizado y el privado. En ambos, la organización está estructurada con base en líneas funcionales (ventas, atención a clientes, ingeniería, etc.). El crecimiento

1. Una CDN (*Content Delivery Network*), o “red de distribución de contenidos” en español, es un conjunto de computadoras que almacenan copias de una misma serie de contenidos, las cuales están ubicadas en puntos diferentes de una red. Con esto se logra que se puedan acceder y entregar los contenidos de manera más eficiente a los puntos de destino.

to de la plantilla tiende a estar determinado por dos puntos de inflexión: el lanzamiento de sitios de interconexión adicionales (lo que acarrea un acrecentamiento de la complejidad de gestión) y la creación de funciones administrativo-comerciales (ligadas a la creciente formalización del modelo).

Desde el punto de vista técnico, el modelo de IXP en países desarrollados está basado en una red densa de sitios de colocación virtuales. Por otro lado, la arquitectura de IXP en países pequeños y algunos países en desarrollo está compuesta de sitios autónomos que tienden a funcionar de manera independiente y no están vinculados a múltiples *data centers*.

Con relación a las prácticas regulatorias y principios de política pública en el ámbito internacional, los gobiernos, al menos de manera declarativa, han preferido optar por una posición de neutralidad respecto del sector y se han mantenido aparentemente al margen de la industria. No obstante, en la mayoría de los países que fueron analizados se observa que existen ciertas políticas públicas sectoriales o formuladas en otras áreas que tienen un impacto derramado (*spill over*) en la industria de IXP. El estudio de casos internacionales determinó la existencia de una ligera intervención general del Estado en cinco grandes áreas de actuación (ver Cuadro A).

Cuadro A.
Categorización de políticas públicas
en el sector de IXP

Categoría de políticas públicas	Ejemplos
Estímulos fiscales	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Relajamiento de las reglas de amortización de activos fijos (práctica que afecta a todos los sectores de capital intensivo) ▶ Reducción en tasas impositivas (como mecanismo contra-cíclico)
Inversión pública	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inversión de gobiernos locales (municipalidades, provincias) para promover el desarrollo tecnológico ▶ Inversión del gobierno nacional para promover el desarrollo de la competencia en el sector
Control de prácticas anti-competitivas	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Imposición a operadores incumbentes de telecomunicaciones a interconectarse con IXP; varía desde la simple obligación de interconexión hasta la obligación de interconexión en puntos de la red específicos, inclusive con acuerdos obligatorios de <i>peering</i> ▶ Obligación de contar con puntos de interconexión neutros ▶ Control de operadores incumbentes en caso de que éstos no provean al IXP con suficiente capacidad de tránsito
Amenaza a la seguridad nacional y respuesta a desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> ▶ El gobierno interviene para asegurarse que los IXP pueden continuar operando en caso de desastres naturales ▶ También existe cierta preocupación respecto de la dependencia en infraestructura fuera internacional
Derrame de regulación del sector de Internet	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Si bien el regulador limita su participación en el sector de IXP, requerimientos a los ISP para que provean mayor transparencia en velocidad de acceso, ofertas, tráfico y calidad de servicio afecta el sector indirectamente

Finalmente, el impacto económico resultante del desarrollo del sector de IXP ha sido documentado en el área internacional en cinco áreas:

1. Reducción de costos de tránsito para los ISP:
 - Como resultado de interconexión local;
 - Resultante de la disminución de los precios de tránsito internacional (efecto de sustitución);

2. Transferencia de este excedente del productor al consumidor (disminución del precio final de banda ancha), en ocasiones a través de mayores velocidades por precios similares;
3. Disminución de la latencia (con el correspondiente impacto económico);
4. Desarrollo de emprendimientos locales en la industria de Internet;
5. Aumento en la confiabilidad y redundancia de las redes de Internet.

A partir de estas conclusiones, se pasará a examinar la situación del sector de IXP en América Latina, como un paso necesario para la formulación de un plan de acción.

Situación de interconexión de Internet en América Latina

América Latina, incluyendo la región del Caribe, como en la mayoría de los indicadores de desarrollo, se encuentra en un nivel medio de utilización de Internet. A finales de 2012 existían 256 millones de usuarios de Internet, equivalentes a una penetración de 44,7%. El número ha venido creciendo de manera acelerada en la última década: de 2000 a 2011, la tasa de crecimiento compuesto fue del 24,7%, pero aun en los últimos tres años (2008-2011), se ha ubicado en 14,6%. Más allá de las variables socio-demográficas, esta tendencia está siendo impulsada por los gobiernos de los países, que han adoptado medidas que propician el uso de Internet, muchas de ellas plasmadas en “planes nacionales de banda ancha”.

Multiplicando el aumento de usuarios de Internet, el consumo de tráfico de Internet por usuario también ha aumentado: tan solo en 2010, en América Latina el consumo de tráfico se ha incrementado en 62%, mientras que a nivel global el crecimiento fue de 42%. De manera similar, el tráfico de datos móviles en América Latina se estima que muestre una tasa de crecimiento de 70% hasta el año 2016². Como resultado de estas tendencias, considerando los ocho países que generan aproximadamente 85% del tráfico latinoamericano, el mismo representa al 2012, 1.871 millones de Gigabytes, creciendo al 42% en los próximos cinco años (ver Cuadro B).

PAÍS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-2017
Argentina	102	127	162	215	292	435	514	32%
Brasil	418	652	939	1.393	2.257	3.727	4.437	47%
Chile	82	109	152	210	318	496	589	40%
Colombia	53	75	101	138	209	339	430	42%
México	163	235	357	524	780	1.174	1.363	42%
Panamá	20	25	29	33	38	45	51	16%
Perú	34	47	62	85	121	183	224	37%
Venezuela	43	56	69	85	111	153	173	25%
Total	915	1.325	1.871	2.683	4.125	6.553	7.781	42%

Nota: 1 PB= 1 Petabyte= 10¹⁵ = 1 millón de Gigabytes

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro B.
Tráfico total de Internet
en América Latina
(en PetaBytes)

De este tráfico en 2013, 63% representa tráfico internacional saliente dirigido a otros países de la región o afuera de la región, principalmente Estados Unidos. Este porcentaje se estima que disminuirá a 57% en 2017 (ver Figura A).

2. Ver Katz, R. y Flores-Roux. *Beneficios Económicos del Dividendo Digital en América Latina*. GSMA: Londres, 2012.

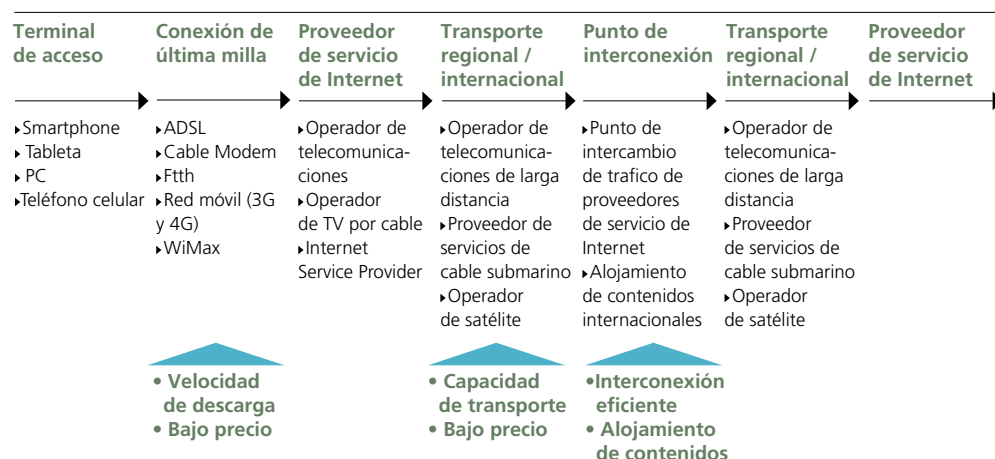


Figura B.
Cadena de Valor de Internet y Factores Clave

El análisis de la situación del sector de IXP en América Latina permite verificar que existe un contexto de desarrollo desigual. Por un lado, países como Brasil y Argentina presentan un sector altamente desarrollado, con capacidad para alojar contenidos locales e internacionales y, por lo tanto, beneficiar a los proveedores de acceso a Internet con costos de tránsito más económicos que si tuvieran que interconectarse en Estados Unidos. Por el otro lado, países como México presentan una ausencia completa de infraestructura de interconexión, en parte, debido a la estructura del mercado de telecomunicaciones y a los bajos costos de tránsito a Estados Unidos. Entre estos dos extremos encontramos países con desarrollo parcial como Colombia, donde tan solo un IXP provee interconexión para tráfico local, o Chile donde la interconexión privada es prevaeciente. Los países estudiados representan en sí casos típicos que ayudan a entender la situación del resto de la región, donde vemos países como Bolivia y Paraguay con una ausencia total de infraestructura de interconexión, y países parcialmente desarrollados como Ecuador y Perú, con ciertos puntos de interconexión, pero de ninguna manera suficientes para acomodar el creciente tránsito de Internet.

El desarrollo desigual del sector de IXP determina que América Latina incurra en altos costos de transporte internacional de datos: USD 1,800 millones al año (ver Cuadro B).

País	Costo por acceso a contenidos internacionales	Costo por tráfico Latam	Costo por tráfico internacional ex-Latam	Total US%
Argentina	0	37,10	87,65	124,75
Bolivia	41,16	20,58	27,48	89,22
Brasil	0	89,53	509,43	598,96
Colombia	89,48	45,89	147,98	283,35
Costa Rica	18,66	3,65	38,52	60,83
El Salvador	18,66	3,65	38,52	60,83
Guatemala	8,11	1,59	16,75	26,45
Honduras	10,61	2,07	21,88	34,56
México	7,47	2,05	138,76	148,28
Nicaragua	6,03	1,18	12,44	19,65
Panamá	5,57	11,4	50,1	67,07
Paraguay	44,45	22,23	29,63	96,31
Perú	100,74	29,83	55,68	186,25
TOTAL US%	350,94	270,75	1.174,82	1.796,51

Fuente: Analisis TAS.

Cuadro B.
América Latina:
Costos Anuales de Tránsito de Internet (en USD)

Cuadro C.
 América Latina:
 Ejemplos de Asequibilidad
 Limitada de banda ancha

	Argentina	Brasil	Colombia	Ecuador	México
Tarifa Mensual de Plan de Banda Ancha Fija Básico (en USD)	23,99	14,75	20,77	20,16	14,58 (*)
Tarifa Mensual de Plan de Banda Ancha Fija Medio (en USD)	25,94	29,65	22,61	27,89	29,16
Deciles de ingreso que pueden adquirir servicio de banda ancha	6 al 10	4 al 10	7 al 10	9 y 10	3 al 10
Número de hogares que no pueden adquirir banda ancha	6.555.000	15.300.000	5.940.000	3.040.000	6.320.000

(*) Tarifa de oferta de operadores de cable con cobertura territorial limitada

Fuente: Katz y Callorda. *La banda ancha en la base de la pirámide en América Latina*. GSMA, 2013.

Estos costos son transferidos al precio final de la banda ancha, lo que limita su asequibilidad por grandes segmentos de la población. Por ejemplo, los precios actuales del servicio básico de banda ancha fija en algunos países de la región están fuera del alcance de la base de la pirámide socio-demográfica (ver Cuadro C).

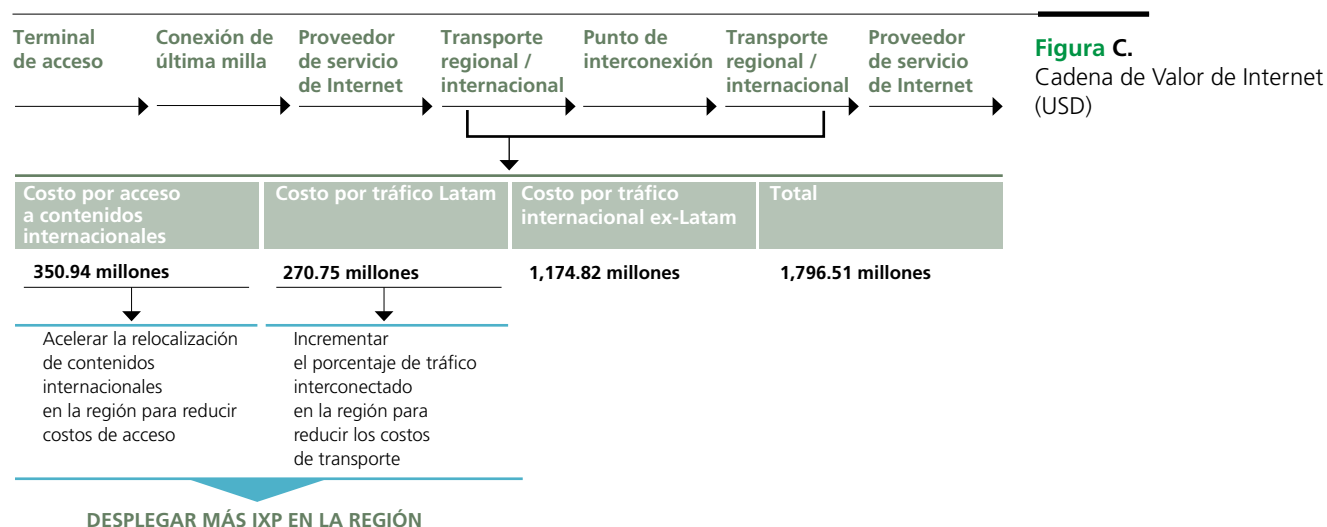
Esta situación plantea la necesidad urgente de acrecentar el despliegue de IXP en la región para reducir los costos de tránsito internacional. La adopción limitada de banda ancha en la región se debe, en primer lugar a precios altos: con una elasticidad de precios estimada en -1,88, una reducción de 10% generaría un aumento de la penetración de banda ancha fija de 7,7% a 9,13%³. La estructura de costos de la banda ancha muestra que entre 10% (en países maduros) y 30% (en países en desarrollo) se debe a los costos de tránsito requerido para que los proveedores de Internet se interconecten entre sí. En consecuencia, una reducción en los costos de tránsito podría resultar en una disminución del precio al consumidor final.

Los IXP permiten a los proveedores de servicio de Internet interconectarse sin necesidad de recurrir a circuitos internacionales o de larga distancia nacionales, con lo que se podrían reducir los costos de banda ancha y, como consecuencia, sus precios. El despliegue de IXP en la región modificaría la cadena de valor de Internet Latinoamericana en dos áreas (ver Figura C).

En consecuencia, el marco de acción para el despliegue de una infraestructura de interconexión de Internet debe responder a cinco preguntas básicas:

- ¿Dónde se deben localizar IXP adicionales para complementar la infraestructura existente y cambiar el flujo de tráfico de Internet que permita reducir el costo de transporte internacional?
- ¿Cuál es el equipamiento necesario a desplegar en cada IXP nuevo y cuál sería la infraestructura necesaria para interconectarlos?
- ¿Cuál sería el modelo de negocio a adoptar por cada uno de los nuevos IXP que permita maximizar su sustentabilidad?
- ¿Existen medidas regulatorias y de política pública que estimulen la viabilidad y el despliegue de los nuevos IXP?
- ¿Cuál es el impacto económico esperado como resultado del despliegue de la nueva infraestructura de interconexión?

3. Katz, R. *Broadband Strategies Toolkit: Driving Demand for Broadband Networks and Services*. Washington, DC: World Bank.



Se presenta, a continuación, el marco de acción, enfocado en el desarrollo de infraestructura de interconexión en la región. Este está estructurado en cuatro pilares: la propuesta regulatoria y de política pública para estimular el despliegue de IXP, el modelo técnico que refleja la recomendación de infraestructura a desplegar, el modelo estratégico que describe la organización y el modelo de negocio de los IXP a desplegar.

Propuesta regulatoria y de políticas públicas

En América Latina, la actuación de los gobiernos en el sector de IXP ha sido mucho más proactiva que en el resto del mundo, debido probablemente a la inmadurez de los mercados y a la filosofía general más intervencionista que prevalece en la región. Además, la región está sujeta a varios acuerdos internacionales, aunque no necesariamente de manera vinculante. El desarrollo del sector permite concluir que, con ciertas excepciones, la infraestructura de IXP prácticamente no existiría sin la intervención estatal.

Por un lado, ha habido algunos países que han dejado el desarrollo de los IXP totalmente a las fuerzas del mercado. La empresa dominante fija, figura que existe en mayor o menor grado en todos los países, no tiene ningún incentivo en interconectarse, ya que implica la canibalización de ingresos por venta de transporte y acceso y la disminución de barreras de entrada a la competencia. Para las demás empresas de transporte, cuando tienen acceso a conectividad internacional, la interconexión no representa un diferencial, por lo que los incentivos a promover la existencia de IXP son bajos. En todos los casos, los ISP se encuentran en una situación de desventaja en cualquier negociación con las empresas de transporte. El resultado es que no se desarrolla la infraestructura de IXP.

Por otro lado, los gobiernos pueden obligar a la interconexión, utilizando como argumento principal para esta intervención la eficiencia en el mercado, que se traduce, en prácticamente su totalidad, en una externalidad que no pueden internalizar las empre-

sas. El impacto se refleja en menores precios o en más competencia, pero no necesariamente en mayores márgenes. En algunos casos, la infraestructura de IXP es financiada por entes ligados al Estado. La infraestructura de IXP se desarrolla, pero requiere de la constante intervención regulatoria.

Utilizando el marco de referencia anterior, así como del análisis de la experiencia internacional, se derivan ocho recomendaciones específicas de aplicación nacional que podrán promover el desarrollo de IXP en América Latina:

- Establecer mecanismos para hacer disponible la información sobre el estado de interconexión en el país (tipos de acuerdo, existencia de restricciones discriminatorias, precios y condiciones de contratación, etc.).
- Modificar la definición de Internet de “servicio de valor agregado” a “servicio de telecomunicaciones” o inclusive, “derecho de los ciudadanos”, lo que justificará una regulación más eficaz en términos de herramientas de interconexión.
- Establecer estándares mínimos de calidad de servicio y mecanismos de monitoreo.
- Eliminar todo tipo de barreras de licenciamiento a la entrada de IXP.
- Establecer la obligatoriedad de interconexión, garantizando la neutralidad, la no discriminación y la transparencia.
- Evaluar si la interconexión es un insumo esencial para la prestación del servicio de Internet, e investigar si existe evidencia de prácticas monopólicas en el mercado de transporte mayorista.
- Incluir planes detallados de desarrollo de infraestructura de interconexión en los planes nacionales de banda ancha.
- Considerar a IXP como parte de la infraestructura conexas del despliegue de redes nacionales de fibra óptica.

Los efectos de las posibles medidas de aplicación nacional descritas anteriormente podrían magnificarse a través de la actuación de los organismos internacionales. Estas podrían convertirse en recomendaciones internacionales de organismos como la CEPAL, la CITELE, e inclusive la UIT, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial y CAF–banco de desarrollo de América Latina. A pesar de que este tipo de recomendaciones no son vinculantes, permiten contar con un argumento adicional a los factores identificados –esencialidad, fallas de mercado y seguridad y soberanía nacional– para una adopción más acelerada.

Propuesta de modelo técnico

La determinación de los puntos de localización de IXP está basada en la optimización del flujo interregional y del tráfico interno de cada país. En primer lugar se procede a determinar los puntos de localización de IXP que sirven para optimizar el flujo interregional. Estos son puntos de interconexión que contribuyen a la reducción de los costos de tránsito entre países y a la minimización de la latencia. Desde el punto de vista del modelo de negocio, estos puntos combinan el negocio de *data center* con el de interconexión.

En segundo lugar se determinan los puntos de localización de IXP para optimizar el tráfico doméstico. Estos son IXP que permiten la agregación de tráfico desde ciudades secundarias, lo que contribuye a la reducción de los costos de tránsito nacional e internacional para los ISP al interior de cada país. Esto es así porque el despliegue de múltiples puntos de interconexión nacionales reduce la proporción de tráfico que debe ser transferido a Estados Unidos o que debe pagar altas tarifas por el uso de redes nacionales.

La determinación de localización de IXP interregionales fue estructurada con base en dos análisis. En primer lugar basándose en matrices de tráfico, se determinan las comunidades de interés (o clústeres de tráfico) que se beneficiarían del despliegue de un IXP que permita optimizar el intercambio de tráfico dentro de dicha comunidad sin tener que recurrir a un punto de interconexión en el exterior de la misma. Una vez definidas las fronteras de las comunidades de interés, se identifica el punto óptimo dentro del clúster para localizar el IXP. La selección del punto a localizar el centro de interconexión dentro del clúster está basada en un índice compuesto por variables regulatorias, geopolíticas, tecnológicas y económicas.

El análisis del flujo de tráfico de Internet identifica dos comunidades de interés (clústeres) en la región: Andina/Centroamérica/Norteamérica (integrada por México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Colombia, Venezuela, Bolivia y Ecuador) y Cono Sur (compuesta por Argentina, Chile, Brasil, Uruguay, y Paraguay), interconectadas por Perú (país que juega un papel doble en ambas comunidades).

Habiendo determinado las comunidades de interés, se procedió a identificar el punto más conveniente para localizar al IXP encargado de interconectar los tráfico interregionales. Para ello, se asigna un índice de atractividad, basado en cinco factores (regulación, neutralidad geopolítica, conectividad de redes, costo energético, costo de tránsito y aranceles para importación de equipamiento) a cada uno de los países que componen el *clúster*. El índice determina que el país más atractivo del *clúster* Andino / Centroamericano / Norteamericano para la localización del IXP interregional es Panamá, mientras que en el Cono Sur, Brasil resulta la ubicación óptima para el IXP interregional. En lo que respecta a Perú, su localización está determinada por su posición como punto de interconexión de flujos de tráfico entre el Cono Sur y el *clúster* Andino / Centroamérica / Norteamérica. Si bien las recomendaciones no incluyen un punto interregional en el sur de la región, el NAP de Buenos Aires (existente en el marco de CABASE) se está posicionando *de facto* como un IXP interregional en razón a que ya provee interconexión a ANTEL, el principal ISP en Uruguay, y se encuentra testeando conexiones con Chile y Brasil. Finalmente, los puntos de Panamá y Perú son estratégicamente complementarios, en la medida de que Perú provee apoyo a la región andina, y una salida a Bolivia, mientras que Panamá se enfoca en América Central y la región andina principalmente. Estos IXP interregionales se posicionarán como sustitutos al NAP de las Américas (localizado en Miami) orientándose a capturar el tráfico de Internet regional que se interconecta en este último.

En paralelo con el despliegue de IXP interregionales, es aconsejable el despliegue de IXP en el interior de ciertos países de la región para facilitar la interconexión del tráfico

nacional. El despliegue de múltiples puntos de interconexión nacionales reduce la proporción de tráfico que debe ser transferido a Estados Unidos o que debe pagar altas tarifas por el uso de redes nacionales. En efecto, la arquitectura de IXP de los países más avanzados de la región está estructurada alrededor de un NAP central al que se vinculan NAP regionales⁴. Esta arquitectura es aconsejable en cuatro países:

- Colombia: 68% de los abonados a ISP residen fuera de Bogotá; 95% de los abonados a ISP pequeños (principales beneficiarios de una arquitectura descentralizada) radican fuera de Bogotá.
- México: 70% de los accesos a Internet del país están ubicados fuera del área metropolitana de la Ciudad de México; por ejemplo, Nuevo León y Jalisco representan 14% del total de accesos del país.
- Bolivia: 58% de los abonados a banda ancha residen en Santa Cruz y Cochabamba, por lo que existen importantes polos de utilización de Internet aparte de La Paz;
- Perú: Lima y Callao concentran 68% de los abonados de banda ancha del país. Luego, Arequipa, Cusco y La Libertad concentran 12% de los abonados, estando 20% restante en los demás departamentos del país.

Para identificar la localización de IXP en cada uno de estos países se desarrolló un índice de localización compuesto por el número de ISP activos en la región, la densidad poblacional, el ingreso per cápita, y la penetración de usuarios de Internet.

El análisis de localización de IXP permitió identificar las siguientes 28 oportunidades para el despliegue de puntos de interconexión (ver Cuadro D).

Estos IXP complementan la infraestructura desarrollada ya existente en países como Argentina y Brasil.

La conectividad entre los nodos interregionales de Panamá, Perú y Brasil se efectuaría por las múltiples redes submarinas y terrestres (ver Figura D).

Por otra parte, la conectividad entre los IXP nacionales y domésticos estaría garantizada por las redes de fibra óptica nacionales en cada uno de los países (Internexa en Colombia, Red Dorsal Peruana, Red Troncal de Entel en Bolivia, Red de la Comisión Federal de Electricidad en México, Red Dorsal de Copaco en Paraguay).

Habiendo determinado la localización de IXP, se definieron los equipamientos por categoría de punto de interconexión, de acuerdo a supuestos de capacidad por país. En este caso, los IXP interregionales y todos los IXP nacionales incluyen un *data center* para ofrecer servicios de colocación. Este último punto lleva a definir el modelo de negocio propuesto.

4. Por ejemplo, la arquitectura tecnológica de CABASE en Argentina consiste en un IXP central situado en Buenos Aires, donde alojan su contenido los principales proveedores (Akamai, Yahoo, Google, entre otros), al que se conectan 10 IXP regionales, que a su vez alojan contenido local (por ejemplo, diarios locales).

Tipo	País	Localización
IXP Inter regionales	Panamá	Punto de interconexión interregional, conectado con IXP nacionales en Nicaragua, El Salvador (existentes), Costa Rica, Guatemala, y Honduras (a construir)
	Brasil	Punto de interconexión internacional (Fortaleza), conectado con IXP brasileiros domésticos y con Argentina, Paraguay y Uruguay vía anillo
	Perú	Punto de interconexión internacional (Chilca), conectado con Bolivia, Chile, Brasil y Ecuador
Nacional Tipo 1	México	Tres puntos de interconexión nacional (Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara) complementado con puntos de interconexión locales (Tijuana, Mérida, Querétaro, Ciudad Juárez)
	Colombia	Dos puntos de interconexión nacional (Bogotá-NAP Colombia, Medellín) interconectados con cuatro puntos locales (Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira)
Nacional Tipo 2	Perú (Nacional)	Tres puntos de interconexión locales (Arequipa, Trujillo, Cusco) interconectados con el NAP Perú (existente) y el IXP inter-regional de Chilca (Perú)
	Bolivia	Punto de interconexión nacional (La Paz) complementado con dos puntos de interconexión locales (Santa Cruz, Cochabamba)
Nacional Tipo 3	Paraguay	Punto de interconexión nacional (Asunción)
	Guatemala	Punto de interconexión nacional (Ciudad de Guatemala)
	Honduras	Punto de interconexión nacional (Tegucigalpa)
	El Salvador	Punto de interconexión nacional (San Salvador)
	Nicaragua	Punto de interconexión nacional (Managua)
	Costa Rica	Punto de interconexión nacional (San José)

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro D.
Recomendaciones de localización de IXP

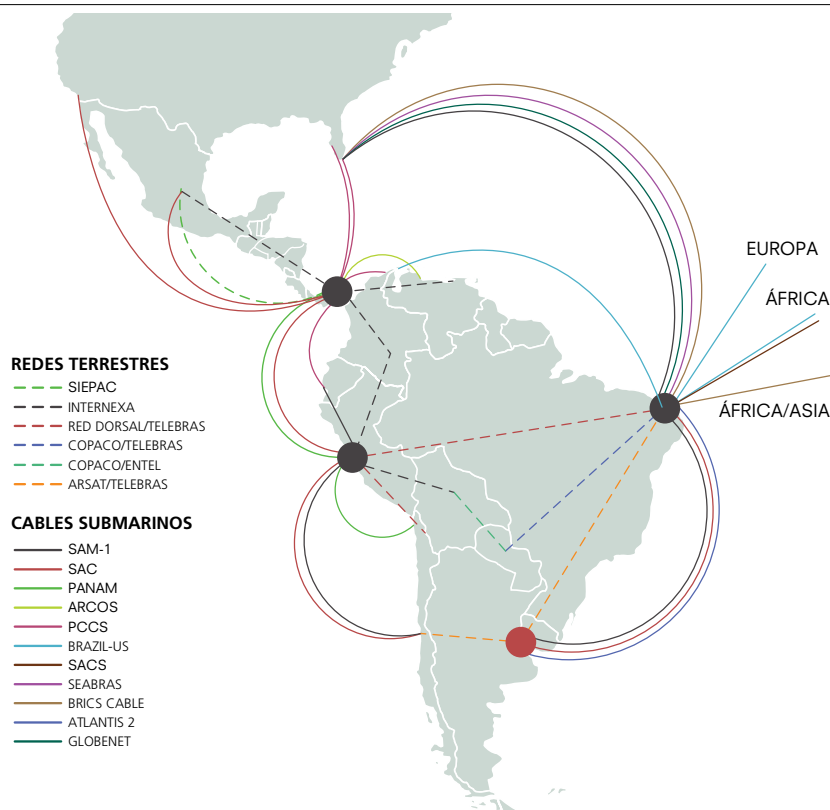


Figura D.
Infraestructura interregional

Fuente: Compilado por TAS con base en Submarine Cable Almanac; ISA Internexa; Siepac; Entrevistas.

Estrategia de negocios

Un IXP puede implantar uno de dos modelos de negocio alternativos: la interconexión pura o la interconexión sumada a la colocación. La interconexión pura alberga un modelo de *peering* abierto de todos contra todos. Este está basado en una malla donde cada uno de los miembros se conecta directamente con los otros miembros, mientras que el IXP es un observador que monitorea los anuncios de BGP⁵ y asegura que todos estén interconectados entre todos. Bajo este modelo todos los participantes, menos los CDN⁶, pagan para apoyar inversiones futuras, generalmente estructurados con base en pagos anuales y por puerto. El modelo de interconexión con colocación, por otro lado, combina el negocio de *data center* con el de interconexión. En este caso, el negocio no solo funciona como punto de interconexión, sino que además, presta servicios conexos de alojamiento. Bajo este modelo pueden interconectarse desde grandes *carriers* hasta pequeñas empresas que requieren de poco espacio. Este IXP / *data center* puede además cumplir el papel de redundancia/espejo/*backup* a otros IXP.

En términos generales, dados los beneficios de la integración vertical, la proximidad comercial entre el *data center* y el IXP es crítica para los centros interregionales y nacionales. La integración vertical trae los siguientes beneficios: un IXP por sí solo está limitado a los ISP y otros clientes, mientras que la integración con un *data center* trae consigo que todos sus usuarios, por defecto, puedan beneficiarse del IXP (por ejemplo un sistema de VoIP, un sistema de correo, páginas web del país, etc.). El *data center* trae consigo más clientes y más tráfico intercambiado dentro del IXP. En particular, los *data centers* atraen a los proveedores de contenido globales con los que estos pueden actuar como anclas para el desarrollo de IXP. En este sentido, una estrategia de desarrollo del sector debe involucrar la creación de incentivos para el despliegue de *data centers* ligados al IXP.

En este contexto, cada IXP recomendado asume una combinación específica de los dos modelos de negocio. Los tres puntos interregionales (Panamá, Fortaleza y Chilca) ofrecen interconexión y colocación. Los modelos de negocio de IXP nacionales de nivel 1 (Bogotá, Medellín, Ciudad de México) y 2 (San José, Tegucigalpa, San Salvador, Ciudad de Guatemala, La Paz y Asunción) pueden adoptar uno de dos modelos de negocio alternativos: IXP autónomo o IXP y colocación. Para definir si se establece un IXP autónomo o un IXP con colocación se tiene en cuenta la inversión que se desea realizar y el tamaño del mercado. Un IXP autónomo incluye servidores CDN, equipo de los ISP y organizadores de fibra óptica. Un IXP con colocación implica funcionar como un *data center*, atraer más clientes y además, tener el IXP dentro del catálogo de servicios.

El atractivo financiero de los IXP recomendados fue evaluado con base en un modelo a diez años de flujos de caja descontados con y sin valor terminal. Se construyeron cuatro

5. BGP (Border Gateway Protocol) es un protocolo de red que utilizan todos los ISP para conectarse y anunciar sus redes. Con él se comparte la información de cada uno de los ISP y de esta forma se intercambia el tráfico.

6. Los CDN se incluyen en ambos modelos, ya que para que el IXP sea atractivo es recomendable que tenga contenido

modelos (Panamá, Colombia, Bolivia y Costa Rica), extrapolables a los otros IXP que forman parte del marco propuesto. El análisis financiero de negocios autónomos muestra un perfil financiero positivo (ver Cuadro F).

Cuadro F.
América Latina

Nivel	Modelo	Ejemplo	VPN (sin valor terminal) (en millones USD)	VPN (con valor terminal) (en millones USD)	Aplicable a otras localizaciones
	Interconexión y colocación	Panamá	4,5	36,49	Brasil (Fortaleza), Perú (Chilca)
Nacional 1	2 Centros nacionales (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Colombia (Caso Base)	1,14	18,04	México
Nacional 2	1 Centros nacional (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Bolivia	0,58	3,75 (*)	Perú (nacional) (**)
Nacional 3	1 Centra nacional (interconexión y colocación)	Costa Rica	0,24	5,74 (*)	Guatemala, Honduras, El Salvador, Paraguay

Nota: (*) El VPN (con valor terminal) de Costa Rica es superior al de Bolivia porque el costo de capital ponderado de Bolivia es 12% mientras que el de Costa Rica es 10%.

(**) Perú (nacional) se asemeja al caso boliviano más que al colombiano porque Perú solo tendría dos IXP regionales y un centro nacional igual que Bolivia, mientras que Colombia tiene dos IXP nacionales y más de dos regionales.

Fuente: Análisis TAS.

Tal como se observa, los IXP interregionales y los modelos nacionales (que incluyen dos centros nacionales y varios puntos domésticos) son extremadamente atractivos financieramente. En el caso de los IXP menores, si bien el caso de negocios no muestra grandes beneficios, su contribución económica y social (ver abajo) es significativa.

La inversión de capital inicial por país fue estimada a partir de la configuración técnica y de los costos de obra civil de cada modelo de negocio (Cuadro G).

Cuadro G.
América Latina: Inversión inicial
(CAPEX) de IXP

Nivel	Modelo	Ejemplo	CAPEX de Ejemplo (en millones USD) ⁽¹⁾	Aplicable a otras localizaciones	CAPEX Total (en millones USD)
Inter-regional	Interconexión	Panamá	9.607	Brasil (Fortaleza), Perú (Chilca)	28,8 - 32,0
Nacional 1	2 Centros nacionales (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Colombia	3.463	México	6,9 – 11,0
Nacional 2	1 Centros nacional (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Bolivia	1.384	Perú (nacional)	2,8 – 6,0
Nacional 3	1 Centro nacional (interconexión y colocación)	Costa Rica	1.487	Guatemala, Honduras, El Salvador, Paraguay	8,9 – 12,0
Total			15.941		47,4 – 61,0

Nota (1): El CAPEX no incluye el lote o terreno; aproximadamente entre el 45% y 65% corresponde a la obra civil

Fuente: Análisis TAS

Más allá del beneficio financiero evidenciado en los análisis, es importante evaluar la contribución económica de esta propuesta. Esta ha sido analizada en términos del impacto indirecto al crecimiento del producto interno bruto.

La contribución económica del modelo propuesto debe ser analizada en cuatro niveles. En primer lugar se debe estimar el ahorro resultante en costos de tránsito como resultado de la propuesta de infraestructura de interconexión. Sobre esta base, se debe estimar qué porción de este excedente del productor es transferido a los precios al consumidor del producto de banda ancha. A partir del análisis de la reducción de precios resultantes, y basados en la elasticidad de la demanda de banda ancha, se estima el aumento en la penetración de este servicio. En la medida de que esta última es una tecnología de uso general (en otras palabras, con impacto de derrame en el resto del sistema productivo), se estima el impacto resultante de la penetración adicional en el crecimiento del producto interno bruto.

Respecto al primer efecto económico, el ahorro resultante del despliegue de la infraestructura de IXP está basado en estimar el porcentaje de tráfico que se queda en la región por el cual no se paga transporte internacional, y para los IXP domésticos, el ahorro resultante por la disminución de costos de transporte intra-país. Como se menciona arriba, se estima que el costo incurrido en la compra de tránsito internacional suma USD 1.800 millones⁷. El despliegue de la infraestructura recomendada permite alojar todo el contenido internacional en la región, interconectar el tráfico intra-latinoamericano en los puntos localizados en la zona, y permitir a los ISP del interior de cada país acceder a costos de transporte doméstico más bajos. Estos tres efectos combinados permiten reducir el costo de tránsito en 38%. El ahorro promedio generado por el despliegue de IXP domésticos al interior de cada país fue calculado en 56%. Esta magnitud ha sido verificada a nivel de la experiencia documentada de países en la región⁸.

Sobre esta conclusión, se estimó qué porcentaje de este beneficio sería transferido al consumidor final de banda ancha. Este efecto es validado por experiencias concretas en Argentina (una reducción de costos de tránsito del 50% resulta en una disminución de tarifas de banda ancha de 15,5%) y Brasil (por cada 20% de disminución del costo de tránsito, la tarifa residencial del plan básico disminuyó 11,8%).

Con estos resultados, se estima el impacto en la penetración de banda ancha a partir de la elasticidad de precios existente en los países de la región (-1,88%)⁹. De acuerdo a estos coeficientes, una reducción promedio de costos de tránsito de 33%, impactaría las tarifas reales de banda ancha en -8,31%, lo que implica un crecimiento en puntos

7. Esta cifra incluye el costo del tráfico internacional para Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, México, Paraguay, Perú, Costa Rica, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, y Panamá. El valor es calculado transformando el flujo internacional de acuerdo al modelo de tráfico a capacidad (suponiendo una relación conservadora de 1 a 1), y multiplicándolo por los costos medios mensuales por ruta.

8. Por ejemplo, el despliegue de IXP en el interior de Argentina resultó en una reducción de la tarifa de transporte prorrateado de 64%. Este valor es indirectamente confirmado por los resultados del estudio de Kende y Murphy (2012) para Kenia.

9. Ver modelo de Telecom Advisory Services desarrollado para el Banco Mundial. *Broadband Demand Toolkit*

porcentuales de hogares conectados a banda ancha de 4,37% (Colombia), 4,54% (México), 3,41% (Perú), 4,58% (Panamá) y 0,93% (Bolivia)¹⁰.

Acudiendo a la función que vincula penetración de banda ancha con el crecimiento del PIB¹¹, se puede proyectar la contribución del despliegue de IXP al PIB. Bajo el escenario de ahorro en costos de tránsito del orden de 33%, el impacto en el crecimiento del PIB sería de aproximadamente 0,20 puntos porcentuales. Suponiendo que este efecto se realizaría en los países que están entrando en un período de despliegue de IXP (excluyendo Argentina y Brasil principalmente, dado que ya tienen una infraestructura desarrollada), el impacto económico sería de USD 3.557 millones.

Adicionalmente al impacto en la disminución de precios de banda ancha, la reducción de la latencia como resultado del despliegue de los IXP propuestos también tiene un efecto económico positivo. En primer lugar, se comprueba que la instalación de IXP tiene un impacto positivo en el incremento de velocidad de descarga de banda ancha. De acuerdo a un modelo de regresión logarítmica con datos de América Latina, los países con costo de transporte por Mbps promedio inferior a los USD 30 (Argentina, Brasil y, secundariamente, México por la cercanía a Estados Unidos) logran velocidades promedio superiores a los 4 Mbps. Nuevamente, la experiencia argentina confirma estos resultados¹².

Comprobado este efecto positivo, se calcula que el despliegue de IXP en la región llevaría a aumentar la velocidad de conexiones de banda ancha en un 35%. Considerando, de acuerdo a la investigación académica¹³, que duplicar la velocidad promedio de la banda ancha en un país genera un aumento en su producto del 0,20%, la introducción de los IXP en la región generará un PIB adicional de USD 915 millones.

Para concluir, más allá de lo que significa en términos de garantizar una mayor inclusión social por la provisión de mayor acceso a la banda ancha, el despliegue de IXP en América Latina representa una contribución al producto bruto regional de entre USD 3.557 y USD 4.472 millones. La hipótesis de mínima acontece en un escenario donde los beneficiarios de la mayor asequibilidad coinciden con quienes se benefician del aumento de velocidad. Por otro lado, el escenario de máxima, acontece si se consideran dos grupos poblacionales diferentes.

Este retorno social y económico a la inversión enfatiza la necesidad de acelerar los planes de despliegue de IXP. Algunas de las iniciativas recomendadas ya se encuentran en proceso de implantación. Por ejemplo, el despliegue de IXP en Perú ha sido incluido en

10. La penetración adicional de banda ancha es diferente por país dado que la tasa de elasticidad de precios varía con la penetración del servicio.

11. Ver Katz R.(2010). "La contribución de la banda ancha al crecimiento económico", Jordán, V., Galperin, H., Peres, W. *Acelerando la Revolución Digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*. CEPAL: Santiago, Chile.

12. La experiencia de CABASE en Argentina confirma los resultados del modelo anterior. La introducción de IXP regionales domésticos en Argentina logró duplicar la velocidad de descarga, manteniendo el precio y lanzar productos con mayores velocidades.

13. Ver Rohman y Bohlin (2012). Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries, descargable de http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2034284 y ajuste de Rohman y Bohlin (2013) para países de menor desarrollo, en <http://www.ericsson.com/news/1729555>

la licitación para la construcción de la Red Dorsal, o el consorcio para el lanzamiento de un IXP en Costa Rica ya ha sido formado. En este sentido, existe una urgencia en acelerar los respectivos programas, finalizando la identificación de actores clave por país que lideren el proceso de despliegue. En paralelo, es necesario realizar los estudios de factibilidad técnica y económica para cada uno de los proyectos. Estas tareas deben ser cumplidas en paralelo con una campaña de concientización sobre las iniciativas regulatorias y de política pública para estimular el despliegue de infraestructura.

La CAF—banco de desarrollo de America Latina puede jugar un papel importante contribuyendo al financiamiento de la inversión inicial de la infraestructura de interconexión de diferentes maneras:

- Opción de financiamiento de IXP interregionales: un ente público o privado (por ejemplo, Internexa) podría requerir financiamiento para el despliegue de los tres centros interregionales.
- Opción de financiamiento de inversión de redes domésticas: un ente público o privado (por ejemplo, consorcio de operadores bolivianos) podría estar apoyado financieramente para el lanzamiento de IXP a nivel nacional.
- Opción de financiamiento de inversión de IXP vinculado a proyecto de redes troncales de fibra óptica: en el caso de Perú, el despliegue de IXP se encuentra formalizado en la licitación de construcción de la red dorsal, por lo que la inversión de IXP estaría incluida en el financiamiento requerido por la entidad ganadora de dicho concurso.

*

Este estudio ha puesto de manifiesto la evidencia necesaria para impulsar el desarrollo de la infraestructura de interconexión de Internet. La viabilidad financiera de los negocios recomendados, sumado al retorno económico y social de dicha iniciativa, no hace más que resaltar la urgencia para poner esta agenda en marcha.

1. INTRODUCCIÓN

- Antecedentes
- Objetivos del estudio
- Metodología
- Plan de trabajo

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Internet se ha convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo económico y social. Su potencial ha sido reconocido por prácticamente todos los países y se ha venido motivando su crecimiento accionando tres grandes conjuntos de palancas: (1) la alfabetización digital y apropiación de las tecnologías de la información, (2) la creación de contenidos y aplicaciones que estimulen su uso, y (3) el desarrollo de infraestructura de acceso, transporte e interconexión.

El tráfico de Internet ha crecido y se espera que siga creciendo a tasas altas en los próximos años. Este tráfico está siendo soportado por el desarrollo de las redes de transporte, nacionales e internacionales, que han sido construidas principalmente por operadores privados con presencia en la región. Sin embargo, algunos gobiernos han determinado que el marco regulatorio y los incentivos económicos y de competencia no han sido suficientes para que se desplieguen redes con cobertura y capacidad que acomoden el crecimiento, por lo que han desarrollado e implementado políticas donde ha sido la inversión estatal la que ha venido a suplir las deficiencias. Tales son los casos de Brasil (Telebrás), México (red de la Comisión Federal de Electricidad), Colombia (Red Azteca del Plan Vive Digital), Argentina (Plan “Argentina Conectada”), entre otros.

Al mismo tiempo, se tiene claramente identificado que no basta con la ampliación de las redes de transporte, sino que también es necesario tener un marco e infraestructura de interconexión de redes que puedan hacer más eficiente el uso de dichas redes, se reduzcan los costos, disminuya la latencia, y aumente el intercambio de tráfico regional. Recientemente, en la región latinoamericana se ha venido discutiendo el cómo motivar la infraestructura de interconexión (p.ej., ver ISDEFE/CAF (2010) y (2013)¹, CAF (2011 y 2013)², BID (2012)³ y OCDE (2012)⁴), ya que se ha identificado a esta como uno de los principales cuellos de botella para el sano desarrollo de Internet en la región. La CAF-Banco de Desarrollo para América Latina ha tomado el liderazgo en una iniciativa que busca resolver esta situación, tomando el desarrollo de IXP regionales, el objetivo central del presente estudio.

1. ISDEFE/CAF. (2010). *Estudio de las infraestructuras y servicios de telecomunicaciones en países de América Latina*.

2. CAF. (2011). *La infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria. Telecomunicaciones*. IDeAL 2011.

3. García Zaballos, A. et al. (2011). *Análisis y recomendaciones para promover una mayor interoperabilidad en UNASUR*

4. OCDE. (2012). *Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en México*.

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general de este estudio es contribuir al desarrollo del ecosistema de Internet en América Latina, así como al avance de la hoja de ruta para la conectividad en la región y la integración en el seno de los acuerdos definidos en el COSIPLAN⁵. Así es como esta iniciativa ha sido identificada como una pieza fundamental para el desarrollo social y económico de la región.

En este sentido, el estudio responde a los siguientes objetivos:

- Establecer las bases regulatorias y de política para promover la inversión y el uso de IXP en América Latina.
- Establecer los factores económicos, técnicos y operacionales para el desarrollo y consolidación de una mayor infraestructura de IXP que promueva un intercambio eficiente del tráfico regional de Internet.
- Determinar las ubicaciones y el potencial factible de IXP regionales, a la luz, entre otros, de proyecciones de tráfico y perfil de la demanda de datos en América Latina.
- Proponer diferentes alternativas y modelos de negocio de los IXP en la región, junto con sus modelos corporativos, operativos y de gobernanza.
- Estimar el impacto económico en la región del despliegue de IXP, analizando, el impacto en los costos de interconexión, los precios finales del servicio de banda ancha y los resultados en la calidad de la conexión.

De acuerdo a estos objetivos, el estudio está estructurado en tres grandes áreas. En primer lugar, se analizan e identifican las grandes tendencias en el desarrollo de la infraestructura de interconexión a nivel internacional con el propósito de determinar las mejores prácticas posibles de ser incorporadas en América Latina. En segundo lugar, se estudia la situación actual de interconexión de Internet en la región para entender las debilidades que deben ser subsanadas con una propuesta de marco de acción. En tercer lugar, y basado en el análisis de la situación actual en la región y la identificación de mejores prácticas a nivel internacional, se presenta una propuesta de marco de acción.

1.3. METODOLOGÍA

En el contexto de los objetivos descritos arriba, la metodología de este estudio apunta a desarrollar un conjunto de recomendaciones regulatorias y de política para promover la expansión de IXP en la región, analizar los factores diversos (económicos, técnicos y operacionales) para que existan IXP exitosos, sugerir la ubicación y el modelo de negocios que pudieran sustentarlos, y hacer una estimación del impacto que esta decisión de política regional podría tener sobre las economías latinoamericanas.

5. Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento.

Cada uno de los objetivos específicos requirió la utilización de metodologías diferentes, a ser detalladas a continuación:

1.3.1. Establecimiento de bases regulatorias y de política pública para promover la inversión en IXP

La premisa fundamental subyacente a este objetivo es la determinación del marco de incentivos necesarios para estimular la inversión privada en IXP, así también los mecanismos eventuales de intervención pública para subsanar una posible ausencia de inversión. Metodológicamente esto implicó el desarrollo de dos tipos de análisis:

- **Análisis de la experiencia internacional en términos de inversión en IXP:** ¿Cómo se han comportado los sectores público y privado en términos de participación relativa de la inversión? ¿Qué tipo de incentivos y protecciones han sido dados al sector privado para estimular la inversión? En el caso de la inversión pública, ¿cuáles han sido los mecanismos elegidos para desplegar IXP? En particular, ¿qué tipo de mecanismos híbridos (por ejemplo, asociaciones público privadas) o de entidades autárquicas (por ejemplo, empresas públicas de electricidad) han sido elegidos?
- **Análisis de los marcos regulatorios y de política pública en América Latina:** Más allá de la experiencia internacional, toda recomendación en el área regulatoria y de política pública para IXP debe representar una adecuación al contexto latinoamericano. Por ejemplo, la participación estatal en la industria de telecomunicaciones en la región se ha acentuado en los últimos años (ver, por ejemplo, los casos de Telebrás en Brasil, Arsat en Argentina, CFE Telecom en México, a los que se suman los de ANTEL, CANTV y el ICE en Uruguay, Venezuela y Costa Rica, respectivamente). Esto se combina con situaciones como la existente en Chile y El Salvador, donde el sector privado es el motor principal de desarrollo de la industria. En este contexto, la definición de políticas públicas debe reconocer primero que toda experiencia internacional debe ser adaptada al contexto latinoamericano y, segundo, que no existirá una base única regulatoria y de política pública para estimular la inversión en IXP, sino que esta deberá ser adecuada a las condiciones específicas de cada país de la región. Para ello, considerando la experiencia internacional, el estudio debió realizar un análisis sistemático de aquellos elementos del marco regulatorio y de políticas públicas de los principales países para poder formular modelos realistas.

1.3.2. Establecimiento de factores económicos, técnicos y operacionales para el desarrollo de una infraestructura de IXP

Dado el carácter multidisciplinario de este objetivo, los aspectos metodológicos del mismo son de características diferentes:

- **Modelo de tráfico de Internet en la región:** La determinación de la localización óptima de IXP a desplegar debe estar basada en un análisis del tráfico de Internet en América Latina. Los modelos de tráfico existentes y del dominio público son relativamente agregados, lo que dificulta generar una visión acabada de los flujos intra-nacionales e internacionales. Esto requirió la construcción de un modelo que

permitió no solo entender los flujos de tráfico en la actualidad, sino también proyectar su evolución a futuro.

- **Modelización de la arquitectura objetivo:** El modelo de tráfico permitió diseñar la arquitectura objetivo de las redes de IXP para América Latina. Para ello, se comenzó por especificar la arquitectura actual con su correspondiente jerarquía de interconexión. Una vez formalizada, y construido el modelo de tráfico a futuro, se diseñó una arquitectura funcional que permitió determinar los ahorros en la capacidad requerida para transportar los flujos de tráfico y determinar la localización más adecuada de IXP en la región.
- **Modelo de impacto de las recomendaciones en los precios minoristas de banda ancha:** Este análisis requirió una comprensión de los precios minoristas en banda ancha fija y móvil por país, de la estructura de costos de los proveedores de transporte, así como de los factores que afectan la reducción de precios más allá de una disminución de costos (por ejemplo, la dinámica competitiva).
- **Modelo de inversión y caso de negocio de IXP:** Este representó el componente fundamental del análisis económico en la medida que permitió determinar el monto total a invertir e identificar los parámetros básicos de rentabilidad de dicha inversión.

1.4. PLAN DE TRABAJO

Con base en la metodología descrita arriba, el estudio fue organizado en tres fases:

Fase 1: Análisis de la experiencia internacional.

Fase 2: Análisis de la situación latinoamericana.

Fase 3: Desarrollo del marco de acción.

Las actividades de la Fase 1 están representadas en la Figura 1.1:

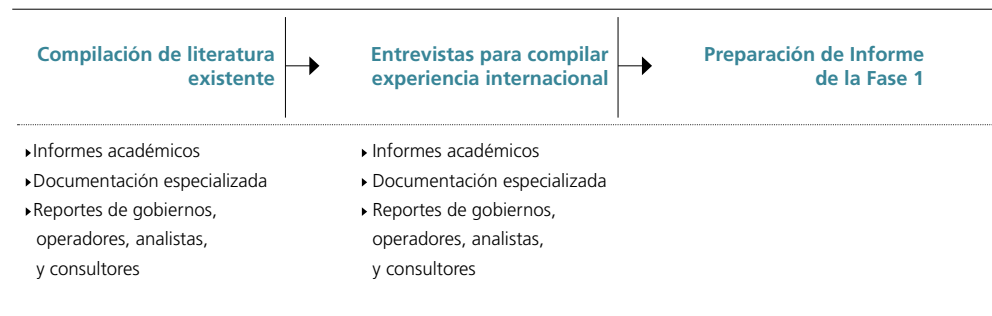
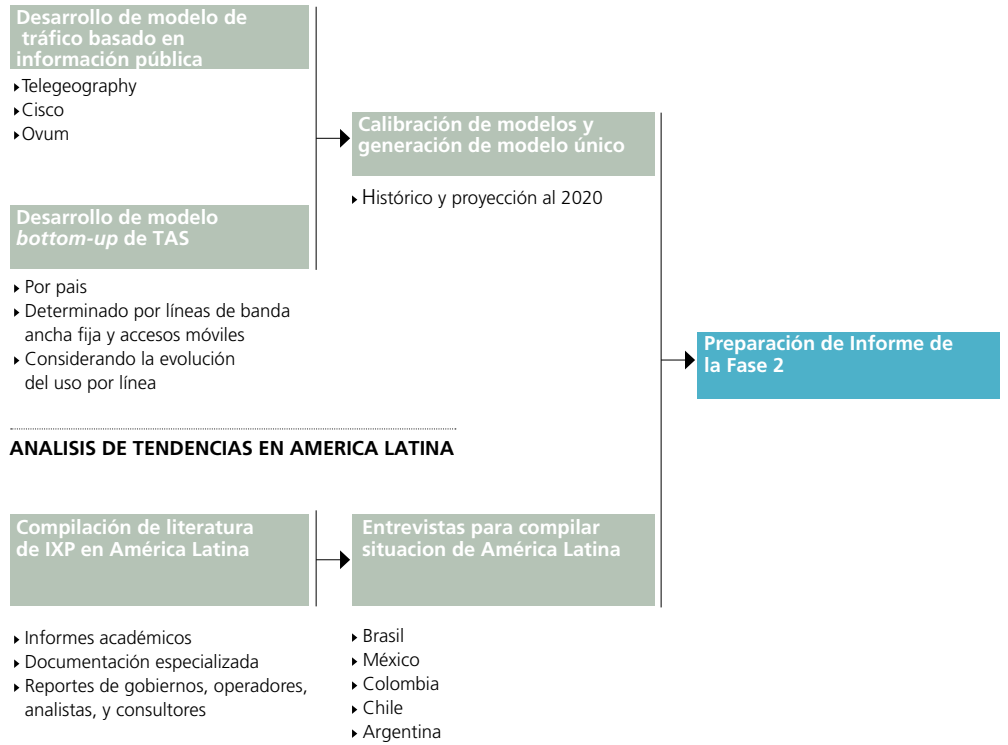


Figura 1.1.
Diagrama de flujo de tareas de la Fase 1

El siguiente diagrama (Figura 1.2) contiene las tareas relacionadas con la Fase 2, tal como fueran descritas en la sección anterior.

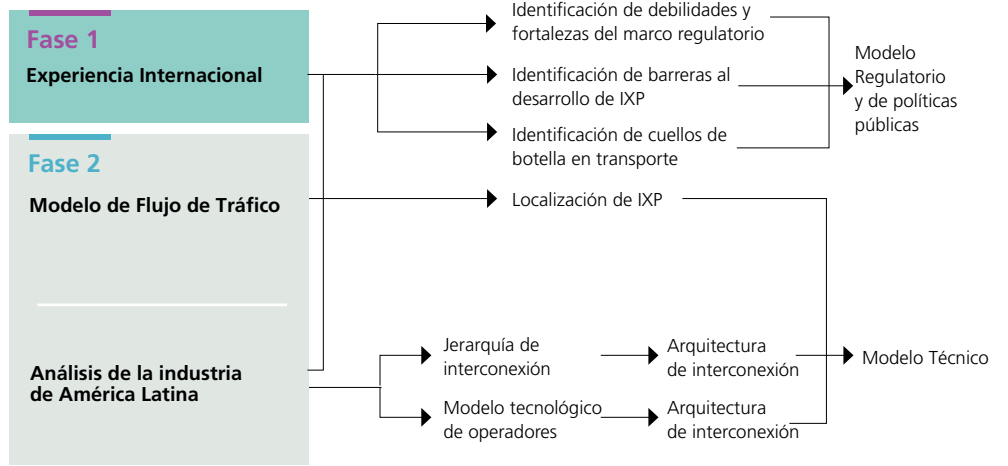
Figura 1.2.
Diagrama de flujo de tareas de la Fase 2

MODELO DE FLUJO DE TRAFICO DE Internet



Los resultados de las fases 1 y 2 fueron insumos para la realización de las tareas de la Fase 3 (ver Figura 1.3).

Figura 1.3.
Diagrama de flujo de las primeras tareas de la Fase 3



Como fuera mencionado arriba, el desarrollo del modelo operativo y estratégico requirió, desde el punto de vista de la interdependencia, la concreción de las recomendaciones de los modelos regulatorio y técnico. Esto se demuestra en el siguiente diagrama de flujo (ver Figura 1.4).

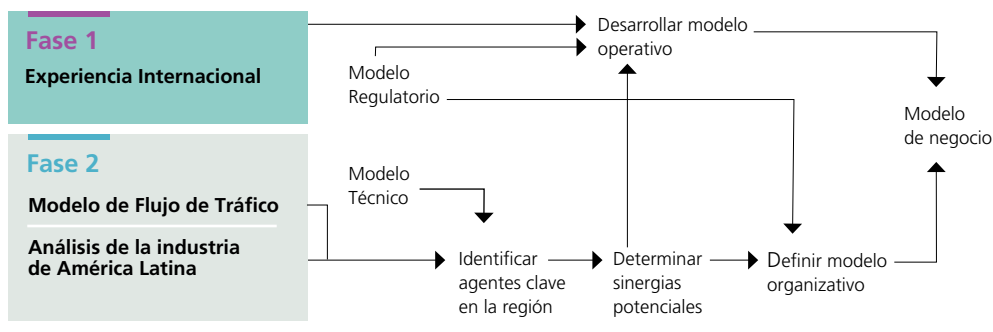


Figura 1.4. Diagrama de flujo del desarrollo del modelo operativo y estratégico (Fase 3)

Con la definición del modelo operativo y estratégico, se encaró la especificación del modelo de negocio. En efecto, como fuera antes mencionado, este último estuvo basado en tres modelos: el regulatorio, el técnico y el operativo y estratégico (ver Figura 1.5).

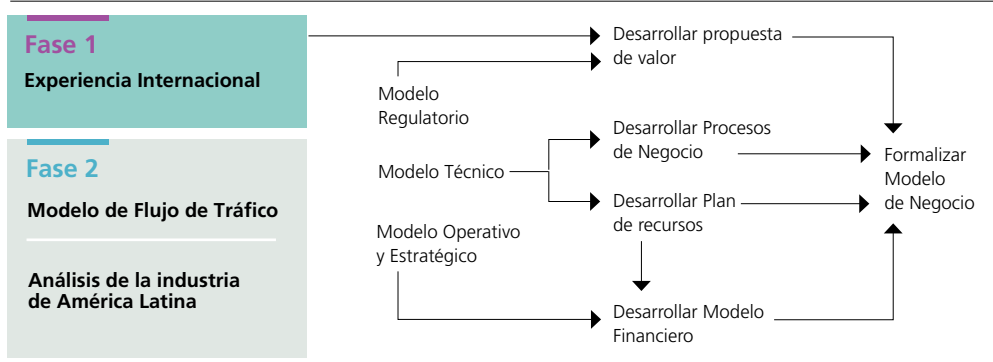


Figura 1.5. Diagrama de flujo del desarrollo del modelo de negocio (Fase 3)

El último módulo de la Fase 3 se refiere al desarrollo del modelo de impacto económico de la infraestructura propuesta (ver Figura 1.6).

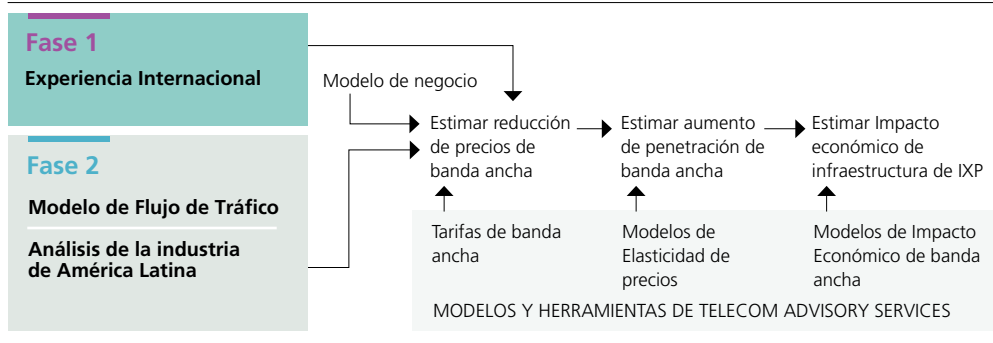


Figura 1.6. Diagrama de flujo del desarrollo del modelo de impacto económico (Fase 3)

Este documento constituye el informe final del estudio. En este sentido, compila los resultados de las tres fases, profundizando las recomendaciones. Los modelos y bases de datos están incluidos en anexo con excepción del modelo de tráfico y los modelos financieros de cada IXP recomendado, los que fueron adjuntados en soporte magnético.

El siguiente cronograma muestra el despliegue de tareas y módulos descritos arriba en términos de un diagrama de Gantt.

2.

MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

2.1.
Tendencias internacionales
en el despliegue
de una infraestructura
de interconexión de Internet

2.2.
Modelos de negocio
y estructura económica
de un IXP

2.3.
Modelos operativos
y estructura organizativa

2.4.
Arquitectura y modelos
técnicos

2.5.
Marco regulatorio
y políticas públicas
con impacto en el sector

2.6.
Impacto económico de IXP

MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN

Este capítulo presenta el análisis de la experiencia internacional en materia de desarrollo de la infraestructura de interconexión de Internet, resumiendo las conclusiones de la Fase 2 del estudio. En particular, el análisis se enfoca en dos grandes áreas. En primer lugar, se analiza cómo se ha efectuado la inversión en IXP, estudiando los siguientes aspectos:

- ¿Cómo se han comportado los sectores público y privado en términos de participación relativa de la inversión?
- ¿Qué tipo de incentivos y protecciones han sido dados al sector privado para estimular la inversión?
- En el caso de la inversión pública, ¿cuáles han sido los mecanismos elegidos para desplegar IXP?
- En particular, ¿qué tipo de mecanismos híbridos (por ejemplo, asociaciones público privadas) o de entidades autárquicas (por ejemplo, empresas públicas de electricidad) han sido elegidos?

En segundo lugar, se estudian los modelos elegidos para el desarrollo de IXP, en términos del modelo de negocio, modelo técnico y modelo operacional y estratégico.

Los resultados del presente documento están basados en un análisis documental y entrevistas presenciales de la experiencia internacional, excluyendo América Latina (la que es presentada en el capítulo 3). Los países estudiados incluyen el Reino Unido, Holanda, Alemania, Estados Unidos, Japón, Israel, Baréin, Hong Kong, Sudáfrica, Kenia y Nigeria. En cada uno de estos países se realizaron entrevistas a los principales IXP (ver lista de entrevistas en el anexo A.1).

2.1. TENDENCIAS INTERNACIONALES EN EL DESPLIEGUE DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET

La interconexión de redes para el tráfico de datos es realizada a través de diferentes modalidades. Una de ellas es el *peering*, que existe cuando dos redes intercambian exclusivamente su propio tráfico. De acuerdo a *Packet Clearing House*¹, el 99,5% de las interconexiones de *peering* se establecieron a través de acuerdos informales que se pactaron entre técnicos u operadores de red. Solo cuando las redes se ven afectadas por factores

1. Instituto de investigación sin fines de lucro con sede en San Francisco, California (<http://www.pch.net/resources/papers//peering-survey/PCH-Peering-Survey-2011.pdf>)

políticos, regulatorios o de competencia, aparecen complicaciones para establecer estos acuerdos de interconexión. Para simplificar y fomentar las interconexiones se crearon los IXP, donde convergen estas redes. En estos puntos, una red puede conectarse a un IXP y ahí acceder a todas las redes que llegan al mismo sitio.

La eficiencia y posibilidad de crecimiento de Internet dependen directamente de la cantidad de interconexiones que este posea: más interconexiones conllevan menores costos, mejor calidad y mayor disponibilidad para transportar información. Si una red solo se conecta con otra que le provee el “servicio de tránsito” para conducir su información hacia el resto de las redes, se someterá a la capacidad, reglas, costos y demás condiciones que establezca ese proveedor.² Por lo tanto, la existencia de IXP es un factor importante para el mejor funcionamiento de la “red de redes”.

Además de las eficiencias económicas que trae como consecuencia el uso de IXP, pudiendo reducir la complejidad de las rutas tomadas por los paquetes de Internet para ir de origen a destino, muchas veces se utiliza el argumento de “seguridad nacional” para exigir, dentro del ámbito regulatorio, que el tráfico nacional no salga de sus fronteras. Esto rápidamente trae la necesidad, por cuestiones económicas, del establecimiento de al menos un IXP dentro del país.

Los argumentos básicos para contar con un IXP pueden sintetizarse en los siguientes cuatro puntos. Primero, excepto en contadas excepciones, los “bits locales” son más baratos que los “bits exportados”. Segundo, un IXP permite reducir notablemente la latencia³, lo que impacta la prestación de varios servicios. En redes móviles, la latencia implica la utilización de espectro en espera de que el sistema responda (lo que conlleva una subutilización de un recurso escaso); de la misma manera, la latencia afecta la calidad de los servicios de nube (*cloud computing*); los servicios de video (incluyendo videoconferencia) requieren latencia mínima para poder ser usados; otros servicios sensibles al tiempo (desde VoIP hasta transacciones financieras, tales como el *trading* bursátil) también son afectados por la latencia. Tercero, un IXP permite que mayor parte del tráfico de Internet sea distribuido por las redes conocidas como *Content Delivery Networks* (CDN)⁴, las cuales buscan optimizar los recursos de red de transporte y disminuir de manera importante los tiempos de entrega. Cuarto, un IXP ayuda a viabilizar la existencia de ISP locales y especializados, facilita la adopción de IPv6 y aísla al ecosistema local de riesgos de seguridad más globales, así optimizando el ecosistema completo de Internet.

El sector de IXP a nivel global ha estado migrando de un conjunto de asociaciones informales patrocinadas por entidades académicas y de investigación científica (denominado

2. O’Flaherty, Christian y Bill Woodcock. “La interconexión de redes en Internet”. México D.F: Política Digital, número 63, agosto/septiembre 2011. (www.politicadigital.com.mx). Número realizado por Ernesto M. Flores-Roux como editor invitado en el tema de interconexión (“La disputa por la interconexión”).

3. La latencia es el tiempo necesario para que un paquete de información se transfiera de un lugar a otro.

4. Una CDN (*Content Delivery Network*), o “red de distribución de contenidos” en español, es un conjunto de computadoras que almacenan copias de una misma serie de contenidos, las cuales están ubicadas en puntos diferentes de una red. Con esto se logra que se puedan acceder y entregar los contenidos de manera más eficiente a los puntos de destino.

en este estudio “modelo de lanzamiento”) hacia un entorno compuesto tanto por organizaciones formalizadas sin fines de lucro (aunque guiadas por una dinámica comercial), como por empresas privadas. De esta manera, el análisis del sector por región permite identificar, de acuerdo a su nivel de desarrollo, tres tipos de modelos que presentan características específicas a nivel organizativo, de negocio, gobernanza y técnicas (ver Figura 2.1).

Figura 2.1.
Modelos alternativos
de organización de IXP

PRIMER MODELO: Lanzamiento	SEGUNDO MODELO: Formalizado	TERCER MODELO: Privatizado
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Patrocinados por universidades o centros de investigación, en la medida de que la investigación científica fue el primer propulsor de Internet ▶ Financiados por organizaciones como ISOC, o consorcios de ISPs ▶ Organización colegiada ▶ Modelo de infraestructura liviano ▶ Recursos humanos a tiempo parcial y voluntarios 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Asume modelo de negocio comercial bajo marco de organización sin fines de lucro ▶ Financiamiento por flujos de caja ▶ Organización formal con un consejo de dirección ▶ Incorporan clientes que no son miembros ▶ Modelo de infraestructura intensivo guiado por un plan de inversión escalable ▶ Recursos humanos a tiempo completo 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Transición refleja la evolución del ecosistema de Internet desde un contexto académico a la introducción de actores y variables comerciales ▶ El IXP es adquirido o desplegado de novo por empresa privada ▶ Modelo de negocio basado en sinergias con negocio de data center y transporte ▶ Expansión geográfica internacional

El modelo de lanzamiento de IXP está basado en una organización sin fines de lucro, estructurada como una cooperativa de miembros fundadores⁵. Esto refleja el hecho de que la mayoría de los IXP han sido concebidos originalmente como entidades incubadas por las comunidades científicas y académicas o por un consorcio de ISP (ver Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1.
Modelo original de IXP

País	IXP	Ente fundador	Año
Reino Unido	LINX (Londres)	UKERNA (red académica del Reino Unido) y 5 ISP	1994
	LONAP (Londres)	Grupo de tres ISP de escala reducida	1997
	IX (Leeds)	Consortio de ISP de escala reducida	2010
Holanda	AMS-IX (Ámsterdam)	20 ISP y operadores de telecomunicaciones	1997
	GN-IX (Groningen)	Una empresa privada con su propio data center	2001
	NDIX (múltiples localidades)	GOM (una empresa de desarrollo económico local con financiamiento del gobierno)	2001
	R-IX (Rotterdam)	Ciudad de Rotterdam	2009
	ZOD-IX (Emmen)	PYME	2010
Alemania	DE-CIX (Frankfurt)	Consortio de tres ISP	1995
	BCIX (Berlín)	Consortio de ISP	2002
Japón	NSPIX (Tokio)	WIDE (Widely Integrated Distributed Environment), entidad académica	1994
Estados Unidos	SIX (Seattle)	Alianza de dos ISP	1997
	CIIX (Los Ángeles)	University of Southern California y Metropolitan Area Exchange	1996
Israel	IIX (ISOC) (Petak Tikva)	ISOC (Israel)	1996

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

5. En este caso, la membresía puede ser restringida por licencias.

El modelo de lanzamiento es prevaleciente aún en muchos países emergentes (ver Cuadro 2.2)

País	IXP	Ente fundador	Año
Sudáfrica	JINX (Johannesburgo)	Internet Service Provider Association of South Africa (ISPA)	1996
	CINX (Ciudad del Cabo)		2009
	DINX (Durban)		2012
Kenia	KIXP (Nairobi)	Telecommunications Service Providers Association of Kenya (TESPOK)	2000
	MSIXP (Mombasa)		2010
Nigeria	IXPN (Lagos)	Internet Service Providers of Nigeria (ISPNA), un consorcio de 8 IXP	2006
Bahréin	BIX	Ministerio de Transporte del gobierno de Bahréin	2003
Hong Kong	HKIX (Hong Kong)	Chinese University of Hong Kong	1995

Cuadro 2.2.
Modelo de IXP
en países emergentes

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

Con el crecimiento en el número de miembros, la necesidad de formalizar un modelo operativo estable que vaya más allá de la cooperativa ad hoc comienza a materializarse. Así, el modelo formalizado representa un cambio respecto al modelo de lanzamiento en el sentido de que, a pesar de mantener su misión de organización sin fines de lucro, el IXP comienza a ser gestionado de acuerdo a prácticas comerciales.

En primer lugar, la formalización implica la transformación de una asociación cooperativa de miembros a una corporación regida por un proceso de gobernanza estructurado. La gobernanza, en este caso, funciona con una gerencia que responde a un consejo de dirección, que a su vez reporta a una asamblea de miembros fundadores. Por ejemplo, el siguiente modelo de gobernanza es el adoptado por el IXP de Ámsterdam, AMS-IX, cuando se encaró su formalización:

- La entidad es definida como sociedad de responsabilidad limitada cuyos accionistas son los miembros de la asociación del IXP.
- La asamblea de miembros deviene en una reunión de accionistas, la que es convocada dos veces al año.
- El consejo ejecutivo es reemplazado por un consejo de supervisión, el que se reúne trimestralmente para decidir temas como finanzas, estrategia comercial de largo plazo (plan estratégico), presupuesto anual y elección de miembros del consejo (este está típicamente formado por seis miembros).
- Se define la nueva instancia ejecutiva de gestión conformada por una dirección de gerentes que reporta al consejo de supervisión trimestralmente.
- Adicionalmente, los miembros pueden reunirse con el personal técnico del IXP para discutir temas operacionales.
- Los libros contables de la corporación son llevados siguiendo los principios de GAAP y auditados por una firma independiente. Con un despliegue internacional (sirviendo a miembros o clientes más allá del ámbito doméstico original), el modelo financiero está basado en ingresos por membresía a los que se suman tarifas contractuales cobradas a clientes.

Asimismo, la composición del IXP, bajo el modelo formalizado, tiende a incluir no solo a sus miembros fundadores, sino también a clientes bajo contrato (con estatus diferente).

La transición del modelo de lanzamiento al “modelo formalizado sin fines de lucro” está parcialmente impulsada por tendencias internas al negocio de IXP. Aun en el caso de organizaciones sin fines de lucro, uno de los objetivos fundamentales del IXP, guiado por su estructura económica, es aumentar su base de miembros para poder reducir los costos de interconexión (ver más abajo el retorno a economías de escala). Al mismo tiempo, en la medida que los miembros requieren los mejores servicios posibles, esto demanda inversiones de capital más importantes, con lo que el incentivo a ganar más miembros (con o sin derechos) aumenta en importancia. Esto genera un incentivo a expandirse más allá del mercado doméstico, inclusive usando servicios de distribución indirecta (socios y revendedores). El resultado es una de las razones por la cual el IXP continúa manteniendo el estatus de organización sin fines de lucro: las rentas económicas se reinvierten en infraestructura o se mantienen en un fondo de reserva para continuar acentuando el crecimiento. Una razón adicional por la cual el modelo sin fines de lucro persiste en su aplicabilidad es la relación que existe entre este modelo y la neutralidad de interconexión; hipotéticamente, la introducción de variables de rentabilidad comercial podría resultar en desequilibrio entre las partes que adhieren al IXP.

El modelo formalizado tiende a coexistir en el sector con el “modelo privado” de IXP. Este último es una organización con fines de lucro, donde los usuarios del servicio son clientes bajo contrato. En este caso, y en términos generales, el IXP es una subsidiaria, cuya dirección general reporta dentro de una unidad de negocio de una corporación (generalmente un operador de telecomunicaciones, aunque también puede ser un proveedor de servicios de *data center*). En el caso de operadores de telecomunicaciones, di-

Cuadro 2.3.
Ejemplos de IXP privados

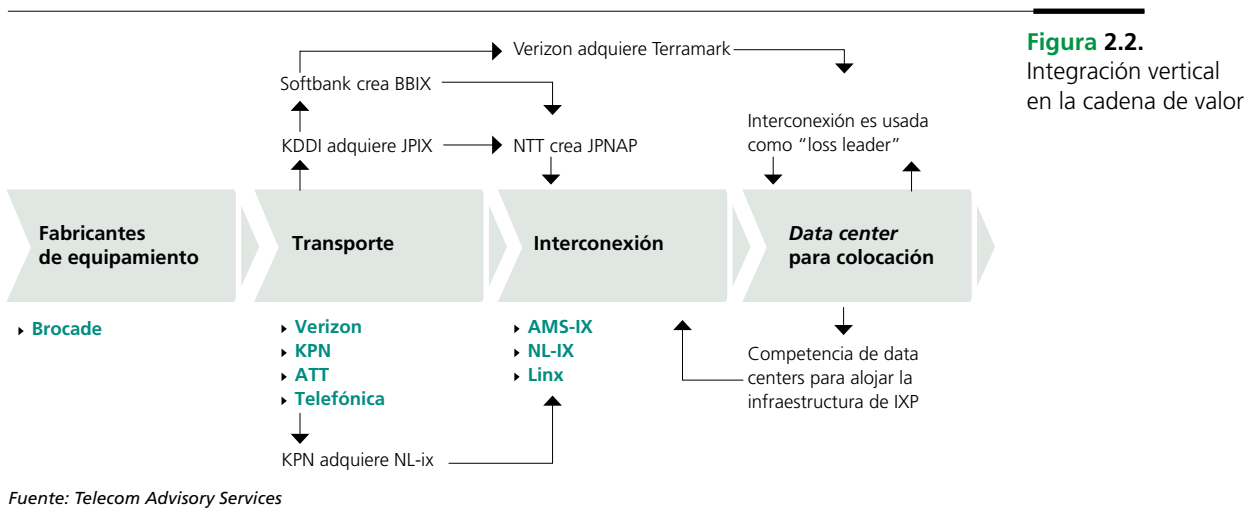
País	Entidad	Accionistas mayoritario	Año creado
Holanda	NL-IX (La Haya)	KPN	2003
Alemania	ECIX (Dusseldorf, Berlín, Hamburgo)	Peering GmbH (Empresa privada)	2001
	INXS (Múnich)	Cable & Wireless	1994
	N-IX (Núremberg)	Team (IX) (Empresa privada)	1993
	KleyRex (Frankfurt)	Consortio de pequeños ISP	2002
	S-IX (Stuttgart)	Iniciativa para tráfico regional	2005
Estados Unidos	Equinix	Empresa pública (NASDAQ)	1998
	TIE (New York)	ABRY Partners y Berkshire Partners (capital de riesgo)	2008
	Any2 (Boston, DC, Los Angeles, New York)	Coresite (empresa pública - NYSE)	2005
	NYIIX (Atlanta, Dallas, New York, Phoenix)	Telehouse (Empresa privada)	1996
	LAIIX (Los Ángeles)		1996
	Terramark	Verizon	1980
Japón	JPIX (Tokio)	KDDI	1997
	JPNAP (Tokio)	NTT	2000
	BBIX (Tokio)	Softbank	2003

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

cha unidad generalmente es la de servicios mayoristas a operadores y prestadores. Con un despliegue de negocios internacional, el modelo financiero en este caso está basado exclusivamente en tarifas acordadas contractualmente.

El modelo privado puede surgir desde el inicio o emerge después de una adquisición de una organización sin fines de lucro por el sector privado, principalmente por operadores de telecomunicaciones (ver Cuadro 2.3).

El proceso hacia el modelo privado está determinado, en parte, por una tendencia gradual a la integración vertical en la cadena de valor del transporte e interconexión de Internet (ver Figura 2.2).



De acuerdo a este proceso, se observa que jugadores operando en estadios discretos de la cadena de valor (transporte o *data centers*) tienden a entrar en el sector de IXP con el propósito de defender posiciones en el negocio madre o usar la interconexión como mecanismo de captación de nuevos clientes. Ahora bien, esta estrategia de integración vertical no es simple. En términos generales, los IXP neutrales pueden capturar una base más importante de tráfico y por lo tanto apalancar economías de escala importantes. En el caso de IXP propiedad de empresas de telecomunicaciones u operadores de *data centers*, la falta de neutralidad puede afectar la adquisición de clientes al estar estos últimos preocupados por prácticas competitivas desleales. Bajo esta situación, si bien la entrada en el sector de interconexión puede estar afectada por el volumen limitado y la falta de economías de escala, este déficit es compensado por el subsidio cruzado proveniente del negocio de transporte o *data centers*.

Adicionalmente, para compensar la desventaja en la adquisición de clientes, el IXP privado puede adoptar un modelo de gestión *arms length*, donde el negocio de la interconexión es manejado de manera independiente, estructuralmente separado del negocio principal (ver, por ejemplo, la estrategia de NL-ix y su propietario, KPN, en Holanda). Bajo este concepto, los clientes del IXP tienen absoluta libertad de elección de proveedores de circuitos de telecomunicaciones. La gestión del negocio es realizada de manera inde-

pendiente y transparente. El beneficio para el operador de telecomunicaciones es el de las economías de alcance y ventas cruzadas. En el caso de negocios de *data centers*, la pérdida potencial de renta como resultado de la falta de neutralidad es compensada por la venta de espacio en el *data center*, con lo que el negocio de IXP se transforma en un *loss leader* (por ejemplo, estrategia de Tie/Telex en Estados Unidos).

El proceso de integración vertical también está impulsado por tendencias por el lado de la demanda. En primer lugar, los usuarios de IXP no están tan comprometidos con el modelo de organización sin fines de lucro cuando deben seleccionar un punto de interconexión en mercados que albergan operadores comerciales privados y cooperativas. Segundo, el único principio que guía la selección de IXP es el de neutralidad respecto a operadores de telecomunicaciones y, en el caso europeo, al *data center* de colocación. Por ejemplo, en el caso de los IXP holandeses, estos mantienen la neutralidad de servicios ubicando su infraestructura en entidades como Telecity, Equinix y Terremark. Aun en el caso de NL-ix (propiedad del operador KPN), el negocio es administrado de manera independiente, pese a que reporta en la unidad de servicios mayoristas. Este último IXP posee *data centers* en varios países europeos, aunque estos ofrecen a sus clientes servicios de diferentes operadores de telecomunicaciones, más allá de los de KPN. Tercero, cuando un operador entra en el negocio de IXP, este se beneficia de las sinergias operacionales entre el negocio de transporte mayorista y la interconexión. Similar el caso de JPNAP en Japón, NTT pudo acelerar su desarrollo dado que ya poseía una base de clientes. Desde ese punto de vista, el mercado puede visualizar ciertos beneficios en adquirir transporte e interconexión del mismo operador, beneficios que se traducen en bajos costos de transacción.

En el proceso de transformación del sector, es posible que un IXP no evolucione completamente hacia el modelo privado y opte por mantener su posición de organización sin fines de lucro. Las condiciones prevalecientes en ciertas geografías (Europa: modelo sin fines de lucro; Estados Unidos y Asia: modelo privado) puede influenciar el modelo asumido en última instancia por el IXP. De todas maneras, aun si el IXP no evoluciona hasta alcanzar su estado privado completo, el proceso de formalización lo lleva a asumir parámetros de comportamiento corporativo semejantes al de una organización comercial. Así, el IXP comienza, en un caso, a diferenciar estatus de usuarios (miembro fundador de la asociación versus cliente comercial), y define mecanismos y procesos de negocio de mercadeo, atención a miembros/clientes, distribución indirecta mediante socios y revendedores. En última instancia, la única diferencia entre el modelo formalizado y el privado sería que la renta en vez de ser distribuida entre los accionistas es reinvertida en infraestructura o guardada en un fondo de reserva.

Como se menciona arriba, el análisis muestra que la preponderancia de modelos varía de acuerdo a la geografía (ver Cuadro 2.4).

El continente europeo presenta una mezcla de modelos sin fines de lucro formalizados y empresas privadas. En América del Norte y Asia, el modelo de empresa privada es el

Geografía	Lanzamiento	Formalización	Privatización
Holanda	GN-IX, NDIX, R-IX, ZOD-IX	AMS-IX	NL-ix (KPN)
Estados Unidos	SIX, CIIX		Terramark (Verizon), TIE (TelX), Any2 (CoreSite), Equinix, NYIIX (TeleHouse), LAIIX (TeleHouse)
Canadá			TORIX (empresa privada)
Alemania	BCIX	DE-CIX	ECIX (Peering GmbH), INXS (Cable & Wireless), N-IX
Reino Unido	LONAP, IX-Leeds	LINX	
Irlanda		INEX	
Sudáfrica	JINX, CINX, DINX		
Israel	IIX		
Japón	NSPIX		JPNAP (NTT), JPIX (KDDI), Equinix, BBIX (Softbank)
Hong Kong		HKIX	Equinix
Taiwán			TWIX (Chunghwa Telecom)
Nigeria		IXPN	
Kenia	KIXP, MSIXP		
Bahréin		BIX	
India	NIXI		

Cuadro 2.4.

Modelos de IXP por geografía

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

dominante, mientras que en América Latina, las entidades sin fines de lucro prevalecen aunque se vislumbra una tendencia hacia el modelo privado (este último punto será analizado en detalle en el capítulo siguiente).

Para finalizar, y como se explicó arriba, desde el punto de vista del despliegue geográfico, los IXP formalizados o privados tienden a expandirse más allá del negocio doméstico original, desplegando puntos físicos de acceso o agregación de tráfico (ver Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5.

Despliegue geográfico de IXP

País	IXP	Modelo	Expansión doméstica	Expansión internacional
Holanda	AMS-IX	Formalización		• Hong Kong, Curazao, Mombassa
	NL-IX	Privado	Arhem, Delft, Haarlem, Almere, Schiphol, Rotterdam, Groningen	• Frankfurt, Dusseldorf, París, Londres, Luxemburgo
Alemania	DE-CIX	Formalización	Dusseldorf, Frankfurt, Hamburgo, Múnich	• Considerando expandirse globalmente
	ECIX	Privado	Dusseldorf, Berlín, Hamburgo	
Reino Unido	LINX	Formalización	IX Manchester	
Estados Unidos	Any2	Privado	Boston, DC, Los Ángeles, Nueva York	
	Tie	Privado	Atlanta, Dallas, Nueva York, Phoenix	
Japón	JPIX	Privado	Construyendo sitios nuevos en Japón (para redundancia)	• Considerando expandirse internacionalmente
	JPNAP	Privado	Tokio, Osaka	• Considerando expandirse internacionalmente
	BBIX	Privado	Tokio, Nagoya, Osaka, Fukuoka, Okinawa	
Hong Kong	HKIX	Formalización		
Sudáfrica	JINX	Lanzamiento	CINX (Ciudad del Cabo), DINX (Durban)	• Considerando expandirse en otros países de África

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

Al alcanzar las etapas más avanzadas de desarrollo, la dinámica de competencia entre IXP tiende a acrecentarse. IXP privados compiten para acelerar el crecimiento en número de miembros y el volumen de tráfico. Los parámetros que determinan una ventaja competitiva son calidad de servicio, localización y redundancia de infraestructura de interconexión. Más allá de la posible comoditización del servicio, los IXP privados están

acelerando la intensidad competitiva del sector. Por ejemplo, Equinix define como factor estratégico fundamental la necesidad de diferenciar su oferta de aquella de los jugadores neutrales y de los servicios de los operadores de telecomunicaciones y los ISP. Así, desde la perspectiva de los IXP privados, el elemento fundamental de competencia es la diferenciación del servicio.

2.2. MODELOS DE NEGOCIO Y ESTRUCTURA ECONÓMICA DE IXP

Esta sección analiza la fórmula de rentabilidad de IXP de acuerdo a los dos modelos arriba mencionados –formalizado sin fines de lucro y privado–. Por el lado de ingresos, los IXP sin fines de lucro tienden a basarse en tres estructuras de precio, todas orientadas a recuperar los costos de inversión en equipamiento y crear un fondo de reserva (ver Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6.
IXP sin fines de lucro:
Estructura de precios

Modelo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Cuota de membresía a la asociación • Cuota mensual por puerto y capacidad
Modelo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Precio por instalación (<i>one time</i>) • Cuota mensual por puerto
Modelo 3	<ul style="list-style-type: none"> • Precio por instalación (<i>one time</i>) • Cuota mensual para <i>peering</i> público (variable de acuerdo al volumen de ventas del miembro)

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

A pesar de la aparente estandarización de precios, un análisis comparado de la estructura de precios en IXP alemanes demuestra un cierto nivel de variabilidad y opacidad (ver Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7.
Alemania:
Estructura de precios por puerto
de 1 Gbps (2013) (EUR)

IXP	Membresía (cuota anual)	Peering público 1 Gbps (cuota mensual)	Peering privado 1 Gbps (cuota mensual)
DE-CIX	<ul style="list-style-type: none"> • 1.500 (compañía <500.000 euros) • 2.500 (compañía >500.000 euros) 	<ul style="list-style-type: none"> • 500 (compañía <500.000 euros) • 750 (compañía >500.000 euros) 	<ul style="list-style-type: none"> • 500 (compañía <500.000 euros) • 1.650 (compañía >500.000 euros)
BCIX	<ul style="list-style-type: none"> • 600 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.000 (costo de instalación por puerto) • 300 (primer puerto) • 200 (puertos adicionales) 	<ul style="list-style-type: none"> • 400 (costo de instalación por puerto)
ECIX		<ul style="list-style-type: none"> • 150 (primer puerto) • 400 (puertos adicionales) 	
INXS		<ul style="list-style-type: none"> • 1.000 (tarifa única que incluye instalación y el primer puerto) • 600 	<ul style="list-style-type: none"> • 200 (por la conexión entre otros miembros)
N-IX		<ul style="list-style-type: none"> • 100 (costo de instalación) • 100 (el puerto) 	<ul style="list-style-type: none"> • 40

Fuente: Entrevistas a IXP, sitios de IXP.

Bajo el modelo privado, las empresas tienden a utilizar al IXP como *loss leader*, como se menciona arriba, para subsidiar el crecimiento del negocio de data center o tránsito mayorista. En este sentido, el modelo de precios incluye la oferta gratuita de puertos y el alquiler de espacio en el data center para colocación.

Por el lado de gastos, el despliegue y operación de un IXP en la etapa de lanzamiento requiere recursos reducidos si ya existe una red de transporte. Por ejemplo, de acuerdo a la experiencia internacional, la inversión de capital para el lanzamiento de un IXP puede alcanzar entre USD 80.000 y USD 100.000. En lo que hace a los costos operativos anuales, el presupuesto anual de un IXP en la etapa de lanzamiento alcanza aproximadamente USD 76.000 (ver Cuadro 2.8).

Categoría de costos	Monto (USD)
Recursos humanos y consultoría	USD 50.000
Capacitación	USD 10.000
Mantenimiento de equipamiento	USD 10.000
Viáticos	USD 6.000
Circuitos (dependiendo del número de puntos de presencia del IXP)	USD 0
Total	USD 76.000
Benchmarks presupuestarios:	
FTE	<ul style="list-style-type: none"> • 1 tiempo completo • 1,5 voluntarios
Miembros	60
Conexiones	75
Numero de POP para colocación	0

Fuente: Entrevista ISPA (Sudáfrica)

Cuadro 2.8.
JINX (Johannesburgo):
Presupuesto anual (2013)

Por otra parte, después de tres a cinco años de operaciones exitosas, un crecimiento gradual de recursos humanos e infraestructura resulta en un incremento presupuestario moderado (ver Cuadro 2.9).

Categoría de costos	2000	2002	Aumento
Recursos humanos y consultoría		USD 1.020	
Amortización de activos fijos		USD 368	
Costos operativos (mantenimiento, viáticos, circuitos)		USD 372	
Total	USD 1.060	USD 1.760	66%
Benchmarks presupuestarios:			
FTE	4	9	125%
Miembros	105	145	38%
Conexiones	120	201	67%
Número de POP para colocación	3	4	33%

Fuente: Informe Anual AMS-IX (2002).

Cuadro 2.9.
AMS-IX (Ámsterdam):
Presupuesto anual (miles de USD)

El modelo financiero de un IXP formalizado se basa en la reinversión de renta en la compra de equipamiento, lo que se puede observar en el ratio CAPEX/ventas, que es significativamente más alto que en el de organizaciones privadas (ver Cuadro 2.10).

El análisis económico de las finanzas de un IXP formalizado indica la existencia de retornos crecientes a economías de escala y alcance (ver Gráfico 2.1).

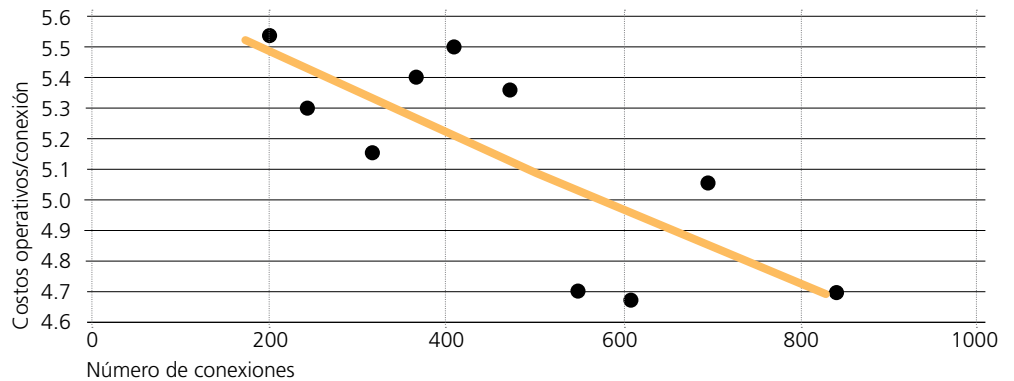
De acuerdo al Gráfico 2.1, los costos de personal y operativos tienden a disminuir significativamente con el aumento de conexiones y no con el número de miembros/clientes. Esto implica que el apalancamiento económico de un IXP está basado en atraer grandes clientes.

6. En América Latina, los costos para un IXP pequeño son aproximadamente USD 25.000.

Cuadro 2.10.AMS-IX: Cuenta de resultados
(2005-11) (EUR)

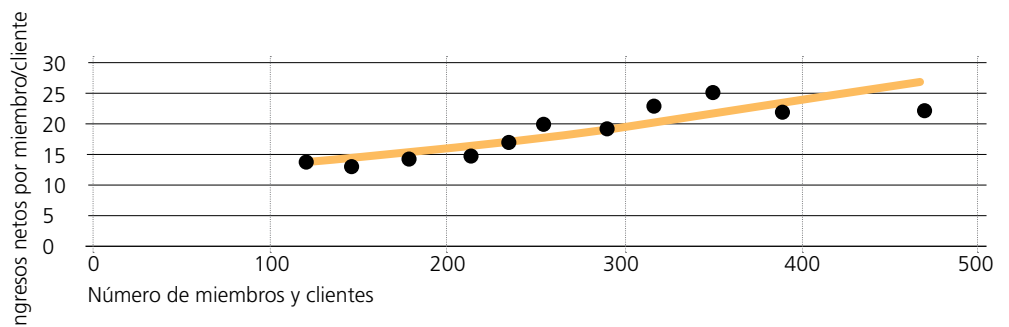
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ingresos		5.495	6.435	8.274	10.143	9.998	11.962
Costos operativos externos (*)		523	890	1.071	1.301	1.452	1.465
Ingresos netos	3.876	4.973	5.545	7.203	8.842	8.546	10.497
Costos de personal		1.514	1.779	1.890	2.041	2.397	2.618
Amortización de activos fijos	1.085	1.543	977	1.696	2.380	3.317	4.100
Otros costos operativos	681	724	738	688	808	1.125	1.317
Ingresos operativos netos	819	1.191	1.910	2.928	3.411	1.706	2.462
Margen operativo		21,6%	29,7%	35,4%	33,6%	17,1%	20,6%
Resultado financiero (**)	1	(3.334)	3.140	9.036	141	(58)	(131)
EBIT	820	1.188	1.941	2.937	3.552	1.647	2.331
Impuestos	257	351	494	735	896	411	574
Resultado neto	563	836	1.447	2.202	2.656	1.236	1.756
CAPEX	1.592	2.040	3.841	2.591	5.807	5.736	4.980

Fuente: Informe Anual AMS-IX (2002)

Gráfico 2.1.AMS-IX:
Economías de escala

Fuentes: Informes Anuales de AMS-IX; Análisis TAS

Por otra parte, el Gráfico 2.2 presenta un análisis de economías de alcance.

Gráfico 2.2.AMS-IX:
Economías de alcance

Fuentes: Informes Anuales de AMS-IX; Análisis TAS

De acuerdo al Gráfico 2.2, los ingresos promedio por miembro/cliente aumentan con el número de clientes, lo que refleja el efecto de inercia por tráfico de clientes/miembros incorporados. Una vez incorporados, los clientes tienden a aumentar su gasto, tanto basado en más volumen (tráfico) como en más servicios.

En este contexto de análisis de la estructura económica de un IXP, existen algunas consideraciones a tener en cuenta al gestionar la escalabilidad del modelo. Las categorías de costos a considerar en el lanzamiento de un IXP deben incluir:

- Equipamiento de conmutación (switches).
- Energía eléctrica.
- Circuitos.
- Costo de seguridad.

Desde el punto de vista de las mejores prácticas, y en términos generales, al iniciar un IXP conviene utilizar equipamiento reacondicionado para reducir costos y asignar un grupo reducido de recursos humanos. Sin embargo, en la experiencia de algunos IXP, este modelo no es escalable en el sentido que no puede aceptar altos flujos de tráfico, que solo pueden ser acomodados por equipamiento más grande. Por otro lado, en el momento en el que el IXP desarrolla una infraestructura con múltiples puntos de presencia, los costos de complejidad por el despliegue físico comienzan a incrementarse rápidamente.

Independientemente de la elección de equipamiento de última generación versus reacondicionado, las mejores prácticas financieras indican la necesidad de incubar los IXP como un *start-up*, controlando los costos fijos hasta alcanzar masa crítica. El capital de trabajo debe ser alrededor de 25% de las ventas. Las reservas por gastos impredecibles (*unforeseen*) deben ser aproximadamente USD 1,3 millones (en los IXP sin fines de lucro se tiende a asignar la renta anual al fondo de reserva). Finalmente, se recomienda controlar el reclutamiento de FTE hasta alcanzar los 20 miembros.

Una vez lanzado, el objetivo de un IXP es el de alcanzar rápidamente el nivel de masa crítica que permita rentabilizar la inversión. Para lograr una masa crítica se pueden lanzar promociones como garantizar 50% de descuento para el primer año de contrato o tres meses de prueba gratuita para los primeros cinco clientes que adquieran puertos. Obviamente, si uno de los primeros miembros es un proveedor de contenido (Google, Akamai), esto modifica los parámetros debido al volumen de tráfico generado por este último. La incorporación de un miembro con alto volumen de interconexión resulta en una reducción significativa de costos, en términos de instalación de su propio equipamiento, reducción en costos de tránsito internacional y ahorro en ancho de banda. Desde ese punto de vista, el ahorro en ancho de banda justifica la entrega de un puerto gratis al CDN para que este realice *caching* en el punto de colocación.

En este contexto de alcanzar altas tasas de crecimiento, existen numerosos casos en el ámbito internacional que revelan las dificultades que enfrentan IXP que no pueden alcanzar una masa crítica. En el caso de Japón, un IXP regional debe alcanzar rápidamente por lo menos tres miembros; si no es así, los IXP lejos de concentraciones urbanas, con altos costos de transporte, no son sostenibles y deben ser cerrados. De manera similar, en el Reino Unido existen tres casos de IXP que debieron cerrar por falta de escalabilidad o errores en la gestión de gastos operativos:

- LIPEX, un IXP privado en el Reino Unido, alcanzó un tamaño medio, pero no gestionó las finanzas acomodándose al ritmo de crecimiento y se declaró en bancarrota.
- Caso semejante el de MANAP, un IXP sin fines de lucro basado en Mánchester, nunca ganó el apoyo necesario por parte de la comunidad de ISP.
- Finalmente, RBlEX (también en el Reino Unido) nunca alcanzó masa crítica y debió cerrar.

En otro caso, en Alemania, el IXP de Stuttgart, creado por inversores privados para interconectar el tráfico regional, no logró capturar suficiente masa crítica y está en vías de desaparición (de acuerdo a entrevistas). Similarmente, en Estados Unidos, el IXP de Palo Alto fue inicialmente creado por *Digital Equipment Corporation* (DEC), luego adquirido por *AboveNet*, quien se declaró en bancarrota y lo vendió a *Switch and Data*, posteriormente adquirida por *Equinix*. Finalmente, el IXP de Rocky Mountain, propiedad de *Comfluent*, pasó a manos de *CoreSite* (una firma de *data centers*) cuando esta última adquirió *Comfluent*.

Es en este marco que el IXP debe adoptar principios dinámicos de gestión. En términos puramente teóricos, el IXP no debe ser desplegado si no existe suficiente masa crítica de miembros y tráfico interconectado. En realidad, la experiencia muestra que dos efectos son posibles. El despliegue ocurre en muchos casos bajo la premisa de que una vez construido, los miembros se adherirán, lo que crea un desequilibrio entre el capital invertido y la tasa de retorno. La ocurrencia de este efecto se debe a que, en muchos casos, factores políticos o de "exuberancia irracional" entran en juego, modificando las variables del caso de inversión. El segundo efecto se debe al *churn* natural de miembros; esto indica que lo que en un momento determinado era una masa crítica, desaparece si uno de los miembros decide retirarse del IXP y encarar la interconexión de manera privada porque esta es una alternativa más rentable. Si estos efectos ocurren, el IXP debe tener suficiente flexibilidad para poder realizar cambios en su perfil económico-financiero para adaptarse a la nueva situación.

2.3. MODELOS OPERATIVOS Y ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Los modelos operativos y la estructura organizativa de un IXP se corresponden con las diferentes etapas de desarrollo presentadas arriba: lanzamiento, formalizado sin fines de lucro y privado.

La organización de los IXP en la etapa de lanzamiento está basada en una asociación cooperativa de miembros, cuya gobernanza es regida por la asamblea de los mismos. En términos generales, la gestión administrativa es llevada adelante con base en una activa participación de miembros que asumen tres posiciones estables. Como ejemplo se presenta la organización de IXP en Nigeria (ver Figura 2.3).

Como se observa en la Figura 2.3, más allá de su participación en la asamblea, los miembros de IXP cumplen funciones en el consejo de dirección, el comité técnico y en las tres áreas funcionales.

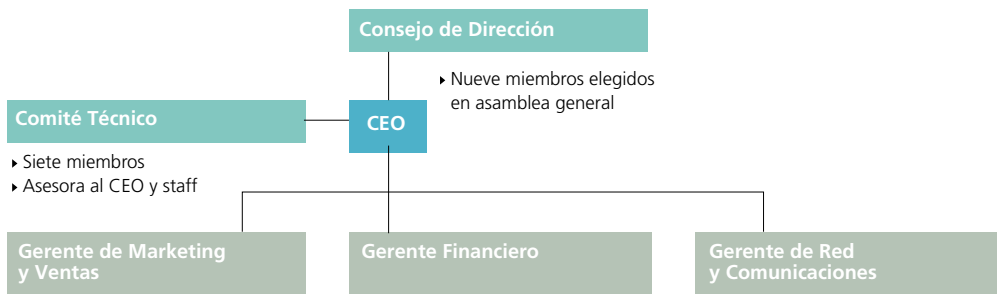


Figura 2.3.
AMS-IX:
Economías de alcance

Fuente: IXPN website

Por otro lado, la gestión operativa en IXP en la etapa de lanzamiento es efectuada por voluntarios o es tercerizada a una organización académica. Por ejemplo, la gestión de los tres IXP de Sudáfrica (Johannesburgo, Ciudad del Cabo y Durban), a cargo de la Internet Service Providers Association, dependió hasta el 2012 del apoyo voluntario de sus miembros. De la misma manera, la gestión del IXP de Israel es todavía responsabilidad de siete miembros voluntarios.

En el proceso de formalización, los IXP sin fines de lucro constituyen una estructura organizativa funcional, tal como lo muestra el Cuadro organizativo de AMS-IX de Holanda (ver Figura 2.4).



Figura 2.4.
AMS-IX:
Estructura organizativa

Fuente: AMS-IX website

En términos generales, los IXP formalizados sin fines de lucro se caracterizan por disponer de una plantilla de empleados a tiempo completo, procesos de gestión formales, organización funcional y una gerencia reportando a un consejo de dirección. El mismo modelo funcional existe en un IXP formalizado alemán (ver Figura 2.5).

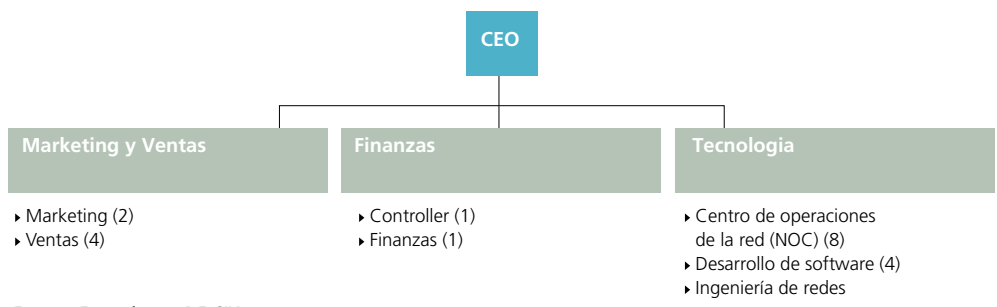


Figura 2.5.
DE-CIX (Alemania):
Estructura organizativa

Fuente: Entrevistas a DE-CIX

Corresponde mencionar, sin embargo, que la distinción desde el punto de vista de la estructura organizativa entre IXP sin fines de lucro formalizados y los privados es mínima. El siguiente ejemplo se refiere a la estructura organizativa de un IXP privado de Holanda (ver Figura 2.6).

Figura 2.6.
NL-ix (Holanda):
Estructura organizativa



Fuente: Entrevistas a DE-CIX

Como se observa en la Figura 2.6, la organización funcional de un IXP privado alberga las mismas áreas que una organización formalizada sin fines de lucro. Las empresas privadas, mas allá de las características organizativas formales, tienden a ser subsidiarias de operadores de telecomunicaciones o de empresas de *data center*, gestionadas para preservar un modelo neutral, y organizadas en términos de un modelo operativo funcional (ventas, ingeniería, atención a clientes, etc.).

Como se menciona arriba, ambos modelos organizativos –el formalizado sin fines de lucro y el privado– incluyen plantilla de ventas, marketing, soporte técnico y atención a clientes. El crecimiento en recursos humanos es gradual en función del volumen de negocios. Así, el análisis de la evolución de la plantilla de un IXP muestra dos puntos de inflexión⁷ en el crecimiento de recursos humanos. El primer punto se ubica en la frontera de alrededor de 250 miembros/clientes, donde se produce un salto en los recursos humanos. El siguiente punto de inflexión en la plantilla aparece en la frontera de 350 miembros (ver Cuadro 2.11).

Cuadro 2.11.
AMS-IX (Ámsterdam):
Presupuesto anual (miles de USD)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dirección	2	2	3	4	4	4	4	5	5
Marketing									
Desarrollo de negocios	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Gestión de asociación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Marketing operacional	2	2	2	2	1	1	1	1	3
Servicios de marketing	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Relaciones con miembros	-	-	-	1	1	1	2	3	3
Finanzas									
Recursos humanos	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Controller	-	-	-	-	-	1	1	1	1
Finanzas	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Tecnología									
Operaciones de red (NOC)	5	5	7	7	7	7	5	7	8
Administración de sistemas	-	1	1	1	1	1	1	1	2
Desarrollo de software	1	1	1	2	2	2	2	2	4
Ingeniería de redes	-	-	-	-	-	-	1	1	4
Gestión de proyectos	-	-	1	-	1	1	2	2	1
TOTAL	14	16	19	21	21	22	24	29	42
MEMO: miembros/clientes	211	234	253	290	317	349	388	469	543

Fuente: Informe Anual AMS-IX (2002).

7. El punto de inflexión está determinado por un umbral donde debido al aumento del volumen del negocio, se produce un salto en el número de recursos humanos.

Cuando se analiza el conjunto de IXP estudiados en el área internacional, los *benchmarks* de recursos humanos no son completamente consistentes, aunque se puede aproximar a 1 FTE⁸ por cada 15 miembros o 22 conexiones (ver Cuadro 2.12).

	IXP	Miembros	Conexiones	FTE	Ratio Miembros/FTE	Ratio Conexiones/FTE
Japón	JPIX	113	190	33	3,42	5,75
	JPNAP	75	...	20	3,75	...
Holanda	AMS-IX	584	1136	42	13,9	27,0
	NL-IX	343	1055	15	22,8	70,3
Reino Unido	LINX	451	1094	40	11,3	27,4
Alemania	DE-CIX	480	500+	34	14,1	14,7
Estados Unidos	SIX	156	165	9	17,3	18,3
	TelX	170	194	1,5	113,3	129,3
Israel	IIX	17	17	1,5	11,3	11,3
Hong Kong	HKIX	141	330	3	47	110
Sudáfrica	JINX	60	75	1,5	40	50,0
Kenia	KIXP	25	...	7	3,6	...
Nigeria	IXPN	30	...	4	7,5	...
Bahréin	BIX	13	...	55	0,23	...

Cuadro 2.12.

Ratios comparativos de recursos humanos (2013)

Fuentes: Sitios web de IXP; Entrevistas de IXP.

En conclusión, el estudio de tendencias organizativas y modelos operativos de IXP a nivel internacional permite extraer las siguientes mejores prácticas:

- Modelo operativo funcional es el que prevalece entre entidades formalizadas sin fines de lucro y las privadas.
- Los parámetros de recursos humanos pueden ser estandarizados alrededor de 1 FTE por cada 15 miembros, o bien, 1 FTE por cada 22 conexiones.
- Los recursos humanos pueden ser voluntarios en la etapa de lanzamiento, pero deben ser contratados en la etapa de formalización.
- Existen dos puntos de inflexión en la plantilla:
- Lanzamiento de un segundo sitio, lo que acarrea un aumento de la complejidad de gestión.
- Transición a la etapa de formalización, lo que conlleva a la creación de posiciones en ventas, soporte técnico, administración, *marketing*.

2.4. ARQUITECTURA Y MODELOS TÉCNICOS

El modelo técnico de IXP en países desarrollados está basado en una red densa de sitios de colocación virtuales. Por ejemplo, LINX en el Reino Unido da la posibilidad a sus miembros de conectarse en alguno de sus diez puntos de presencia en Londres (*Slough-Equinix*, *West London-TelecityGroup*, *Central London-Interxion*, *London Docklands-Telehouse* y *TelecityGroup*). AMS-IX contiene la misma arquitectura en Ámsterdam. La plataforma de interconexión utiliza infraestructura de MPLS/VPLS seleccionada por su confiabilidad y escalabilidad. De manera similar, JPNAP y JPIX en Japón tienen varios puntos de presencia ubicados alrededor de Tokio, conectados de manera redundan-

8. Full-time Equivalent

te con ocho centrales de conmutación por medio de vínculos independientes. En este último caso, la arquitectura responde al objetivo de construir una red confiable para enfrentar desastres naturales, de acuerdo a recomendaciones hechas por el Ministerio de Comunicaciones de Japón después del terremoto de 2011.

Como ejemplo, la arquitectura tecnológica de un modelo de IXP desarrollado (formalizado o en manos privadas) está basada en una plataforma construida con equipamiento Brocade:

- Cuatro unidades de conmutación (MLX32) usadas en paralelo.
- Cuatro unidades de conmutación periféricas (MLX8).
- Diez conmutadores de acceso 10GE (MLX16 o MLX32).

Al mismo tiempo, el tráfico está interconectado con base en:

- Cuatro conmutadores de enrutamiento.
- Cuatro LSP.
- Tráfico balanceado en los cuatro LSP.
- Redistribución automática de tráfico en caso de fallas de LS.
- Conexiones terminadas en redes *Glimmerglass* o *cross-connect* fotónicos.

Por otro lado, la arquitectura de IXP en países pequeños y algunos países en desarrollo está compuesta de sitios autónomos que tienden a funcionar de manera independiente y no están vinculados a múltiples *data centers*. Por citar un caso, el IXP israelí constituye un ejemplo de arquitectura en un territorio nacional relativamente pequeño. Este contiene un nodo central único localizado en un *data center* en *Petak Tikva*, en los suburbios de Tel Aviv (*Telehouse*), combinado con un espejo en otra ubicación dentro del país, y otros dos en Alemania y Estados Unidos, respectivamente. En este caso, los ISP están conectados al IXP vía circuitos SDH o LAN. El IXP interconecta solamente tráfico de Internet israelí, no permitiéndose la interconexión de tráfico internacional, que es responsabilidad del Ministerio de Comunicaciones.

Los IXP en África, a diferencia del modelo europeo, tienden a funcionar de manera independiente y no están vinculados a múltiples *data centers*. Por ejemplo, el IXP de Kenia no funciona como plataforma virtual de interconexión y no está conectado a múltiples *data centers*. De igual modo, el IXP de Mombassa no está conectado al basado en Nairobi. En el caso de Sudáfrica, los IXP de Johannesburgo, Ciudad del Cabo y Durban también funcionan de manera independiente. La razón por la cual los IXP no están interconectados o conectados con *data centers* es porque no existen sitios neutrales, también debido al hecho de que los costos de transporte nacional son elevados, lo que aumentaría la tarifa a los miembros del IXP.

La mayor parte de los IXP estudiados proporcionan conexiones en IPv4, aunque IPv6 se transformará en el futuro en la norma principal. La mayoría de los IXP a nivel internacional se encuentran en proceso de proveer conexiones en IPv6 para actuar como facilitadores en el proceso de migración a la nueva norma. Por ejemplo, la mayor parte de los miembros de AMS-IX en Holanda se interconectan mediante un servicio VLAN

que ofrece IPv4 e IPv6 nativos. NL-ix ofrece interconexión pública basada en ambos protocolos, aunque está contemplando una sustitución y migración gradual a IPv6. Los miembros de LINX, en el Reino Unido, pueden usar IPv6 nativo en la LAN principal de interconexión, aunque no pueden usar auto-configuración de IPv6. De manera similar, los IXP de Alemania, como BCIX e INXS, operan VLAN que ofrece IPv4 y IPv6. JPIX en Japón está en proceso de comenzar a ofrecer servicio en IPv6.

2.5. MARCO REGULATORIO Y POLÍTICAS PÚBLICAS CON IMPACTO EN EL SECTOR

En los orígenes del Internet, cuando la mayoría de los IXP eran creados y operados por instituciones académicas, muchos gobiernos formularon marcos jurídicos que restringían el acceso del sector privado a la industria de IXP. Con el tiempo esas restricciones fueron desapareciendo, con lo que los gobiernos, al menos de manera declarativa, han preferido mantener una posición de neutralidad respecto del sector y se han mantenido aparentemente al margen de la industria. No obstante, en la mayoría de los países que fueron analizados se observa que existen ciertas políticas públicas sectoriales o formuladas en otras áreas que tienen un impacto derramado (*spill over*) en la industria de IXP.

El estudio de casos internacionales determinó la existencia de una ligera intervención general del Estado. Se distinguen cinco grandes áreas de actuación (ver Cuadro 2.13).

Categoría de políticas públicas	Ejemplos
Estímulos fiscales	<ul style="list-style-type: none"> • Relajamiento de las reglas de amortización de activos fijos (práctica que afecta a todos los sectores de capital intensivo) • Reducción en tasas impositivas (como mecanismo contra-cíclico)
Inversión pública	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión de gobiernos locales (municipalidades, provincias) para promover el desarrollo tecnológico • Inversión del gobierno nacional para promover el desarrollo de la competencia en el sector
Control de prácticas anti-competitivas	<ul style="list-style-type: none"> • Imposición a operadores incumbentes de telecomunicaciones a interconectarse con IXP • Obligación de contar con puntos de interconexión neutros • Control de operadores incumbentes en caso de que éstos no provean a IXP con suficiente capacidad de tránsito
Amenaza a la seguridad nacional y respuesta a desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> • El gobierno interviene para asegurarse que los IXP pueden continuar operando en caso de desastres naturales • También existe cierta preocupación de la dependencia de infraestructura fuera internacional
Derrame de regulación del sector de Internet	<ul style="list-style-type: none"> • Si bien el regulador limita su participación en el sector de IXP, requerimientos a los ISP para que provean mayor transparencia en velocidad de acceso, ofertas, tráfico y calidad de servicio afecta el sector indirectamente

Cuadro 2.13.

Ratios comparativos de recursos humanos (2013)

El énfasis de políticas públicas en las cinco áreas mencionadas varía por país (ver Cuadro 2.14).

Cuadro 2.14.
Énfasis de política
pública por país

País	Estímulos fiscales	Inversión pública	Control de prácticas anti-competitivas	Respuesta a desastres naturales y amenaza a la seguridad nacional	Derrame de regulación del sector de Internet
Holanda	✓	✓			
Alemania					
Reino Unido					✓
Sudáfrica					
Japón				✓	
Kenia					
Nigeria			✓		✓
Bahréin		✓	✓		✓
Hong Kong					
Israel				✓	
Estados Unidos					

Fuente: *Compilado por TAS.*

A continuación se presentan ejemplos de políticas públicas en la experiencia internacional estudiada.

2.5.1. Estímulos fiscales

En varios países, algunos IXP son tratados como organizaciones sin fines de lucro, lo que les permite tener un trato preferencial desde el punto de vista fiscal. Sin embargo, se han aplicado otros beneficios, tales como el relajamiento de las reglas de amortización de activos fijos, que es una práctica que impacta positivamente a todos los sectores de capital intensivo; dependiendo del tipo de IXP de que se trate, los costos operativos (OPEX) varían de 20 a 100% del capital invertido (CAPEX), por lo que este estímulo puede tener efectos importantes en la estructura de costos.

Asimismo, en algunos países se aplican reducciones en las tasas impositivas, muchas veces como mecanismo contra cíclico. En Holanda, por ejemplo, el gobierno cambió el marco fiscal en 2007 en lo referente a la amortización de activos fijos, que fundamentalmente afecta el parque de conmutación, de 33% a 20% por año. Esta medida reduce significativamente los costos de amortización y por lo tanto los costos operativos. Un año después, como una de las varias medidas contra cíclicas que se implementaron, se redujo la carga impositiva a los IXP para reducir el impacto negativo de la crisis económica. Si bien los IXP holandeses consideran que nunca han recibido fondos o subsidios, estas políticas fiscales representan un apoyo financiero implícito.

2.5.2. Inversión pública

Es común observar que ha habido inversión de gobiernos locales (municipalidades, provincias, estados) en IXP con el objetivo de promover el desarrollo tecnológico. También se observa que algunos países han invertido en IXP como una manera de promover la competencia en el sector de provisión de servicios de Internet. Los gobiernos de Holanda, Baréin y Brasil son ejemplos de esta práctica.

En Holanda, dos IXP se han beneficiado directamente de inversión pública. GNB-IX, un centro de datos (*data center*) privado en la ciudad de Groninga, presentó un proyecto

para concentrar tráfico de Internet local y obtuvo fondos para desarrollar un IXP. Los recursos provinieron de la municipalidad, el gobierno provincial y la Universidad de Groninga. En otro caso, Nederland Duits-IX es un IXP formado a partir de la inversión de un fondo de desarrollo de la región de Güeldres (*Gelderland Development Agency*) con el propósito de estimular el desarrollo tecnológico de la región y descentralizar la matriz tecnológica de Ámsterdam. Si bien el objetivo original era crear un IXP distribuido con vínculos a Alemania, el proyecto terminó concentrándose en la región de Güeldres.

En Baréin, la inversión directa del gobierno tenía como objetivo liberalizar el sector de Internet. En 2005 se creó BIX, una entidad sin fines de lucro funcionando bajo la égida del Ministerio de Transporte; fue concebido para proveer una alternativa al tránsito de Batelco (*Bahrain Telecommunications Company*), el operador principal de telecomunicaciones. Además, se le consideraba una plataforma adecuada para desarrollar el programa de monitoreo de tráfico. Después de 2007, su tráfico se redujo significativamente como resultado de la reacción de Batelco, por lo que actualmente BIX funciona más como un agregador de tráfico que como un punto de interconexión neutral.

2.5.3. Control de prácticas anticompetitivas

Desde el punto de vista regulatorio, los gobiernos tienden a intervenir poco en el negocio de los IXP. Sin embargo, algunos Estados han obligado a las redes a establecer puntos de interconexión y a los IXP a mantener una política de interconexión abierta, neutra y no excluyente.

Una práctica anticompetitiva identificada en ciertos países es la negación de participar en el IXP (frecuente con los ISP Tier 1 y los grandes operadores de telecomunicaciones) o infra-proveer a los IXP en términos de vínculos de transporte (como en el caso de Batelco en Baréin). En estos casos, algunos gobiernos han optado por imponer a operadores dominantes de telecomunicaciones la obligación de interconectarse con IXP. Esto varía desde la simple obligación de interconexión hasta la obligación de interconexión en puntos específicos de la red, inclusive con acuerdos obligatorios de *peering*. También es común observar que se ha impuesto la obligación de que los operadores cuenten con puntos de interconexión y estos sean neutros, además de ejercer controles en caso de que no provean a los IXP con suficiente capacidad de tránsito. En Kenia, Brasil y Baréin se aplican reglas de este tipo; estas también existen, en menor grado, en Chile y Holanda.

Otra práctica anticompetitiva que se ha observado es el caso de que los ISP más importantes de ciertos países eligen no interconectarse a través de la infraestructura de IXP y establecen acuerdos bilaterales de interconexión privados. En esta situación, se afecta la viabilidad del IXP y tiene consecuencias negativas para los ISP menores, ya que se pierde la masa crítica necesaria para una operación de intercambio de tráfico.

En respuesta a ciertos cuestionamientos por parte de las empresas tradicionales, algunos países han obligado a los IXP a registrarse con la figura de proveedor de servicios. En el caso de Kenia, como resultado de una disputa con *Telkom Kenya*, que argumentaba que

el IXP no estaba registrado y violaba sus derechos exclusivos para proveer tránsito internacional, el IXP debió obtener una licencia para poder seguir operando. En la actualidad, el regulador holandés, OPTA, requiere que los IXP se registren, ya que considera a estas entidades “un componente crítico de la infraestructura de Internet” del país. Asimismo, en Baréin, toda iniciativa en el sector de IXP debe registrarse en el Ministerio de Transporte.

En términos generales con respecto a este último punto, el sector de IXP considera que la asignación de licencias representa una barrera para el desarrollo del sector debido a los altos costos que estas pueden representar y la percepción de que, al registrarse, los IXP van a tener que cumplir con una serie de requerimientos por parte de los gobiernos. En otras palabras, terminan funcionando como barreras a la entrada.

2.5.4. Respuesta a desastres naturales y amenaza a la seguridad nacional

Algunos gobiernos intervienen para asegurarse que los IXP puedan continuar operando en caso de desastres naturales (por ejemplo, Japón). También existe cierta preocupación generalizada de la dependencia en infraestructura internacional fuera de su soberanía (el caso de Israel). Recientemente, Chile, a raíz del terremoto de 2010, está analizando la construcción de IXP fuera de Santiago.

Desde el punto de vista estrictamente regulatorio, el gobierno japonés siempre ha requerido a todos los IXP que informen sobre cualquier interrupción del servicio. Sin embargo, como consecuencia del terremoto y tsunami de 2011, el gobierno comenzó a actuar con mayor fuerza; ese año, el Ministerio de Comunicaciones preparó un informe con el título *Mantenimiento de capacidades de comunicaciones en caso de desastres naturales y otras situaciones de emergencia*. El documento recomienda una serie de prácticas a seguir en la construcción de IXP para que estos puedan continuar operando en estas situaciones. Entre las más importantes, se recomienda incluir todo el equipamiento usado por los ISP para proveer servicios de Internet dentro de las normas de redundancia y seguridad de los equipos de telecomunicaciones de voz, reforzar la resistencia sísmica de los edificios que alojan infraestructura de interconexión, expandir el despliegue geográfico de centros de interconexión para garantizar la redundancia y promover la cooperación en infraestructura sobre el despliegue de rutas y puntos de intercambio para facilitar la respuesta a emergencias naturales.

2.5.5. Derrame de regulación del sector de Internet

Si bien los reguladores han limitado su participación en el sector de IXP, el imponer requerimientos a los ISP y operadores de telecomunicaciones para que provean mayor transparencia en velocidad de acceso, ofertas, tráfico y calidad de servicio afecta indirectamente el sector. Entre muchos países, el Reino Unido, Baréin y Kenia han ejercido esta palanca regulatoria.

El caso británico es el típico donde la regulación de Internet se derrama al sector de IXP. En mayo de 2011, OFCOM, el regulador británico estableció que, si bien quiere limitar su intervención en el sector de Internet para no desincentivar la inversión, es importante que los de-

rechos de los consumidores sean preservados. En ese contexto, estableció que todo ISP debe divulgar información a consumidores sobre velocidad del servicio, ofertas, tráfico y calidad. Esta reglamentación está teniendo un impacto en el sector de IXP en términos de obligarlos a proveer información a los ISP para su divulgación al usuario final. Si bien se menciona que en algunos casos los gobiernos impiden que el tráfico cruce las fronteras nacionales, más allá del caso indirecto de Israel, no se encontró información fehaciente al respecto⁹.

2.6. IMPACTO ECONÓMICO DE IXP

De acuerdo con la experiencia internacional, el impacto económico resultante del desarrollo del sector de IXP ha sido documentado en cinco áreas:

- Reducción de costos de tránsito para los ISP:
- Como resultado de interconexión local.
- Como resultado de la disminución de los precios de tránsito internacional (efecto de sustitución).
- Hipotéticamente, disminución del precio final de banda ancha.
- Disminución de la latencia.
- Desarrollo de emprendimientos locales en la industria de Internet.
- Aumento en la confiabilidad y redundancia de las redes de Internet.

A continuación, se examinará la evidencia generada en el ámbito internacional hasta la fecha respecto de cada una de estas contribuciones económicas.

2.6.1. Reducción de costos de tránsito

La premisa fundamental del IXP es que este contribuye a reducir los costos de transporte de Internet, resultando, en última instancia, en una reducción del precio final de banda ancha. De acuerdo a este concepto, al instalar un IXP en una comunidad de interés con tráfico interno, el tráfico local es interconectado localmente en vez de realizarse en puntos distantes. Al realizar la interconexión localmente, una porción de los costos de transporte del ISP se ve reducida (más allá de la reducción lógica de la latencia). Este efecto es la disminución de costos de tráfico como resultado de la eliminación del efecto de *"tromboning"*¹⁰, y ha sido documentado por Kende y Murphy (2012) en estudios de caso en África (ver Cuadro 2.15).

Al mismo tiempo que disminuyen los costos de interconexión, al disminuir los costos de transporte del tráfico intercambiado localmente, los proveedores de tránsito internacional tienden a reducir sus precios. Por ejemplo, en Japón el costo de un circuito internacional para una portadora Tier 1 disminuyó de USD 2.000 per Mbps a USD 100 per Gbps en 13 años. En términos generales, el impacto del despliegue de IXP en precios de tránsito internacional está adecuadamente documentado (ver Cuadro 2.16).

9. Este reporte fue escrito en septiembre 2013, en el momento en que cuestiones de seguridad y espionaje comenzaron a ser debatidas en foros internacionales.

10. Ruteo internacional del tráfico. La definición original de la palabra se aplicaba a el by-pass internacional de las tarifas nacionales de terminación móvil.

Cuadro 2.15.

Ejemplos de reducción de costos de tráfico (USD)

	Kenia	Nigeria
Ahorro por reducción de "tromboning"	USD 1.440.000	USD 1.080.000
Aumento de ingresos de ISP	USD 600.000	No estimado

Fuente: Kende y Murphy (2012)

De acuerdo al Cuadro 2.16, la relación indirecta entre dimensión del sector de IXP y precios de tránsito internacional es clara; cuanto más grande es el sector (Londres y NY), más bajos son los precios. Es posible que este efecto se deba a la competencia entre productos parcialmente sustitutos (*peering* y tránsito internacional). Así, es posible que si los costos de tránsito internacional son más bajos que los nacionales, el beneficio económico de interconectar localmente es nulo.

Cuadro 2.16.

Relación entre dimensión de IXP y precios de tránsito

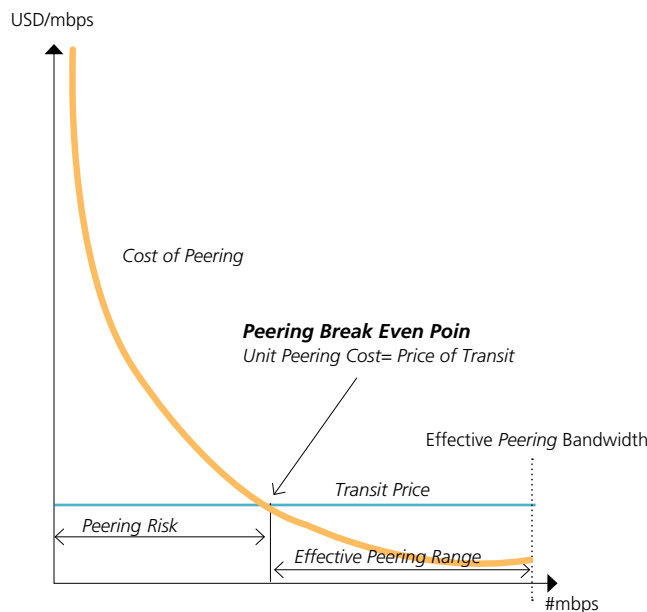
Localidad GigE	Miembros de IXP	Tráfico de IXP	Precio promedio mensual de puerto GigE
Londres	442	885 Gbps	USD 3,13
• LINX	125	20 Gbps	
• LONAP			
Hong Kong	141	71 Gbps	USD 8,45 - USD 15,96
• HKIX			
São Paulo	384	83.6 Gbps	USD 16,27 - USD 25,66
• PTT São Paulo			
Nueva York			USD 3,50
• Equinix	768	990 Gbps	
• Any2	216	100 Gbps	
• NYIIX	135	93 Gbps	
• TIE	94	80 Gbps	

Fuentes: Sitios web de IXP, Entrevistas de IXP

Esto indica que, con la reducción de precios de tránsito para un ISP, el punto de indiferencia entre interconectarse en un IXP local o pagar el transporte a un punto de interconexión remota comienza a disminuir (ver Figura 2.7).

Figura 2.7.

Impacto de la disminución de precios de tránsito de Internet



Fuente: Packet Clearing House

Esto determina que muchos ISP tiendan a migrar su interconexión al *peering* privado mediante una conexión “punto a punto”. Situación que crea un incentivo mayor para el IXP y así aumentar su propuesta de valor en términos de la reducción de costos. Para que esto ocurra, el crecimiento del volumen de interconexión y el incremento del número de miembros con base en los efectos de red resultan críticos.

2.6.2. Disminución del precio final de banda ancha

Al disminuir los costos de interconexión debido al doble efecto de reducción de costos de tráfico interconectado localmente y la disminución de precios de tránsito internacional, la premisa establece que el precio de la banda ancha al usuario final se vería reducido. En primer lugar, la evidencia en el ámbito internacional indica una posible correlación entre la disminución de costos de interconexión y el aumento de la velocidad de banda ancha a precios similares. El siguiente caso del operador de cable de Holanda, Ziggo, indica que a pesar del crecimiento de tráfico (lo que implica un incremento de costos de interconexión), los márgenes se mantienen, y las ofertas de banda ancha (respondiendo a la presión competitiva) aumentan en velocidad manteniendo el precio (ver Cuadro 2.17).

	4T11	1T12	2T12	3T12	4T12
INGRESOS	378	387	386	380	383
Costo de ventas (*)	69,3	78,4	77,2	70,2	69,1
CDV (% de ingresos)	18,3	20,3	20,0	18,5	18,0
EBITDA	212	216	219	227	218
MÁRGENES EBITDA (%)	56,2	55,8	56,7	59,7	56,9

Cuadro 2.17.
Ziggo (Holanda):
Impacto de la disminución
de costos de interconexión

	Plan	Precio (EUR)	Velocidad 1/12	6/12
	Z1	19,95	5	8
	Z2	29,95		
	Z3	47,95	50	80

Fuente: Reportes anuales Ziggo.

De acuerdo con los informes del operador de cable, el tráfico de datos ha crecido al 40% anual. Sin embargo, el costo de ventas (*cost of goods sold*), donde residen los costos de interconexión, no ha aumentado proporcionalmente, manteniéndose en 69 millones de euros por trimestre. Esto permite mantener los márgenes al mismo tiempo que se introducen ofertas en el mercado de mayor velocidad (aumentándose en seis meses el producto de banda ancha básico de 5 Mbps a 8 Mbps de descarga y el de más alto nivel de 50 Mbps a 80 Mbps). De esta manera, el precio por Mbps de descarga disminuye en el producto básico de 3,99 euros a 2,49 euros.

Sin embargo, es importante remarcar respecto a este caso, dos comentarios pertinentes. En primer lugar, la disminución del precio unitario no se produce exclusivamente debido al despliegue de IXP, sino que se deben considerar otros factores como la presión competitiva. En segundo lugar, como se observa en el caso holandés, el precio absoluto del servicio no ha disminuido. Este último punto es importante en cuanto a la aplicabilidad de este efecto a mercados emergentes. Si el precio absoluto de la oferta básica no au-

menta (solo la velocidad de descarga), este efecto no alteraría el nivel de asequibilidad. En otras palabras, más que contribuir a la masificación de la banda ancha, este efecto solamente mejoraría la calidad del servicio para los usuarios existentes.

La causalidad entre reducción de costos de interconexión y disminución de precios finales de banda ancha es compleja. En efecto, si el costo de interconexión representa una porción reducida de la estructura de costos del ISP, el ahorro por uso de IXP no afectará la tarifa final de banda ancha; simplemente, permite al ISP preservar márgenes en el contexto de un aumento del tráfico. Por otra parte, si existe una reducción de costos de tránsito como resultado de interconectarse por medio de un IXP, sería extremadamente optimista suponer que el excedente del productor generado por la reducción de tránsito va a ser transferido en su totalidad al consumidor. En última instancia, la porción del excedente que se transfiera a una reducción de precios dependerá de la presión competitiva del mercado de banda ancha. Esto requerirá un análisis microeconómico, el cual no ha sido hecho a nivel internacional. Sin embargo, información recopilada en América Latina ha permitido realizarlo, lo que es incluido en el capítulo 7 de este informe.

2.6.3. Disminución de la latencia

La investigación académica ha comenzado a generar evidencia sobre el impacto económico del incremento de velocidad de descarga de banda ancha. Por ejemplo, Rohman y Bohlin (2012) han estimado, con base en datos de la OCDE, el impacto de la velocidad de la banda ancha en el crecimiento económico de los países. Los autores encuentran, de modo estadísticamente significativo, que el duplicar la velocidad promedio de la banda ancha en un país genera un aumento en su producto bruto del 0,30%. Esta situación indica que pasar de una velocidad promedio de 1 Mbps a 2 Mbps, genera un aumento del PIB del 0,30%; pasar de 1 Mbps a 4 Mbps, un aumento en el PBI del 0,60%. Por lo tanto, si bien la velocidad de banda ancha tiene un efecto económico positivo, cada Mbps adicional tiene un impacto decreciente a escala.

Basándose en estos parámetros, puede considerarse que una disminución de la latencia tiene un impacto económico en la medida de que permite acceder a Internet de una manera más rápida. La evidencia a nivel internacional muestra que el despliegue de IXP contribuye a una disminución de latencia mediante la reducción del efecto de *tromboning*. Por ejemplo, en el caso de la instalación de KIXP (Kenia), la latencia se redujo de 200-600 a 2-10 milisegundos. De manera similar, en el caso de Nigeria, el despliegue de IXPN redujo la latencia de 200-400 a 2-10 milisegundos¹¹. Esto explica como, aun en casos donde el costo de tránsito internacional es significativamente bajo, erosionando el beneficio económico de interconectar localmente, la reducción de latencia representa un incentivo suficiente para interconectarse mediante un IXP.

2.6.4. Estímulo en el desarrollo de contenidos y aplicaciones locales

El cuarto impacto económico se refiere al estímulo en el desarrollo de emprendimientos locales, que se traducen en contenidos y aplicaciones.

11, Como referencia, una latencia de 300 milisegundos o más, crea dificultades en la concreción de una llamada de VoIP.

En el caso de Kenia se documentó, con el despliegue del IXP, un aumento de nuevos contenidos y aplicaciones. Por ejemplo, Google Global Cache ha radicado una infraestructura de *cache* en el IXP en 2011, con lo que los ingresos de los ISP han aumentado por el incremento de contenido bajado localmente. Al mismo tiempo, *Kenya Revenue Authority* recaudó impuestos en línea como resultado de haber desarrollado una aplicación alojada en el IXP. Finalmente, los ISP han podido ganar clientes de países limítrofes. En el caso de Nigeria, se verificó un aumento en las transacciones de comercio electrónico. Nuevamente, Google Global Cache instaló infraestructura en Lagos, lo que llevó al lanzamiento de nuevos servicios y aplicaciones locales. En el caso de Israel, el lanzamiento del IXP permitió que ISP de menor envergadura puedan ofrecer acceso a contenidos internacionales, lo que estimuló el desarrollo de un mercado competitivo de Internet.

Más allá de la oportunidad de alojar contenidos y aplicaciones locales a bajo precio, el despliegue de IXP genera un efecto indirecto en emprendimientos. La reducción de costos de banda ancha lleva a un aumento de la penetración de la misma, lo que aumenta la dimensión del mercado digital potencial. En el caso holandés, la disminución de costos de interconexión y tránsito permitió a Ziggo aumentar la velocidad de descarga bajo el mismo precio, lo que resultó en un aumento en la base de usuarios en 7,5% en un año. A más usuarios, mejor retorno a una inversión potencial en emprendimientos de comercio electrónico o publicidad digital.

2.6.5. Confiabilidad de redes

El quinto impacto económico se refiere al efecto generado por el aumento en la confiabilidad de las redes de Internet. Una muestra es el caso de Israel, la conexión al IXP local garantiza la redundancia de puntos de interconexión. De la misma manera, el desarrollo de una infraestructura redundante en Japón ha aumentado significativamente la confiabilidad de la red en caso de desastres naturales. Otro ejemplo de incremento de la confiabilidad de Internet como resultado de la descentralización de la infraestructura de interconexión es el resultante en el caso de Holanda.

*

En resumen, el análisis de la experiencia internacional ha permitido identificar las grandes tendencias en términos de modelos de negocio y estructuras operativas, revelando una coexistencia entre modelos formalizados sin fines de lucro y organizaciones privadas. La intensidad competitiva en el sector está acelerándose, generando estrategias de diferenciación de producto y calidad de servicio. En este contexto, se ha observado que, pese a la ausencia declarativa del estado en el sector de IXP, existe una serie de políticas públicas destinadas a garantizar el desarrollo del sector. En parte, estas políticas están apoyadas en la evidencia del impacto económico del sector de IXP, no solo en el ecosistema de Internet, sino en el conjunto del aparato productivo. A partir de estas conclusiones, se pasará a examinar la situación del sector de IXP en América Latina, un diagnóstico necesario para la formulación de un plan de acción.

3.

SITUACIÓN DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

3.1.
El mercado de Internet
en América Latina

3.2.
El desarrollo
de la Infraestructura
de interconexión
en América Latina

3.3.
Argentina

3.4.
Brasil

3.5.
Chile

3.6.
Colombia

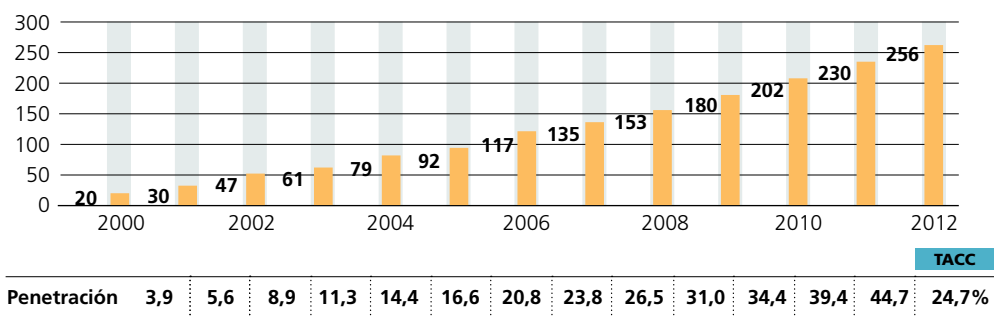
3.7.
México

SITUACIÓN DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

3.1. EL MERCADO DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

América Latina, incluyendo la región del Caribe, como en la mayoría de los indicadores de desarrollo, se encuentra en un nivel medio de utilización de Internet. A finales de 2012, se estima que había 256 millones de usuarios de Internet¹, equivalentes a una penetración de 44,7% (ver Figura 3.1). El número ha venido creciendo de manera acelerada en la última década: de 2000 a 2011 la tasa de crecimiento compuesto fue de 24,7%, pero en los últimos tres años (2008-2011) se ha ubicado en 14,6%. Conforme aumenta el ingreso promedio de la región, la educación y la edad media de la población, se espera que la demanda por Internet continúe creciendo a tasas de dos dígitos en el próximo quinquenio. Más allá de las variables socio-demográficas, esta tendencia está siendo impulsada por los propios países, que han adoptado medidas que propician el uso de Internet. Varios de los países han desarrollado “planes de banda ancha”, que buscan no solo incrementar de manera importante la infraestructura de banda ancha disponible, sino que además promueven los esfuerzos de “alfabetización digital” y desarrollo de aplicaciones y contenidos.

Gráfico 3.1.
Número de usuarios de Internet
en América Latina y el Caribe
(en millones)



Fuente: Banco Mundial (2012)

Entre los países que han desarrollado planes o estrategias para promover el desarrollo de la banda ancha, existe una clara preocupación de hacer una expansión agresiva de la infraestructura, tanto de transporte como de última milla, el aumentar sustancialmente el número de conexiones, y también aumentar la velocidad mínima de las conexiones.

1. El Banco Mundial reporta esta cifra basada en estadísticas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, que a su vez depende de los indicadores reportados por cada uno de los países. La definición de “usuario de Internet” varía de país en país, pero típicamente se refiere a personas que han accedido a la red recientemente (la definición de este período varía dependiendo del país que reporta).

A continuación se mencionan las características principales de algunos de los planes de banda ancha en la región², sin tener la intención de ser exhaustivos:

Argentina: “Plan Argentina Conectada”

- 100% de la población con acceso a banda ancha en 2014
- 100% de las localidades y las escuelas conectadas
- Velocidad mínima de 10 Mbps

Brasil: “Plano Nacional de Banda Larga” (PNBL)

- 68% de la población con acceso a banda ancha en 2014
- 15% de la población rural con acceso
- Un mínimo de 60 millones de suscripciones
- 100% de los municipios, escuelas y otros centros de gobierno con conectividad
- Oferta de 1 Mbps a USD18 por mes

Chile: “Plan Todo Chile Conectado”

- 90% de la población rural o aislada con conectividad (3 millones de habitantes)
- 1.484 localidades rurales atendidas
- Conectividad en escuelas y centros de salud a 1 Mbps

Colombia: “Plan Vive Digital”

- 100% de la población con alguna solución de conectividad
- 50% de cobertura en los hogares
- Multiplicar por 4 el número de conexiones al 2014 con al menos 2 Mbps
- 64% de los municipios con cobertura de fibra óptica
- 100% de las escuelas y centros de salud conectados
- Cobertura de 50% a las PyME

México: “Acciones para el fortalecimiento de la banda ancha y las tecnologías de la información y comunicación” y “AgendaDigital.mx” (planes en proceso de revisión por la nueva administración)

- 100% de acceso en escuelas, bibliotecas, centros de salud y oficinas de gobierno
- Varias acciones que buscan aumentar la competencia en el sector (poner a disposición de los operadores derechos de vía y predios y edificios gubernamentales; licitar fibra óptica estatal ya construida; financiar a fondo perdido construcción de redes metropolitanas en zonas sin despliegue)
- Instalación agresiva de centros comunitarios digitales (un aumento de 17.000 solo durante 2012, lo que implica triplicar el número existente)
- Construcción de un IXP en México

Perú: “Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú”

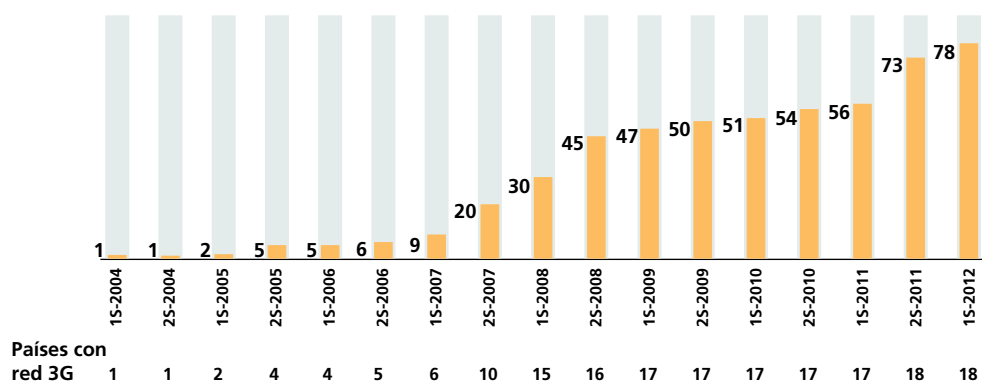
- 100% de la población con posibilidad de acceso a la banda ancha
- 4 millones de conexiones con al menos 2 Mbps
- 500.000 conexiones con velocidad superior a 4 Mbps
- 100% de los municipios y 100% de los organismos públicos en zonas urbanas conectados

Es importante resaltar que la mayoría de los planes de banda ancha que han sido desarrollados se han enfocado en la infraestructura de banda ancha fija, dejando de lado

2. Hernán Galperín, Judith Mariscal y M. Fernanda Viegens (2012). “Oportunidades y desafíos de los planes nacionales de banda ancha en América Latina”. CEPAL.

la banda ancha móvil, la cual promete ser un complemento importante y el principal medio de acceso de la población³. De acuerdo a la mayoría de las fuentes, el advenimiento de la banda ancha móvil promete acelerar e intensificar el uso de los servicios de Internet. Al primer trimestre de 2012 ya existían 78 redes de tecnología 3G⁴ o superior, 30% de las cuales habían entrado en operación en los 18 meses anteriores (ver Gráfico 3.2). Según estimaciones de la GSMA⁵, ya existían, a junio de 2013, 117 millones de conexiones con esta tecnología. Desafortunadamente este indicador no necesariamente implica que son conexiones utilizadas para acceder a Internet, pero sí dan una idea de cómo la tecnología está permeando toda la región y está siendo rápidamente adoptada por la población.

Gráfico 3.2.
Número de redes 3G
en América Latina
(incluye EVDO, HSDPA, HSPA+ y LTE)



Fuente: GSMA Intelligence

Estos efectos combinados, junto con un aumento en la intensidad de uso y en la existencia y demanda por contenidos que cada vez requieren mayor ancho de banda, deberán reflejarse en la necesidad de nueva infraestructura. La capacidad de tráfico internacional existente en América Latina, en promedio de 17.167⁶ bits por segundo por usuario de Internet (ver Gráfico 3.3), es tan solo el 36% de la capacidad existente en Estados Unidos, a pesar de que en la región todavía el tráfico muchas veces tiene que ser transportado internacionalmente para consumos locales.

De acuerdo a las estimaciones de Cisco, la tasa de crecimiento de Internet en el quinquenio 2011-2016 en América Latina solo será superada por la tasa en África y Medio Oriente (ver Gráfico 3.4). Esto es notorio, ya que el punto de partida de 2011 es, en términos per cápita, 5,8 veces superior en América Latina.⁷

Pero esta demanda no solo podrá ser satisfecha con infraestructura de transmisión, sino que deberá existir también infraestructura para poder intercambiar el tráfico en puntos

3. Ver Katz, R. y Callorda, F. *La Banda Ancha Móvil en la Base de la Pirámide*. Londres: GSMA, 2013.
 4. Incluye solo los países de habla española y portuguesa de la región.
 5. Fuente: E. Flores-Roux. (2013). "Banda ancha móvil: la urgencia de acelerar su despliegue", en *Banda ancha en América Latina: Más allá de la conectividad*. Coordinado por V. Jordán, H. Galperin y W. Peres. CEPAL.
 6. Promedio lineal de las capacidades por país.
 7. De acuerdo a las cifras reportadas por Cisco, esta razón disminuirá a 4,3 en el 2016. Es decir, el consumo por habitante en América Latina será en cinco años aún 330% superior al de África y el Medio Oriente.

TACC 2008-2011

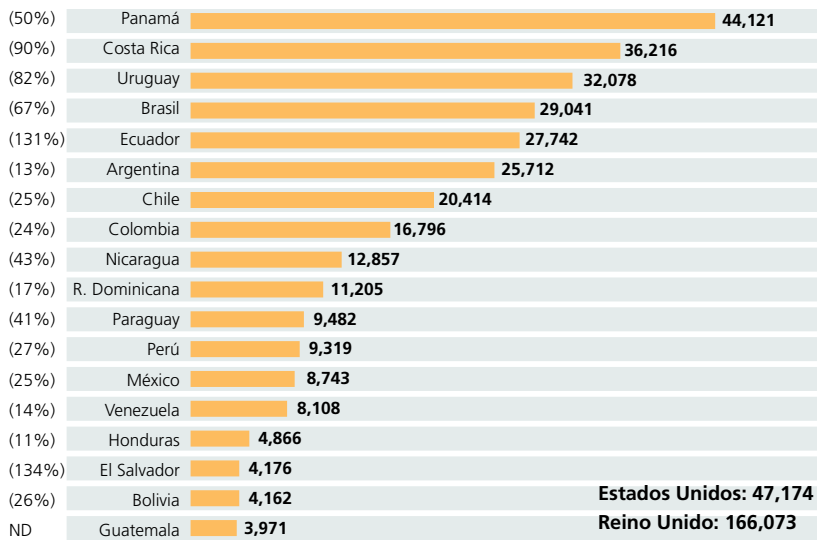


Gráfico 3.3.
Capacidad de transporte internacional (en bits por segundo por usuario de Internet)

Fuente: ITU (2012). *Measuring the information Society*; ITU (2011). *Measuring the information Society*

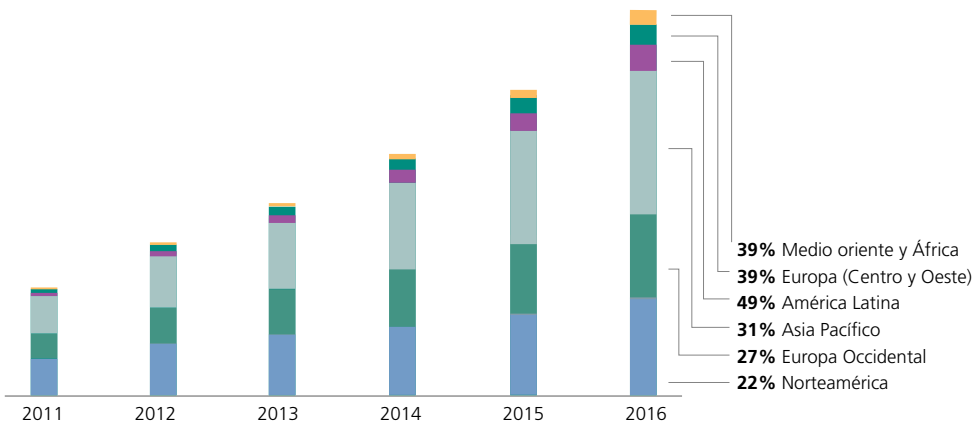


Gráfico 3.4.
Proyección del tráfico total de Internet de acuerdo a Cisco (Petabytes por mes)

Fuente: Cisco (2012). *Cisco Visual Networking Index*

cercanos al consumo, de tal manera que se requiera menos capacidad de transporte, se haga una mejor utilización de la infraestructura que ya haya sido desplegada, se acelere la entrega y se disminuya la latencia, y, sin ser menos importante, se vea todo esto traducido en una reducción importante en los costos de prestación del servicio.

Con una excepción importante, prácticamente todos los países de tamaño medio de América Latina cuentan con un IXP. México es el país más grande del mundo que no cuenta con uno; el tráfico de Internet o bien es transitado a través de interconexiones directas entre las redes existentes, o bien es intercambiado en el extranjero, principalmente en Estados Unidos. En la región existen IXP exitosos, como es el caso de Brasil y Argentina. PCH⁸ tenía registrados a mediados de 2012 un total de 34 IXP en la región, 19 de los cuales se encontraban en Brasil, país que, de acuerdo a la misma fuente, intercambia más de 50% del tráfico de la región.

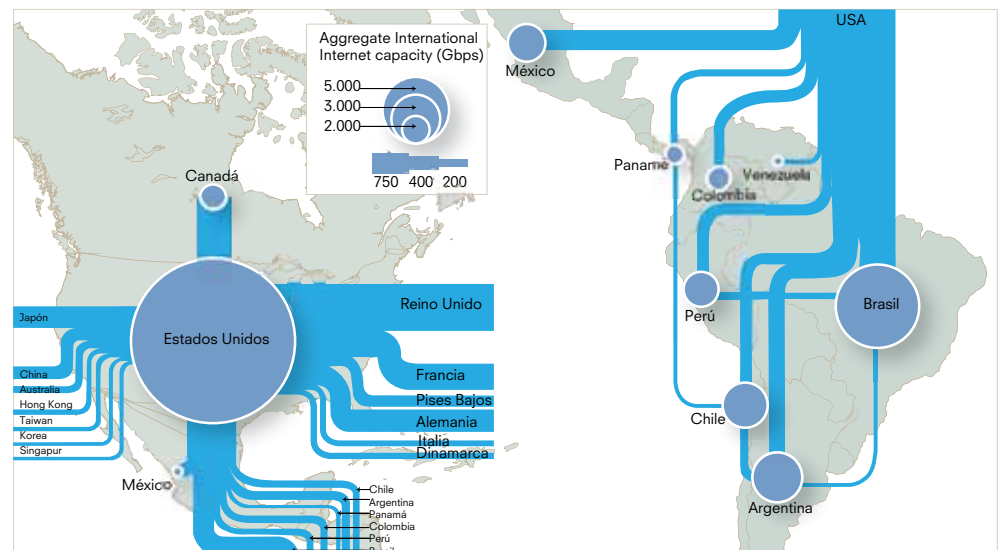
8. Packet Clearing House.

La historia de creación de IXP en América Latina ha variado de país en país. Existen casos donde el Estado ha considerado que la necesidad de IXP no es una cuestión relevante (p.ej., México) hasta otros donde se ha obligado regulatoriamente la creación de estos puntos (Chile, donde, de acuerdo a la regulación de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, todos los ISP deben unirse en una red nacional, según Resolución Exenta N° 1483 del 22 de octubre de 1999).

De acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo⁹, que cita a Tendencias Digitales¹⁰, las redes sociales se han convertido en una de las aplicaciones de mayor uso por las personas que utilizan Internet en la región (71,2%). Esta conducta – que en ocasiones requiere de anchos de banda importantes (fotos, video, etc.) – ha hecho que el consumo de tráfico de Internet por usuario haya aumentado 62% en 2010 en América Latina, mientras que a nivel global el crecimiento fue de 42%. Las proyecciones realizadas por Telecom Advisory Services para el tráfico de datos móviles en América Latina muestran una tasa de crecimiento de 70% hasta 2016¹¹. A pesar de que el tráfico por usuario aún es menor en la región que en el resto del mundo, y que el número de usuarios todavía no llega a 40%, estos crecimientos de tráfico requerirán no solo de redes de mayor capacidad, sino interconexiones eficientes.

La Figura 3.1 muestra las rutas del flujo de tráfico en la región en 2010.

Gráfico 3.1.
Rutas del flujo de tráfico de Internet en la región en 2010



Fuente: Telegeography

Es evidente que la promoción de interconexión regional debería traer eficiencias importantes en la gestión de las redes y mejoras notables en la calidad del servicio de la región. Así, la demanda de una red con un desempeño superior está guiada por el aumento de la importancia relativa de Internet para los operadores que tienen última milla (alámbrica o inalámbrica), el crecimiento acelerado de los servicios de 3G (e incluso, servicios

9. García Zaballo, Antonio, D. Arias, F. Painter, V. Radaelli. "Análisis y recomendaciones para promover una mayor interoperabilidad en Unasur". Washington D.C.: BID, 2011.

10. www.tendenciasdigitales.com

11. Ver Katz, R. y Flores-Roux. *Beneficios Económicos del Dividendo Digital en América Latina*. GSMA: Londres, 2012.

incipientes de 4G), la importancia de la latencia para la calidad de los servicios, la masificación de los servicios de video y la demanda por parte de proveedores de contenido y aplicaciones¹² para mejorar su velocidad de respuesta. Partiendo de este contexto, las cuestiones económicas, de eficiencia y de promoción a la innovación, indican que es necesario promover la existencia de puntos de interconexión de tráfico en la región, no solo para el intercambio de tráfico nacional, sino también de tráfico entre los países.

3.2. EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

Como ha sido descrito en el capítulo 2, se observó en la experiencia internacional que el sector de IXP está migrando a un entorno donde conviven modelos sin fines de lucro formalizados y modelos privados. Ambos modelos representan conceptos organizativos y comerciales distintos. Las entidades sin fines de lucro buscan la recuperación de su inversión y costos recurrentes, al mismo tiempo que crean un fondo de reserva para expansión y posibles contingencias. Las empresas privadas utilizan el negocio de IXP como un mercado adyacente, muchas veces con pérdidas económicas, para crecer el negocio de *data center* o transporte mayorista. La presente sección aborda temas generales sobre los modelos de negocio de los IXP en América Latina; estos después son tratados en detalle en cada una de las secciones posteriores para Brasil, Argentina, Chile, Colombia y México respectivamente.

3.2.1. Modelos de negocio en América Latina

En América Latina el sector de IXP está basado principalmente en el modelo sin fines de lucro con algunos modelos comerciales integrados verticalmente. El modelo de organización sin fines de lucro formalizado existe en Argentina (CABASE), Brasil (PTTMetro) y Colombia (NAP Colombia), y ha sido elegido para el futuro IXP en México (Consorcio para el Intercambio de Tráfico, AC – CITIAC) (ver Cuadro 3.1).

Al mismo tiempo, la presencia privada está basada en la integración vertical de operadores con centros de datos.

- Terremark (subsidiaria de Verizon), empresa dueña del NAP de las Américas en Miami, es un operador regional con base en Estados Unidos y centros en Colombia, Santo Domingo y São Paulo, independiente de las empresas de telecomunicaciones latinoamericanas. Fue creado originalmente como punto de entrada a Internet en Estados Unidos. A mediados de la década pasada lanzó el negocio de *data center*, replicando el negocio a nivel hemisférico. Ya para 2008, el negocio de IXP había pasado a ser secundario respecto al nuevo negocio. Actualmente, las empresas pueden conectarse para únicamente vender o comprar tránsito. El *peering* multilateral no es mandatorio, pero deben tenerlo con las redes académicas y con Terremark. También

12. Por ejemplo, Google, YouTube, Apple, Netflix

Cuadro 3.1.

IXP formalizados sin fines de lucro

	Modelo europeo	CABASE (Argentina)	NAP Colombia	PTTMetro (Brasil)	CITIAC (México)
Modelo de negocio	<ul style="list-style-type: none"> Organización sin fines de lucro pero gestionada bajo parámetros comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperativa sin fines de lucro administrado de forma cooperativa 	<ul style="list-style-type: none"> Sin fines de lucro administrado como cooperativa 	<ul style="list-style-type: none"> Sin fines de lucro 	<ul style="list-style-type: none"> Es una entidad neutral sin fines de lucro
Composición	<ul style="list-style-type: none"> Miembros y clientes bajo contrato 	<ul style="list-style-type: none"> Miembros especiales (gobiernos, universidades) abonan un monto fijo anual Miembros son ISP regionales 	<ul style="list-style-type: none"> ISP, carriers de carrier Proveedores de servicio de redes globales 	<ul style="list-style-type: none"> Administrado por Comité Gestor de Internet 	<ul style="list-style-type: none"> Red académica, data center, ISP de TV por cable, ISP, proveedores de transporte
Modelo de gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> La gerencia responde a un consejo de dirección 	<ul style="list-style-type: none"> La gerencia responde a un consejo directivo 	<ul style="list-style-type: none"> La gerencia reporta a un comité administrativo 	<ul style="list-style-type: none"> Director reporte al Comité Gestor de Internet 	<ul style="list-style-type: none"> El consejo está conformado por los socios fundadores
Despliegue geográfico	<ul style="list-style-type: none"> Internacional 	<ul style="list-style-type: none"> Argentina y Uruguay (Chile en el futuro) 	<ul style="list-style-type: none"> Bogotá 	<ul style="list-style-type: none"> Brasil (más de 30 ciudades) 	<ul style="list-style-type: none"> México, DF con presencia virtual
Modelo financiero	<ul style="list-style-type: none"> Membresía más tarifas contractuales a clientes comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> Cargo de inscripción y cuota mensual basada en los gastos 	<ul style="list-style-type: none"> Cargo de iniciación y cuota mensual 	<ul style="list-style-type: none"> Ingresos: venta de dominios Costos subsidiados por operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Los costos se distribuirán con base en costos marginales

Fuente: Entrevistas TAS.

provee servicios de *cross-connect* y de redes privadas virtuales VLAN. La empresa fue adquirida por Verizon en 2011 por USD 1.400 millones.

- Internexa es un operador regional de transporte mayorista (*carrier de carriers*), con una red tendida principalmente sobre la red de transmisión de energía eléctrica, propiedad de la empresa de energía eléctrica colombiana ISA. Tiene centros de interconexión en Colombia, Argentina, Chile, Brasil, Venezuela, Panamá y Perú, y centros de datos en Medellín y São Paulo.
- En Chile todos los operadores, que son agentes privados, tienen un punto de interconexión propio, que, de acuerdo a requisitos regulatorios, debe ser neutro. Existen ocho puntos de intercambio de tráfico (conocidos en la legislación como PIT), todos ellos integrados verticalmente con empresas de telecomunicaciones. Fueron creados en 1999 como respuesta a la falta de puntos de intercambio, que había comenzado a resolverse, con resultados precarios, a través de una iniciativa de los ISP existentes, quienes habían fundado el NAP Chile. El tráfico en los PIT es intercambiado prácticamente en su totalidad bajo acuerdos de *peering*.

A futuro, ya se observa también una incipiente tendencia a la creación de IXP ligados a centros de supercómputo y *clústers* patrocinados por los gobiernos, para la provisión y almacenamiento de información pública sensible, así como la participación de las redes nacionales de investigación y educación en los IXP como generadores de tráfico y acceso a contenidos.

3.2.2. Arquitectura

En general, la arquitectura nacional de IXP en los países de América Latina está basada en un nodo central con IXP regionales que apoyan la interconexión local.

- El modelo multisitio del PTTMetro en Brasil tiene presencia en 22 ciudades, varias de ellas con más de un punto de acceso, ligados a un IXP central, ya sea en estrella o a través de anillos.
- CABASE en Argentina actualmente tiene un IXP central situado en Buenos Aires. En ese punto alojan su contenido los principales proveedores (Akamai, Yahoo y Google, entre otros). Este IXP central está situado en las oficinas centrales de la asociación; ofrece una velocidad máxima de transferencia de 12 Gbps. Los IXP regionales están conectados con el *switch* central de Buenos Aires; también alojan contenido local (por ejemplo, diarios locales).
- Actualmente, en Chile todos los PIT están localizados en Santiago, pero se está promoviendo la expansión a cuatro localidades del interior (Antofagasta, Osorno, Puerto Montt, Coyhaique) para generar redundancia y dar robustez a la red.
- En México se está pensando en una estructura multisitio estrellada. El nodo estará localizado en el centro de datos de Kio Networks en la Ciudad de México. Los centros virtuales aún no han sido determinados.

3.2.3. La relación de los IXP con otros agentes sectoriales

Es importante resaltar la relación que existe entre los IXP de la región y tres agentes que actúan en el sector: los operadores tradicionales de telecomunicaciones, las asociaciones y organizaciones de ISP e Internet y los gobiernos.

Los operadores de telecomunicaciones principales de la región tienden a considerar a los IXP como antagónicos a su negocio. CABASE inicialmente contaba con la presencia de Telefónica, Telecom y Cablevisión, los tres principales operadores de comunicaciones de Argentina. Sin embargo, debido al modelo de intercambio que adoptó el IXP (“todos contra todos”), los dos principales prestadores del servicio de ADSL se retiraron de la asociación. En 2010, con la introducción de IXP regionales, CABASE pasó a ser un competidor indirecto de Telefónica y Telecom, ya que se convirtió en una alternativa para obtener salida internacional para los pequeños ISP del interior del país, que previamente debían comprar tránsito a los incumbentes. En Brasil, Oi y Telefónica, con la publicación de reglas de dominancia¹³ en 2012, tuvieron que ser obligadas a interconectarse a los IXP en lugares geográficos específicos. En Chile, a pesar de que la regulación obligó a las empresas a tener puntos de interconexión neutros, estas pudieron evadir el requerimiento, lo que está obligando al regulador a reescribir las reglas exigiendo probablemente una separación estructural. En México, la principal empresa de telecomunicaciones adoptó el posicionamiento de que no existe la necesidad de un IXP, ya que la mayoría de las empresas están conectadas directamente y ella hospeda a los grandes proveedores de contenidos; las empresas competidoras firmaron acuerdos bilaterales o ejecutan la interconexión en Estados Unidos.

13. Plano Geral de Metas de Competição - PGMC

Por otro lado, de manera similar al caso internacional, las asociaciones de IXP y las organizaciones asociadas a Internet han optado por asumir un papel proactivo en la gestación de IXP. Para el desarrollo inicial del IXP en Argentina, se contó con la colaboración de LACNIC¹⁴, que consiguió donaciones de equipamiento y brindó talleres de capacitación. Para el desarrollo del NAP de Buenos Aires, CABASE contó también con la colaboración de LACNIC para la aplicación de nuevas tecnologías y para mejorar las medidas de seguridad del IXP. El NAP Colombia fue creado a través de un acuerdo de varios ISP; opera bajo la administración de la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT). ISOC¹⁵ ha dado apoyo financiero para la adquisición de equipamiento. El primer IXP en Chile (NAP Chile) fue creado por la asociación de ISP. En Brasil, LACNIC jugó un rol incubador en la creación de IXP. En México, el principal promotor de desarrollo del IXP fue la Red Nacional de Investigación y Educación (CUDI).

Por último, a diferencia del terreno internacional, en América Latina los gobiernos tienden a ser más proactivos, probablemente debido a la inmadurez del mercado. Prácticamente no se utiliza la palanca de estímulos fiscales, pero los gobiernos han sido promotores de la creación de IXP, inclusive, con inversión propia. Este tema se aborda en detalle en el capítulo 5.

3.3. ARGENTINA

Argentina es el tercer país latinoamericano¹⁶ en penetración de Internet en los hogares, el quinto en penetración de banda ancha fija, el segundo en ancho de banda internacional y el sexto en ancho de banda internacional por usuario de Internet (ver Gráfico 3.5).

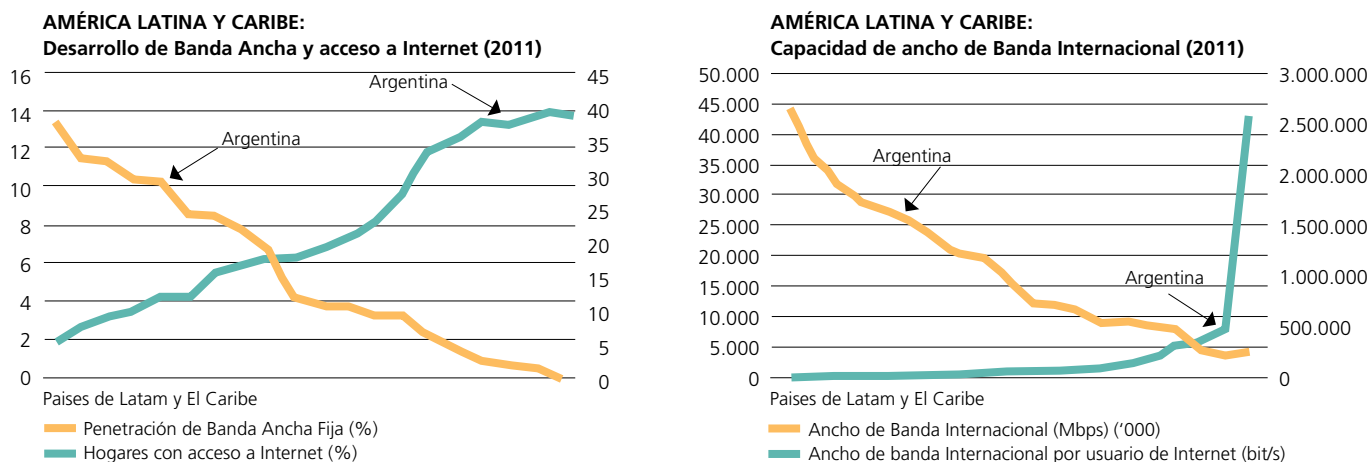
14. Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe (www.lacnic.net)

15. Internet Society, una asociación sin fines de lucro para la coordinación global y cooperación en Internet, sus tecnologías y aplicaciones (www.isoc.org).

16. Se consideraron los diecisiete países latinoamericanos para los que las estadísticas de estas cifras están disponibles: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominicana, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Gráfico 3.5.

Posición relativa del mercado de Internet de Argentina



Fuente: UIT. *Wireless Intelligense*; INDEC; Análisis TAS

Como en la mayoría de los países de la región, el crecimiento en el número de usuarios de Internet fue motivado principalmente por las conexiones móviles. Hacia finales de 2012, más de 6 de cada 10 personas accedía regularmente a Internet a través de más de 12 millones de accesos (ver Gráfico 3.6).

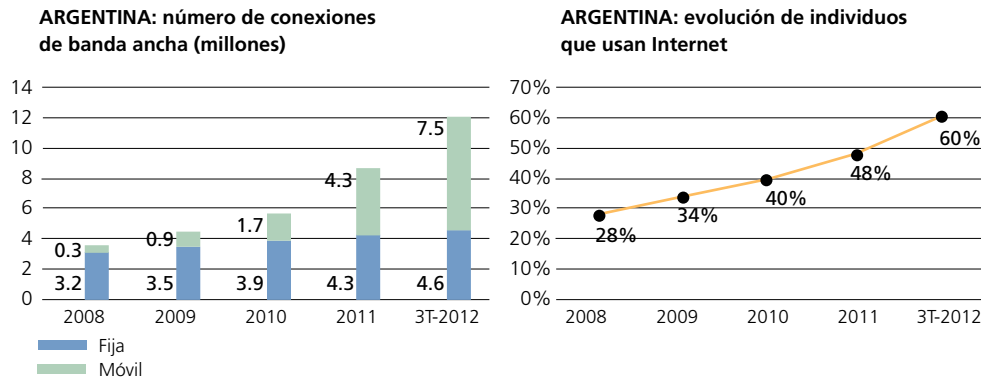


Gráfico 3.6.
Uso de Internet en Argentina

Fuente: UIT. Análisis TAS

La mayoría del contenido más visitado por la población es de sitios de origen extranjero, pero está generalmente hospedado en CABASE, el IXP de Argentina (ver Gráfico 3.7).

Sitios de Internet	Tráfico	Residente en CABASE
1. Facebook	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
2. Google Argentina	[Barra larga]	SÍ – Contenido Local
3. Youtube	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
4. Google	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
5. Windows Live	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
6. Mercado Libre	[Barra larga]	SÍ – Contenido Local
7. Yahoo!	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
8. Wikipedia	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional
9. Twitter	[Barra larga]	NO – Contenido Internacional
10. Taringa!	[Barra larga]	NO – Contenido Local
11. La Nación	[Barra larga]	NO – Contenido Local
12. Clarin	[Barra larga]	NO – Contenido Local
13. Infobae	[Barra larga]	NO – Contenido Local
14. LinkedIn	[Barra larga]	NO – Contenido Internacional
15. Ole	[Barra larga]	No – Contenido Local
16. MSN	[Barra larga]	SÍ – Contenido Internacional

Gráfico 3.7.
Sitios de Internet más visitados en Argentina

Fuente: Alexa; Análisis TAS

CABASE (Cámara Argentina de Internet) fue fundada en 1989. Es la cámara que agrupa a las empresas proveedoras de servicios de acceso a Internet, servicios de centros de datos, contenidos en la red y otros servicios relacionados. Es una sociedad sin fines de lucro administrada y financiada por sus miembros.

El primer IXP de América Latina fue inaugurado por esta cámara en 1998; para su implementación contó con el apoyo de LACNIC. Inicialmente funcionaba únicamente como un

punto de intercambio de tráfico, pero en 2010, después de haber realizado estudios de mercado y analizado la viabilidad de centros regionales, se procedió a iniciar la construcción de nuevos IXP en las provincias. El primer IXP regional fue instalado en Neuquén. En la actualidad, CABASE cuenta con diez puntos (Bahía Blanca, Buenos Aires, Córdoba, De la Costa, La Plata, Mar del Plata, Mendoza, Neuquén, Rosario y Santa Fe), todos financiados con aportes extraordinarios de sus miembros, además del IXP central en Buenos Aires. En 2012 se sumó a CABASE el operador estatal de telecomunicaciones uruguayo, Antel. Ya han comenzado negociaciones con el operador chileno Silica Networks.

CABASE cuenta con más de 200 miembros entre operadores, ISP, proveedores internacionales y nacionales de contenido, universidades y centros de investigación (ver Cuadro 3.2). En CABASE participan la mayoría de los pequeños ISP (más de 120, con una cuota de

Cuadro 3.2.
Miembros de CABASE

Categoría	Miembros	Descripción
Operadores	<ul style="list-style-type: none"> • Fibertel • Telecentro • Silica • Sion • Antel (Uruguay) 	<ul style="list-style-type: none"> • Principal operador de cable con el 17% del mercado de banda ancha fija • Segundo operador de cable (con cobertura solo en Buenos Aires) • Principal oferente de banda ancha del mercado corporativo y revendedor a ISP • Operador de banda ancha corporativa y residencial con cobertura nacional • Principal operador de banda ancha de Uruguay
ISP	<ul style="list-style-type: none"> • Más de 110 ISP regionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Operadores con menos del 1% del mercado nacional, pero de alta importancia regional (Ejemplo: Cooperativas Eléctricas en Neuquén)
Proveedores internacionales de contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Google • Yahoo • Akamai 	<ul style="list-style-type: none"> • Segundo página más visitada a nivel nacional • Séptima página más visitada a nivel nacional • Plataforma que aloja y distribuye contenido y aplicaciones (incluye a Facebook, la página más visitada a nivel nacional)
Proveedores nacionales de contenido	<ul style="list-style-type: none"> • AFIP • mercadolibre.com • Banco de Galicia • Gobiernos Provinciales (en NAP regionales) • Diarios locales (en NAP regionales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Organismo nacional de recaudación de impuestos • Sitio local de subastas (sexta página más visitada) • Uno de los tres bancos más importantes a nivel nacional • Por ejemplo, el contenido de la Municipalidad de la Costa se encuentra en el NAP regional • Diarios de circulación provincial/municipal
Universidades	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional del Litoral • Universidad Nacional de Córdoba • Universidad Nacional de La Matanza • Universidad Nacional de La Plata 	<ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a las universidades que están localizadas en regiones con NAP locales

Fuente: *Página de Internet de CABASE.*

mercado inferior a 1%) y una de las grandes empresas de telecomunicaciones (Cablevisión/Fibertel, con 16,8%). Los otros dos grandes prestadores del servicio de banda ancha, Telefónica (Speedy, con 21,9%) y Telecom (Arnet, con 20,7%), no intercambian su tráfico a través de la Cámara.

Los afiliados dividen en forma proporcional los gastos derivados del mantenimiento y operación del IXP. Miembros especiales (gobiernos y universidades) abonan anualmente un monto fijo definido por la asociación. Adicional a lo anterior, los afiliados pagan un cargo de inscripción único y una cuota mensual de 1.062 pesos argentinos (aproximadamente USD 200) si están radicados en Capital Federal o Gran Buenos Aires, o bien 885 pesos argentinos (USD 165) si están en el interior.

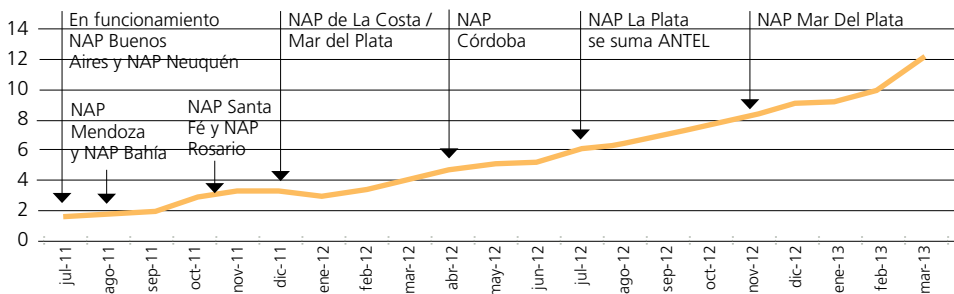
El modelo de intercambio adoptado, de "todos contra todos", incentiva la participación de los ISP de menor tamaño. Bajo este modelo, cada uno de los miembros intercambia tráfico directamente con todos los demás miembros, debiendo aceptar necesariamente el intercambio de tráfico. El beneficio relativo disminuye conforme aumenta el tamaño del participante; este modelo fue la principal razón que incentivó la salida de las operadoras con mayor participación de mercado.

CABASE tiene un consejo directivo conformado por 25 miembros: un presidente, hasta diez vicepresidentes, un secretario general, un tesorero, seis vocales titulares y seis vocales suplentes. Solo los socios activos fundadores pueden postularse a los cargos. El consejo se reúne una vez al mes. También cuenta con dos miembros encargados de un área de fiscalización. El personal técnico (doce personas) coordina la relación técnica con todos los miembros, vigila el cumplimiento de los contratos tercerizados y maneja técnicamente a los IXP regionales, auxiliado por una subcontratación de aproximadamente 20 personas que dan servicio en forma continua.

Desde el punto de vista de arquitectura técnica, CABASE tiene un IXP central situado en Buenos Aires en las oficinas centrales de la asociación; ahí están alojados los principales proveedores de contenido (entre ellos, Yahoo, Google y Akamai). Los IXP regionales se conectan directamente al IXP central, pero también alojan contenido (por ejemplo, diarios locales). Los principales generadores de tráfico son Fibertel, Telecentro, Akamai y Google.

El tráfico en tan solo dos años, de enero 2011 a marzo 2013, se multiplicó por 8, pasando de menos de 1,5 GB por mes a 12 GB, gracias a la instalación de los puntos de interconexión regionales (ver Gráfico 3.8).

Gráfico 3.8.
CABASE: Evolución del tráfico (en GB) del IXP (2011-2013)



Fuente: CABASE, Análisis TAS

La asociación se ha visto beneficiada por el despliegue de más de 12.000 kilómetros de fibra óptica realizado por el gobierno desde 2011 a través de Arsat, empresa pública de telecomunicaciones. La red provincial de fibra, al disminuir los costos de la construcción de puntos de interconexión regionales debido a la reducción del costo del enlace con Buenos Aires, viabilizó los puntos de presencia en la Costa, Mar del Plata y Córdoba. Futuros IXP regionales estarán sujetos a la expansión de la fibra de Arsat; en el período 2013-2014 se está planeando la instalación de diez puntos adicionales.

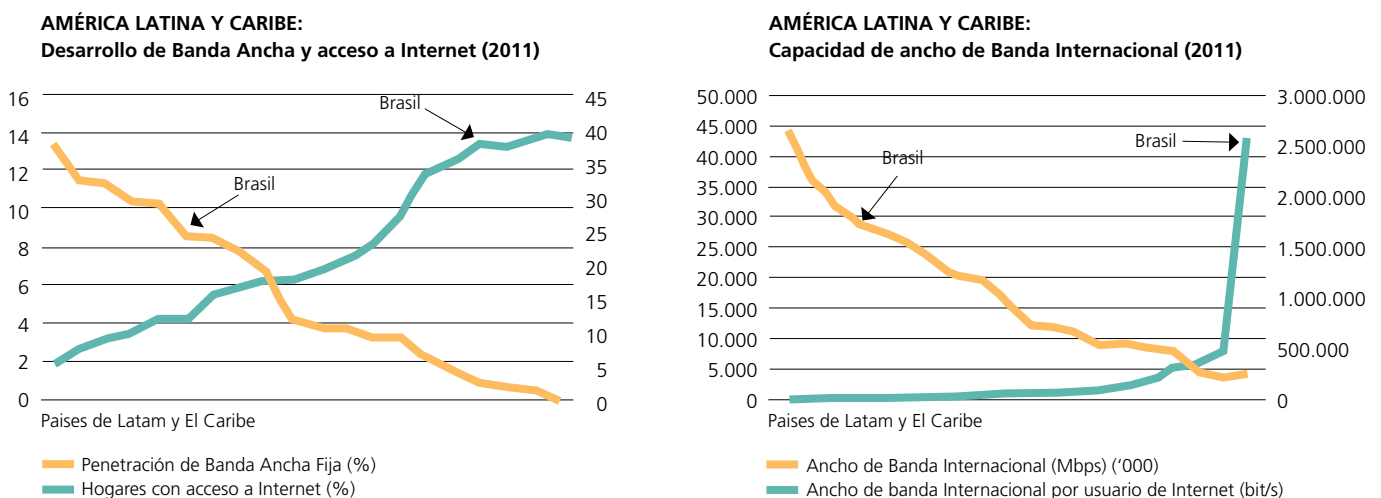
CABASE está vinculado directamente con el gobierno argentino y su plan “Conectar-Conectar”. Este plan es una iniciativa gubernamental que busca profundizar la adopción por parte de la población de nuevas tecnologías e Internet; la asociación promueve y coordina operativamente la iniciativa, que involucra a proveedores de acceso y a docentes de escuelas secundarias.

3.4. BRASIL

Brasil es el cuarto país latinoamericano en penetración de Internet en los hogares, el séptimo en penetración de banda ancha fija, el primero en ancho de banda internacional y el cuarto en ancho de banda internacional por usuario de Internet (ver Gráfico 3.9).

Gráfico 3.9.

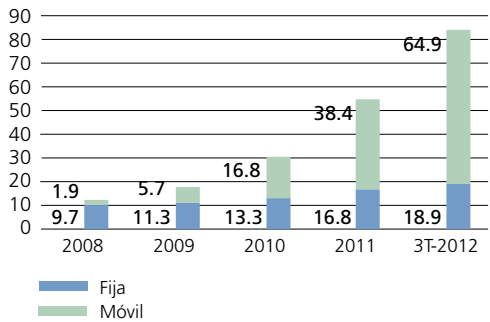
Posición relativa del mercado de Internet de Brasil



Fuente: UIT. Análisis TAS

Hacia finales de 2012 el número total de conexiones de banda ancha (fija y móvil) excedía los 80 millones. El porcentaje de la población accediendo a Internet de manera periódica llegó a 61% en marzo de este año; esto implica que existen cerca de 120 millones de usuarios, un número superior a la población total del segundo país de la región (ver Gráfico 3.10).

BRASIL: número de conexiones de banda ancha (millones)



BRASIL: evolución de individuos que usan Internet

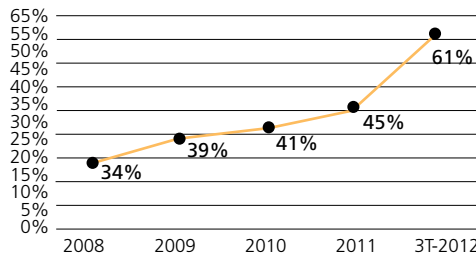


Gráfico 3.10.
Uso de Internet en Brasil

Fuente: UIT. Análisis TAS

Los sitios más visitados en Brasil son tanto locales como extranjeros. El comportamiento tiende a ser diferente del resto de la región debido a la lengua, ya que existe mucho contenido generado y demandado en portugués (ver Gráfico 3.11).

Sitios de Internet	Tráfico	Sitio local
1. Facebook	[Barra]	NO
2. Google Brasil	[Barra]	SÍ
3. Google	[Barra]	NO
4. Youtube	[Barra]	NO
5. Universo Online	[Barra]	SÍ
6. Globo	[Barra]	SÍ
7. Windows Live	[Barra]	NO
8. Blogspot.com.br	[Barra]	SÍ
9. Yahoo!	[Barra]	NO
10. Mercado Livre	[Barra]	SÍ
11. Wikipedia	[Barra]	NO
12. Terra	[Barra]	SÍ
13. iG	[Barra]	SÍ
14. Twitter	[Barra]	NO
15. Avril.br	[Barra]	SÍ
16. LinkedIn	[Barra]	NO

Gráfico 3.11.
Sitios de Internet más visitados en Brasil

Fuente: Alexa; Análisis TAS

3.4.1. Evolución del sector de telecomunicaciones en Brasil

El contexto de la infraestructura de interconexión en Brasil responde a la evolución atípica que tuvo el sector de telecomunicaciones desde que fue reformado a mediados de los años 90. A diferencia de la mayoría de los países de la región latinoamericana, Brasil no privatizó su empresa nacional de telecomunicaciones (Telebrás, con telefonía fija y móvil, además de incipientes servicios de Internet) sino hasta 1998, permitiendo la competencia en el mercado móvil dos años antes. Asimismo, no se creó una empresa única, sino que, en los moldes de la estructura de la escisión de AT&T en Estados Unidos en 1984, fueron trece empresas privatizadas: tres empresas regionales para prestar servicios locales (y larga distancia dentro de la región, parecido al concepto de LATA en Estados Unidos), una empresa de larga distancia (Embratel) y nueve empresas celulares.

Además, hubo restricciones de propiedad en todas estas empresas, de tal manera que se dio entrada simultánea a varios grupos económicos de porte razonable. Sin embargo, al menos en telefonía fija, la concentración de mercado continuó existiendo por mucho tiempo y esta fue trasladada parcialmente al mercado de Internet de banda ancha. El sector fue reestructurado de manera importante, primero por la entrada del grupo mexicano Telmex/América Móvil y posteriormente por la fusión de Brasil Telecom con Oi, dos de las empresas regionales resultantes de la escisión de Telebrás.

América Móvil fue adquiriendo empresas móviles regionales, muchas de ellas en dificultades financieras, hasta conseguir una operación con cobertura nacional. Por su lado, Telmex (hoy parte de América Móvil) compró a Embratel en 2004, también en dificultades financieras resultantes de la quiebra de su controlador, MCIWorldCom. Asimismo, Telmex también adquirió control de la cablera más importante (Net), lo que le dio acceso cableado de última milla en partes importantes del país.

Es importante mencionar que durante el proceso de privatización, Telebrás, que era la empresa controladora (*holding*) de las empresas que fueron privatizadas, nunca fue extinguida y continuó existiendo como un ente legal, básicamente para mantener la plantilla de trabajadores y plazas, muchas de ellas de funcionarios de Anatel. Durante el segundo gobierno del Presidente Lula, Telebrás fue revivida para convertirse en la empresa que operaría una red troncal nacional (*backbone*) de capital estatal.

Con este historial, no es sorprendente que existan varias infraestructuras de transmisión en el país (ver Figura 1), y que las necesidades de interconexión y las motivaciones para los diferentes arreglos fueran diferentes que en países donde existe mucha más concentración en la infraestructura de *backbone* (ver Figura 3.2).

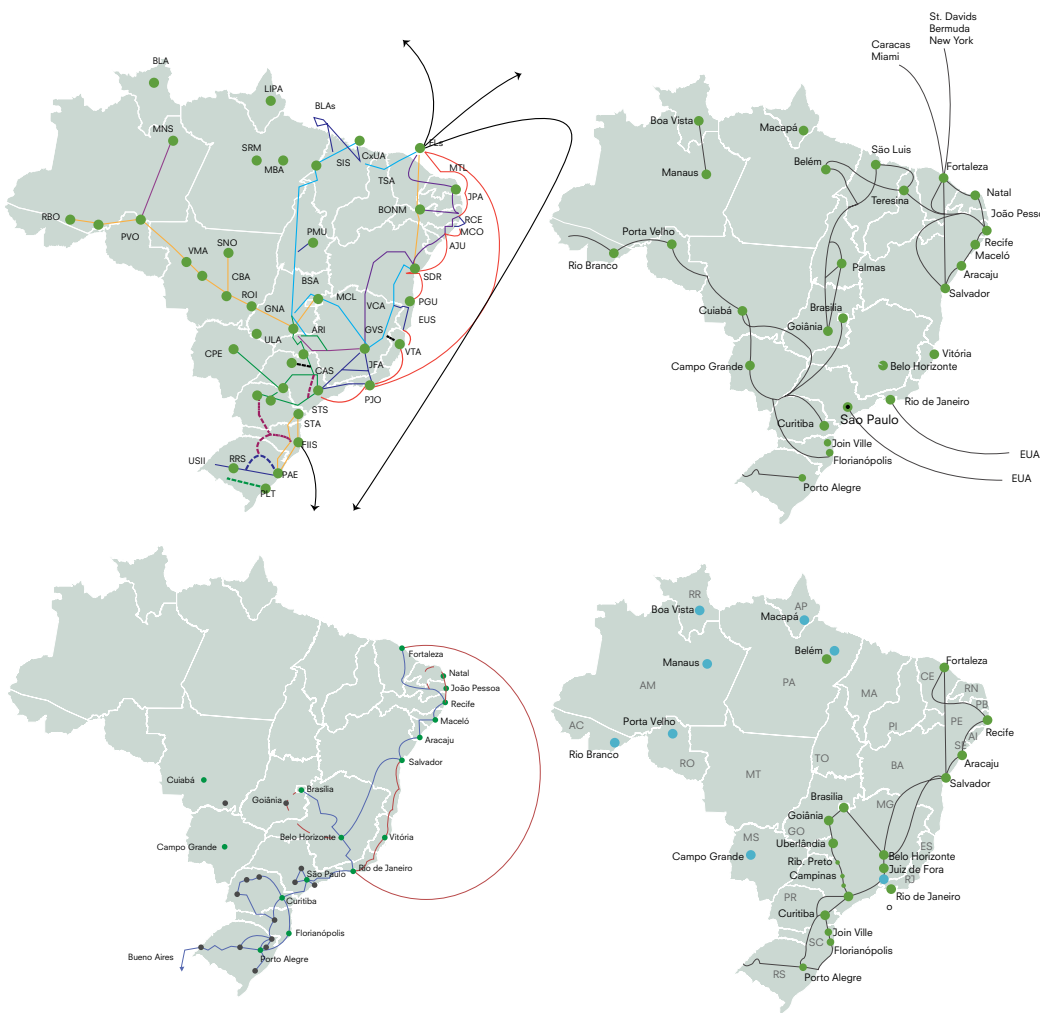
3.4.2. El Comité Gestor de Internet

Paralela a la evolución del sector de telecomunicaciones hubo otra serie de acontecimientos involucrando otros actores. En mayo de 1995, el Ministerio de Comunicaciones (MC) y el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) emitieron una “nota conjunta”, en la que, partiendo de que era su obligación “informar a la sociedad al respecto de la introducción de Internet a Brasil”, esclarecían que el gobierno brasileño consideraba de importancia estratégica que Internet estuviera disponible para toda la sociedad, ya que era preferible que la prestación de servicios comerciales de Internet estuviera en manos de la iniciativa privada, y que el gobierno estaría estimulando el surgimiento de muchos y variados ISP. La participación de organismos y recursos públicos sería para complementar la participación de la iniciativa privada y se limitaría a las situaciones donde fuera necesaria la presencia del sector público para estimular o inducir el surgimiento de proveedores y usuarios.

El comunicado también describe a la Rede Nacional de Pesquisa (RNP¹⁷) y su *backbone*, montado sobre la infraestructura de Embratel (aún no privatizada), y lo pone a disposición de operadores privados comerciales. Asimismo, establece lineamientos de tarifas y

17. Red Nacional de Investigación

Figura 3.2.
Ejemplos de redes troncales en Brasil



Fuente: Anatel

precios y enfatiza, de manera repetida y contundente, que el servicio es menester de la iniciativa privada.

Finalmente, esta nota creó el Comitê Gestor Internet (actualmente, CGI.br), con el sentido de hacer efectiva la participación de la sociedad en las decisiones relativas a la implantación, administración y uso de Internet. El comité contaría con los siguientes representantes: MC, MCT, Sistema Telebrás, Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), RNP, la comunidad académica, proveedores de servicios, la comunidad empresarial y comunidad de usuarios. Formalmente, el CGI nació a partir de un decreto interministerial¹⁸ publicado el 31 de mayo de 1995.

Las atribuciones principales del CGI eran la de fomentar el desarrollo de los servicios de Internet en Brasil, recomendar patrones y procedimientos técnicos y operacionales para Internet en el país, coordinar la atribución de direcciones de Internet, el registro de nom-

18. Portaria Interministerial N° 147, de 31 de maio de 1995

bres de dominios y la interconexión de las redes troncales, así como recopilar, organizar y disseminar informaciones sobre los servicios.

A través de cambios menores, el CGI fue evolucionando. En 1997¹⁹ se eliminó el representante de la RNP para ser sustituido por “un especialista en redes”. En 1999²⁰ fue alterado nuevamente, eliminando al Sistema Telebrás y al especialista en redes, agregando al Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio, Anatel, la industria de software e informática y la comunidad educativa y cultural. Y en 2003²¹ se dio el primer gran cambio al CGI, que muestra el nuevo abordaje que daría la administración de Lula da Silva, al pasar de un grupo de 12 representantes a 17, incluyendo a la Presidencia (Casa Civil), Ministerio de Planeación, Presupuesto y Gestión, el tercer sector (las ONG), trabajadores del área de TI y del Foro Nacional de Secretarios Estatales para Asuntos de Ciencia y Tecnología. Asimismo, el decreto, y los futuros decretos que vendrían a ser publicados, estarían firmados no solo por los dos ministerios fundadores sino también por la Casa Civil. El decreto obligó al Comité Gestor Internet proponer, en seis semanas, un nuevo modelo de gobernanza de Internet en Brasil.

Este mandato dado al CGI llevó a que fuera sustancialmente transformado. En 2003, Lula firmó el decreto²² que lo transformó en el CGI.br. Explícitamente, el CGI.br ahora es quien establece las directrices para la organización y administración del dominio “.br”. Asimismo, se le da un papel más protagónico en la posibilidad de proponer investigaciones y directrices estratégicas sobre Internet, recomendar procedimientos, normas y patrones técnico-operacionales. El comité pasó a contar con 21 representantes.

El CGI.br mantiene grupos de trabajo y coordina proyectos diversos en áreas de importancia para el buen funcionamiento y el desarrollo de Internet en Brasil. Para poder pasar de “comité” a un órgano ejecutivo, el CGI.br creó en 2005 el “Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR” – NIC.br²³, que es la entidad encargada y habilitada legalmente para implementar las decisiones y los proyectos del CGI.br. Es una entidad civil sin fines de lucro. Las atribuciones de NIC.br son las siguientes:

- Registro y mantenimiento de los nombres que utilizan .br, además de la distribución de los ASN²⁴ y las direcciones IPv4/IPv6, a través del Registro de Dominios para Internet en Brasil²⁵ (Registro.br).
- Tratamiento y respuesta a incidentes de seguridad que involucran redes conectadas a Internet en Brasil, a través de CERT.br²⁶, que funciona como un punto central de notificaciones, ayudando a la coordinación y dando apoyo al proceso de respuesta, además de actuar como mediador.

19. Portaria Interministerial Nº 391, de 07 de agosto de 1997

20. Portaria Interministerial Nº 188, de 23 de novembro de 1999

21. Portaria Interministerial Nº 739, de 2 de abril de 2003

22. Decreto Nº 4,829

23. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR

24. *Autonomous System Number*, que son los números dados a los Sistemas Autónomos (AS), originalmente de 16 bits, actualmente también de 32

25. Registro de Dominios para a Internet no Brasil

26. Centro de Estudos, Resposta e Tratamento de Incidentes de Segurança no Brasil

- Proyectos que promuevan la infraestructura de redes, como la interconexión directa entre redes (PTT.br) y la distribución de la hora legal brasileña (NTP.br²⁷). Estos proyectos son ejecutados por el Centro de Estudios e Investigaciones en Tecnologías de Red y Operaciones (CEPTRO.br²⁸). Aunque PTT.br es el proyecto más importante de CEPTRO.br, esta última también estudia la calidad del servicio y disemina el IPv6.
- Producción y divulgación de indicadores y estadísticas sobre el desarrollo de Internet (a través de CETIC.br²⁹).
- Promoción de estudios y desarrollo de recomendaciones sobre procedimientos, normas y patrones técnicos y operacionales para la seguridad de la red y el uso adecuado por parte de la sociedad.
- Soporte técnico y operacional a LACNIC.
- Hospedaje a las instalaciones brasileñas de W3C (World Wide Web Consortium, www.w3.org), una comunidad internacional que desarrolla estándares abiertos para garantizar el crecimiento de largo plazo de Internet.

Las actividades de NIC.br, incluyendo el PTT.br en CEPTRO.br, se financian a través de la venta de dominios punto br (.br). En 2011 los ingresos totales no financieros fueron de 86,4 millones de reales brasileños (aproximadamente USD 45 millones), con un beneficio neto de 41,2 millones de reales brasileños..

La iniciativa más importante, y la que más recursos ha consumido, es el proyecto PTTMetro, descrito más adelante.

3.4.3. La infraestructura de interconexión en Brasil

Existen 31 IXP en Brasil, de los cuales 30 son operados por NIC.br (a través de CEPTRO.br). Además, existe el NAP do Brasil, que pertenece a Terremark.

El **NAP do Brasil**, inaugurado en 2004, con una capacidad de 20 Gbps, es un centro de datos que a su vez funciona como un IXP. Terremark, subsidiaria de Verizon con sede en Miami, enfatiza su modelo neutral, independiente de las empresas dueñas de red. Su abanico de servicios, incluye colocación, *hosting*, recuperación de desastres, seguridad y cómputo en la nube. Se encuentra en las afueras de la ciudad de São Paulo. Tiene infraestructura con amplia redundancia, con fibra, radio y satélite. Cuenta con 17.250 metros de área, de los cuales 3.400 son para colocación. Está conectado directamente con el NAP de las Américas en Miami, también de Terremark, a través de rutas por el Pacífico y el Atlántico, donde hay más de 600 *carriers* interconectados.

El **PTTMetro** es el proyecto del CGI.br, implementado por NIC.br a través de CEPTRO.br. PTTMetro también es conocido como PTT.br. Este proyecto responde a la preocupación de las autoridades brasileñas de que existe poca posibilidad de intercambiar tráfico localmente con acuerdos de *peering*. Actualmente PTTMetro gestiona 30 PTT en 22

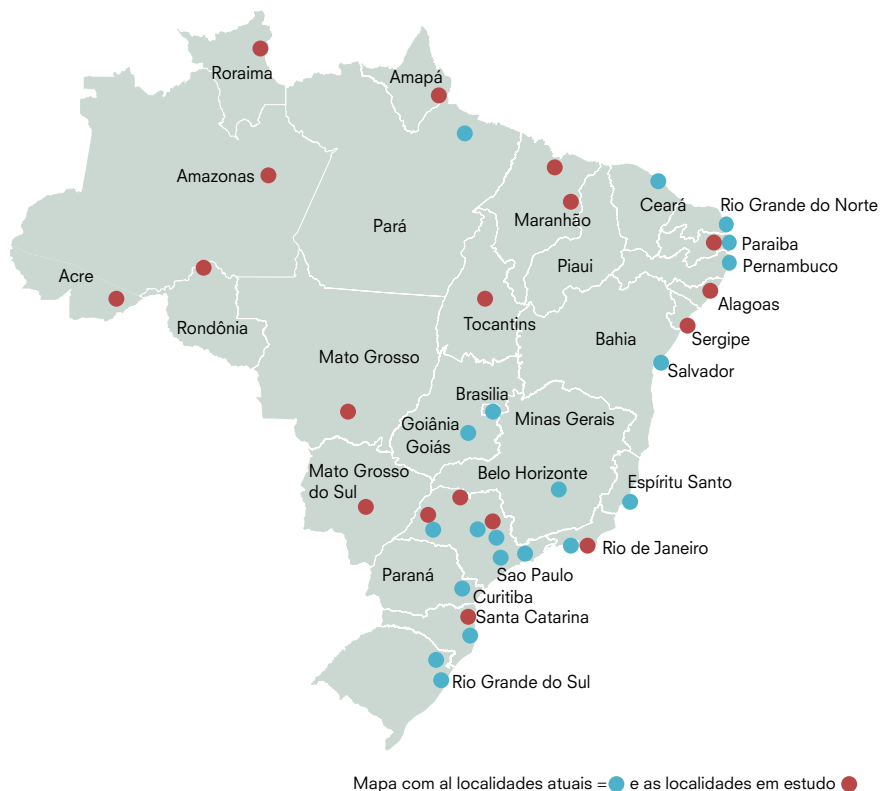
27. Network Time Protocol

28. Centro de Estudos e Pesquisas em Tecnologias de Redes e Operações

29. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação

ciudades, que proveen el intercambio de tráfico de 1.526 sistemas autónomos (ASN)³⁰ registrados en ARIN³¹ y LACNIC. El número de ASN por IXP varía de 4 a 94, dependiendo de la localidad. Están en estudio 16 IXP adicionales³² (ver Figura 3.3).

Figura 3.3.
Localización de los IXP del PTTMetro
(actuales y en estudio)



Fuente: ptt.br

El PTTMetro antes de la publicación del PNBL

El proyecto de infraestructura de interconexión fue desarrollado en 2004, siguiendo los lineamientos de lo que se conocía como “MIX” (Metropolitan Internet eXchange), de donde surgió el nombre de PTTMetro, para incentivar y apoyar el intercambio de tráfico entre las diferentes áreas del país. El alcance original del proyecto era construir cinco PTT en capitales de estados brasileños. Al 2010, cuando fue publicado el Plan Nacional de Banda Ancha (Plano Nacional de Banda Larga – PNBL), existían veinte PTT en todo el país, localizados en doce ciudades (São Paulo tenía ocho y Puerto Alegre dos).

CGI.br considera que la infraestructura de los PTT es de uso público, por lo que su utilización por parte de las empresas que están interconectadas es gratis. Son iniciativas de carácter colaborativo, por lo que el servicio es recíproco, sin pagos entre los operadores. El Comité define la política de intercambio del tráfico y del uso en general del sistema de interconexión.

30. Un sistema autónomo (AS) es una red de telecomunicaciones con un número de identificación propio (ASN)

31. American Registry for Internet Numbers

32. La lista completa de ciudades puedes ser encontrada en <http://ptt.br/localidades/novasmmap>

Un PTT puede tener varios puntos de acceso, llamados PIX (*pontos de interconexão*) (que, por ejemplo, pueden ser centros de datos o las instalaciones de una empresa de telecomunicaciones), que establecen una conexión con el PIX central de la región con fibra óptica oscura con redundancia (véase Figura 3.3).

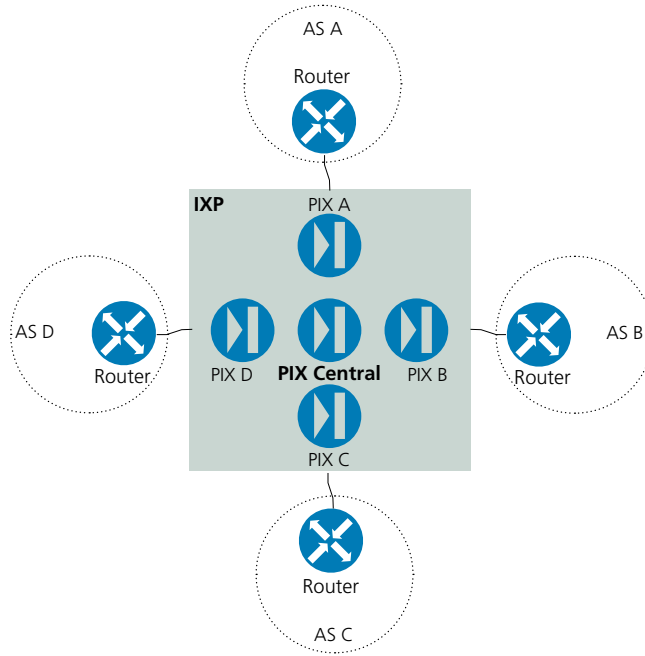


Figura 3.3. Diagrama de la estructura de un PTT: 5 PIX, un solo PTT

Fuente: Ascen o Reis, E. (2011)

El objetivo de que la fibra no esté iluminada es que permite gran escalabilidad del volumen. Los PIX no centrales tienen que cubrir el costo del equipo local (básicamente conmutación), además de la infraestructura de soporte (espacio para *racks*, energía eléctrica, refrigeración, seguridad física y mano de obra operacional). La Figura 3.4 muestra la estructura del PTT de São Paulo; la Figura 3.5, la evolución del tráfico en este PTT.

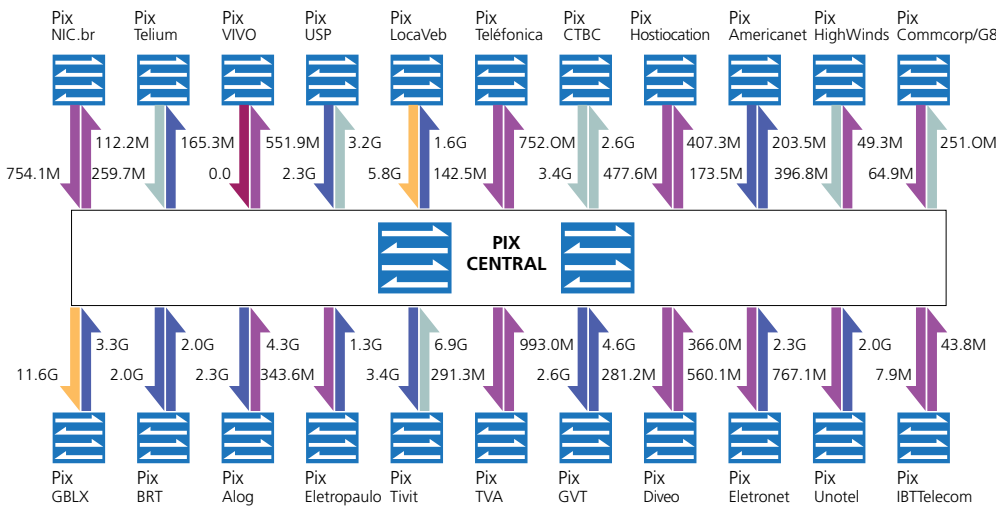
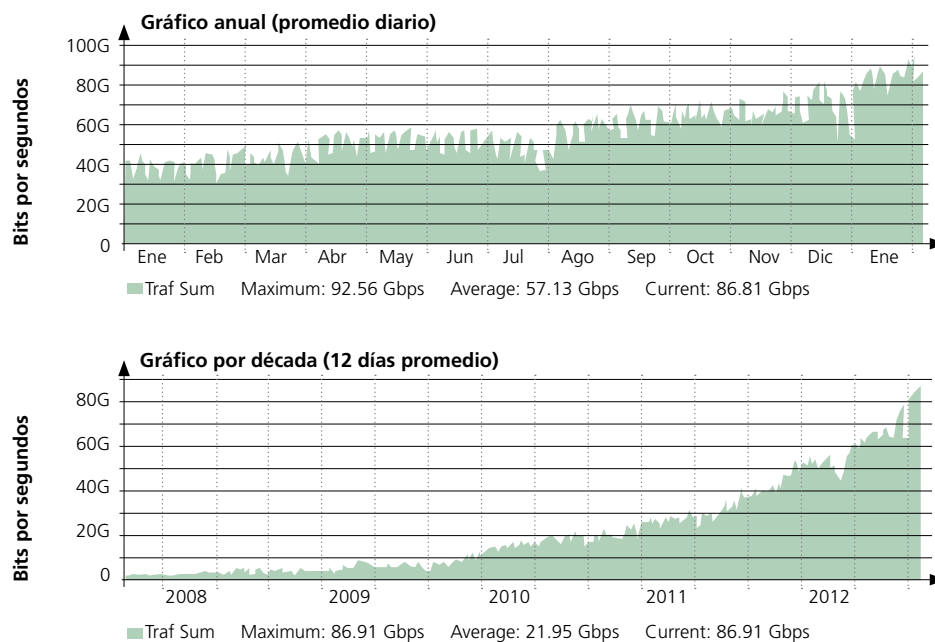


Figura 3.4. Diagrama del PTT de São Paulo

Fuente: Ascen o Reis, E. (2011)

Figura 3.5.
Tráfico intercambiado
en el PTT de São Paulo
(último año e histórico)



Fuente: <http://ptt.br/trafegolagregado/sp>

Desde su creación, CGI.br identificó varios desafíos que el proyecto PTTMetro tenía que enfrentar. Era necesario contar con mayor participación, ya que el valor creado por un IXP está directamente ligado al número de participantes en cada punto. Era necesario vencer la resistencia de algunas redes importantes, especialmente las de nivel 2 (principalmente, Oi y Telefónica), para contar con su participación y que intercambiaran tráfico. Asimismo, era necesario encontrar soluciones para disminuir los costos de enlaces locales. Anatel, el regulador, trabajó durante varios años sobre estos temas, pudiendo, después de varios intentos, publicar una regulación que los abordaba directamente en 2012 (PGMC, referido en la sección 3.2.3 y detallado más adelante).

PTTMetro después de la publicación del PNBL

El proyecto PTTMetro fue rediseñado, aumentando sustancialmente su importancia con la publicación del PNBL en 2010. Uno de los elementos centrales del PNBL es la inversión pública en la instalación de fibra óptica, que después sería comercializada al mayoreo, con el objetivo de aumentar la capacidad de transporte existente en Brasil. Asimismo, incluye medidas regulatorias para estimular la competencia, siendo una de ellas un despliegue mayor de IXP.

Un objetivo expreso del PNBL es aumentar la penetración de servicios de banda ancha con la participación activa de pequeñas y medianas empresas operadoras de red y proveedores de servicio de Internet. El plan reconoce que para estos pequeños actores, uno de los aspectos que más presiona su modelo de negocios es el costo de tránsito para entregar su tráfico a la red de Internet, así como la falta de medios para el intercambio directo de una parte de este tráfico por medio de *peering* local. El mismo texto del PNBL utiliza como argumento que las empresas competidoras de las empresas con-

cesionarias³³ alegan tener dificultades en obtener acceso en términos razonables a la “conectividad IP”, lo que significa conseguir interconexión a redes que estén vinculadas a Internet, además de la resistencia de las mayores prestadoras de interconectarse a los IXP administrados por el CGI.br³⁴.

Bajo el argumento de que el efecto de red causado por el incremento en el número de redes interconectadas justifica la intervención regulatoria, el PNBL y la legislación subsecuente estipulan que los IXP sean abiertos y neutros. Asimismo, como es necesario que participen las mayores empresas, se impusieron condiciones específicas para empresas con poder sustancial de mercado. El regulador ha manifestado su preocupación de que con la llegada de las redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés), las empresas mayores estén menos interesadas en llegar a puntos de interconexión neutrales y tiendan a preservar el sistema que mantienen y aumentar las condiciones asimétricas existentes a su favor.

El PNBL, por lo tanto, estipula el incrementar el número y distribución geográfica de IXP para asegurar el acceso no discriminatorio a la red troncal (*backbone* y *backhaul*) por parte de redes pequeñas y medianas. Este proyecto fue encomendado al CGI.br, que en su momento ya operaba en varias ciudades, por tener experiencia, un histórico de operación neutra y con buena calidad, además de contar la participación de varias partes (gobierno, representantes de empresas de diversos tipos asociadas a Internet, academia). CGI.br está financiando y operando esta infraestructura, colocándolos en los puntos de presencia de la red de investigación (RNP) con sede en universidades y centros de investigación. El objetivo es, al 2015, tener 52 nuevos IXP, todos operados por el CGI.br, para tener cobertura nacional. Se busca asegurar la no discriminación en el intercambio de tráfico a través de *peering* (incluyendo *peering* secundario) y ofrecer servicios de tránsito a precios competitivos en los IXP, para tener un número suficiente de redes de diversos tamaños prestando servicios e intercambiando tráfico.

Además de lo anterior, para conseguir un intercambio de tráfico más eficiente, el PNBL propuso varios cambios en los instrumentos regulatorios:

- Cambiar el artículo 25 del Reglamento General de Interconexión (RGI) para dejar clara la obligación de interconexión Clase V (interconexión de redes de datos³⁵) y la obligación de que aplican las mismas condiciones previstas para las demás clases. Esto se debe a que la vaguedad con que este artículo fue escrito en el reglamento original de 1998, cuando el entendimiento del tema era insuficiente, permitía a las empresas dueñas de la infraestructura aplicar prácticas dilatorias y discriminatorias bajo interpretaciones de dicho artículo.

33. Solo son concesionarias las empresas resultantes de la privatización de Telebrás en 1998; las demás actúan bajo la figura legal de “autorización”. Actualmente son Telefônica São Paulo, Oi (que incluye Telemar y Brasil Telecom), Embratel, y un par de empresas menores (Sercomtel, CTBC).

34. Secretaria-Executiva do Comitê Gestor do Programa de Inclusão Digital. (2010). “Brasil Conectado. Programa Nacional de Banda Larga”. P. 29.

35. El reglamento original dividió los diferentes tipos de interconexión en clases: Clase I (redes fijas), Clase II (redes fijas con móviles), Clase III (redes fijas o móviles a otras redes para otros servicios diferentes a voz), Clase IV (entre redes móviles), Clase V (todas las demás interconexiones).

- Desarrollar un reglamento específico para disciplinar los criterios de la oferta de interconexión Clase V, especialmente en lo referente a los plazos de atención de solicitudes de interconexión y de la entrega del servicio, independientemente de la existencia de un acuerdo sobre la remuneración y las condiciones para fijar el precio, así como los mecanismos de resolución de conflictos y controversias.
- Dar tratamiento privilegiado a las empresas sin poder sustancial de mercado, tanto en la obtención del servicio de interconexión como en el régimen de remuneración.
- Reforzar los intentos de fiscalización llevados a cabo por Anatel en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el RGI, también en la interconexión Clase V.

Parte de los objetivos se logra con hacer que los puntos de interconexión de las mayores empresas telefónicas coincidan con la localización de los IXP en la malla del backbone IP de Telebrás, que pasará por todos los IXP de PTTMetro, además del IXP de Terremark y el FIX36 instalado en Brasilia por la RNP. Para determinar el número y el lugar de los IXP, se estudió la infraestructura de interconexión actual de las redes fijas y móviles y de la topología de Internet existente, además de los puntos de aterrizaje de los cables submarinos. Se tomaron las 67 áreas geográficas del plan de numeración (servicios de telefonía fija y móvil) y se estableció como objetivo contar con al menos un IXP por área. De acuerdo a ejecutivos del PTTMetro, este no es el criterio adecuado para la red de Internet y los flujos de tráfico; no consideran que sea necesaria tanta infraestructura de interconexión. La organización, en 2011, en un estudio de demanda detallado, ya había identificado la necesidad de construir al menos 20 nuevos IXP, varios en la misma área de numeración.

Para las empresas con poder sustancial de mercado es obligatoria la presencia en todos los puntos de la red de IXP del PTTMetro. El requisito fue establecido en el artículo 31 del Plan General de Metas de Competencia (PGMC37). El criterio utilizado para determinar poder sustancial en este reglamento es el contar con una participación de mercado superior a 25%, lo que conlleva que en una localidad dada pueda haber hasta tres empresas con poder sustancial. La obligación impuesta a estas empresas no solo es proveer interconexión, peering y tránsito, que eran condiciones que ya existían en la regulación, sino hacerlo en lugares específicos.

Para que los ISP y otras operadoras de red puedan tener acceso deberán migrar para la categoría de sistema autónomo (ASN). Esto se está logrando de manera sencilla, ya que el beneficio de la oferta de puntos de interconexión neutros y abiertos del proyecto PTTMetro está siendo un incentivo tangible y ayuda a una mejor gestión del sistema de Internet. En Brasil ya hay más de dos mil ASN, lo que se compara muy favorablemente con México, que tiene 100, pero no con países con sectores de Internet más desarrollados; tanto en Europa como en Estados Unidos hay aproximadamente 30 mil ASN.

36. El FIX – Ponto Federal de Interconexão de Redes fue el IXP original de la RNP, en donde las redes gubernamentales intercambiaban tráfico (RNP, Serpro, Departamento da Polícia Federal, Dataprev Senado Federal/Prodasen). Actualmente es el PIX de la RNP en el PTT de Brasilia y ya cuenta con la presencia de un número importante de redes comerciales (GVT, Oi, Intelig, Net, CTBC, PS5 Internet, G8 Networks, YAWL Internet) y la red de Telebrás

37. Plano Geral de Metas de Competição, Resolución N° 600 de Anatel, 8 de noviembre de 2012; en <http://legislacao.anatel.gov.br/resolucoes/34-2012/425-resolucao-600>

Con todos estos cambios motivados por el interés público, como fue establecido en el PNBL, el sistema de interconexión brasileño está pasando de un mercado donde solo existían dos opciones de interconexión (peering, que estaba reservado para pocas empresas, y acuerdos de tránsito con pagos en una sola dirección), a un mercado con más variaciones en los modelos de interconexión, con contratos que sean más eficientes para las redes de menor porte, permitiendo acuerdos de tránsito parcial y peering secundario (en niveles de la red con jerarquías diferentes).

Desde la publicación del PNBL se han instalado 10 IXP, llegando a un total de 30 en 22 ciudades. De 2007 a 2012, el PTTMetro ejecutó una inversión total de 20,9 millones de reales brasileños³⁸ (aproximadamente USD 12 millones, al tipo de cambio del momento del ejercicio).

En total, operan con ocho personas, todas localizadas en São Paulo. Estas personas trabajan a tiempo parcial, ya que son compartidas con otras actividades de NIC.br. El personal que trabaja en el centro de datos, que está activo 24/7, apoya a las actividades del IXP. Debido a lo anterior y por falta de criterios de asignación de costos, el proyecto PTT tiene únicamente asignado el CAPEX ejercido. Los costos operacionales (personal, energía, espacio físico) son absorbidos por terceros. El NIC.br asume los costos en la sede central; en los PTT, los costos son cubiertos por la empresa que da el *hosting*, siendo en su mayoría instalaciones de la RNP. Es, por lo tanto, un modelo ampliamente subsidiado por diferentes partes, en el estilo de colaboración donde todas las partes tienen una relación costo-beneficio positiva, excepto las grandes empresas, que tuvieron que ser obligadas a formar parte del sistema.

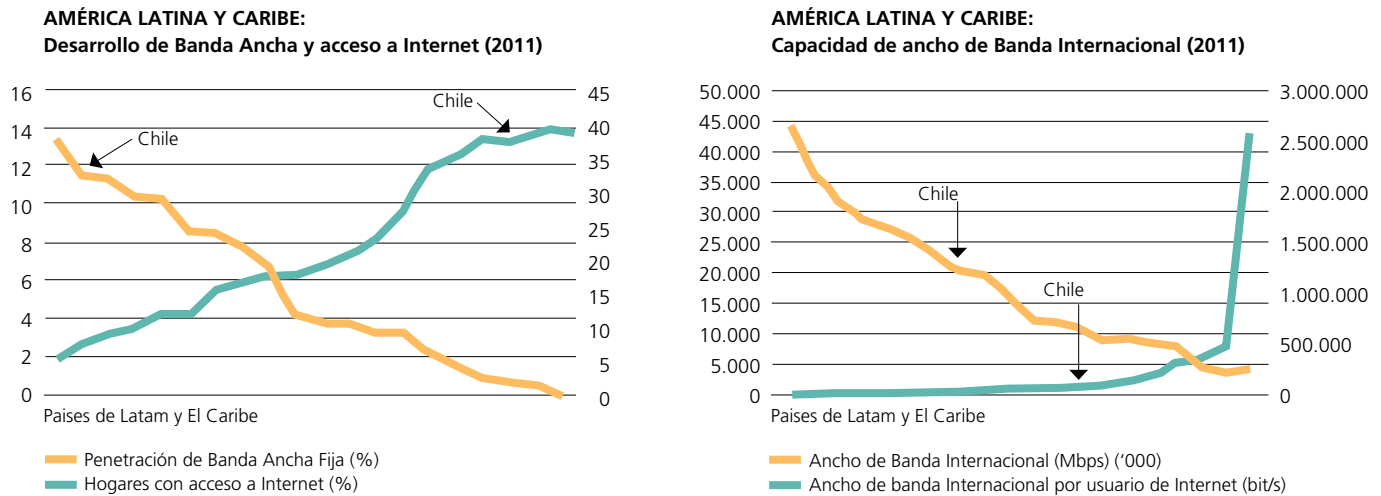
38. Inversión por año: 2007: RUSD 0.55; 2008: RUSD 1.23; 2009: RUSD 1.30; 2010: RUSD 2.10; 2011: RUSD 4.73; 2012: RUSD 11.0; Fuente: PTTMetro

3.5. CHILE

Chile es el segundo país latinoamericano en penetración de Internet en los hogares, el segundo en penetración de banda ancha fija, el quinto en ancho de banda internacional y el séptimo en ancho de banda internacional por usuario de Internet (ver Gráfico 3.12)

Gráfico 3.12.

Posición relativa del mercado de Internet de Chile

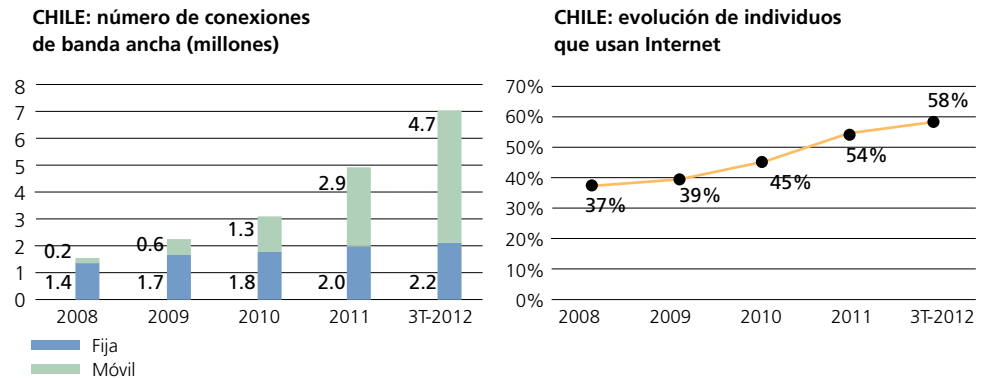


Fuente: UIT. Análisis TAS

Hacia finales de 2012, el número total de conexiones de banda ancha (fija y móvil) excedía los 7 millones para una población por encima de 17 millones. El porcentaje de la población accediendo a Internet de manera periódica llegó a 58% en marzo de este año, un poco superior a lo observado en el resto de la región (ver Gráfico 3.13).

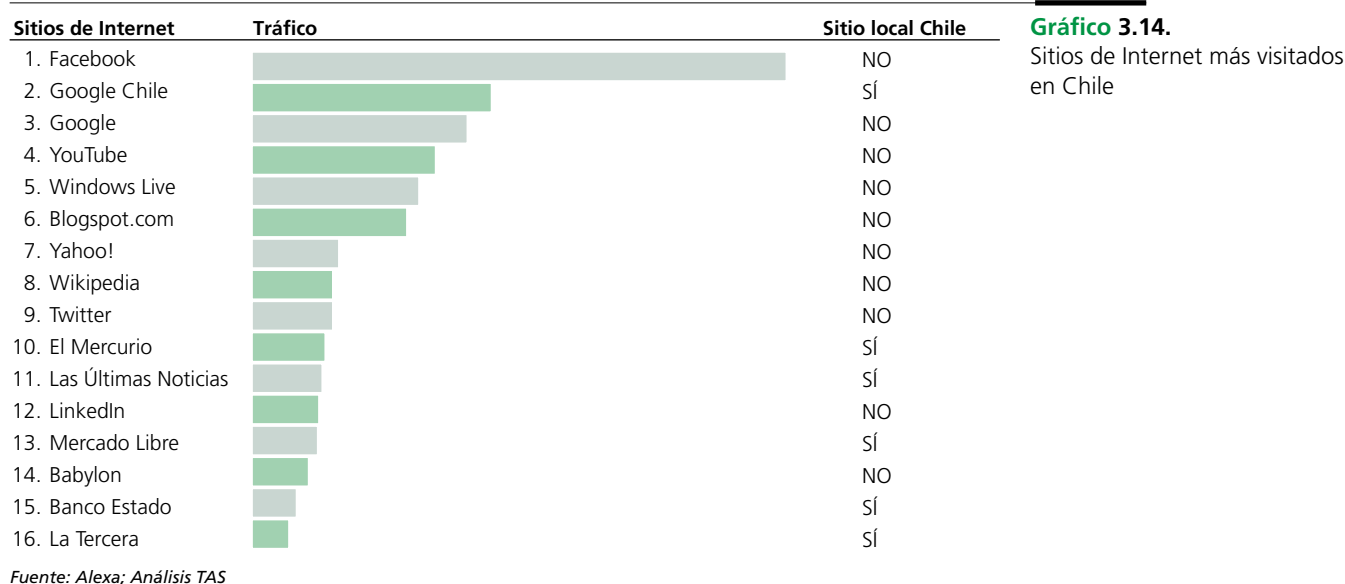
Gráfico 3.13.

Uso de Internet en Chile



Fuente: UIT. Análisis TAS

La mayoría del contenido más visitado en Chile es de origen extranjero (ver Gráfico 3.14). Esto tiene implicaciones en las necesidades de tránsito internacional, que es un mercado con poca oferta relativa a la demanda.



En Chile la infraestructura local es buena y sus precios son razonables, pero hay preocupaciones de seguridad y robustez en la infraestructura de larga distancia nacional. Existe amplia oferta de enlaces locales provista por todas las empresas de telecomunicaciones, siendo las principales Telefónica, Claro, Entel, VTR y GTD³⁹. El precio ronda USD 1.000-1.400 por Mbps por mes, con grandes variaciones en la calidad dependiendo del proveedor. Este mercado es razonablemente competido y, de acuerdo a compradores (por ejemplo, NIC.cl), al regulador y a los mismos prestadores, funciona adecuadamente y no es necesario llevar a cabo acciones correctivas.

Una situación similar se repite en el mercado de enlaces de larga distancia nacional. Se tiene buena oferta a precios competitivos. Sin embargo, existe una preocupación importante de que la arquitectura de la red es en forma de estrella, todo partiendo de Santiago, por lo que no es lo suficientemente robusta. Se ha iniciado, con subsidios del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones, la promoción del completamiento de anillos y expansión al extremo austral. Al menos uno de estos anillos deberá conectarse internacionalmente, ya sea a Brasil o a Argentina. El terremoto reciente dejó una parte importante del país desconectada por varias horas, por lo que el tema de la redundancia está entre los más importantes de la agenda actual.

A diferencia de los dos mercados anteriores, la infraestructura internacional en Chile es limitada, debido en gran medida a su ubicación geográfica. Solo cuenta con dos salidas de transporte internacional (Level3 y TIWS/Telefónica). Tanto compradores como el regulador acreditan que el precio ofrecido está por arriba de niveles internacionales; los operadores creen que hay poca evidencia de esto y argumentan que el precio ha venido reduciéndose sustancialmente en los últimos años. Ambas salidas se encuentran físicamente a unos cuantos metros una de la otra, por lo que la redundancia real en casos de desastres naturales es mínima.

39. GTD es el nombre de la empresa Telefónica del Sur, que adquirió Telefónica Manquehue en 2005.

Para ayudar a solventar esta situación, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) está evaluando el cierre de anillos hacia Perú, Argentina y potencialmente hacia Brasil. El acuerdo está siendo discutido como una iniciativa regional auspiciada por Mercosur y Unasur, pero no ha sido aún posible llegar a un consenso. Chile parte del modelo de que los operadores privados tienen que ejecutar la inversión, mientras Brasil, y más específicamente Argentina, son defensores de la inversión de recursos públicos.

El tráfico de Internet de Chile es primordialmente hacia el extranjero. No existen cifras públicas confiables sobre cómo se distribuye el tráfico entre local, regional intra-Chile e internacional. Siguiendo las cifras de uno de los operadores, aproximadamente 10% del tráfico es local y 90% internacional. De este 90%, menos del 15% regresa a América Latina. El tráfico local chileno pocas veces sale del país, pero esto depende en gran medida de la gestión interna de las redes de TIWS y Level3. De acuerdo a varios de los agentes entrevistados, el principal problema es la necesidad del tráfico interno de pasar siempre por Santiago de Chile. El tráfico interno conmutado fuera de Chile es poco, ya que uno de los principales motivos para establecer los PIT fue el evitar este hecho.

A pesar de que las autoridades chilenas acreditan que una parte importante del tráfico debería ser "regional", entendido como el tráfico entre las regiones de Chile, esto no parece estar soportado por los hechos. Una parte importante del contenido local es de índole nacional (fútbol y noticias) y parece estar emulándose la estructura de desarrollo de contenido del mercado de televisión, que es nacional. Actualmente existe poco contenido regional. La Subtel parte de la hipótesis de que un mayor número de IXP en las regiones generaría más desarrollo de contenido. Sin embargo, al ser el mercado de transporte local considerablemente competido y con precios razonables, sería adecuado suponer que estos contenidos ya hubieran sido desarrollados, tal y como argumentan las empresas prestadoras de servicios. Existen, por tanto, pocos hechos contundentes que indiquen que habrá contenido subnacional que genere altos volúmenes de tráfico dentro del país.

En Chile hay actualmente ocho puntos de intercambio de tráfico, conocidos en la legislación como PIT, todos ubicados en Santiago. Están integrados verticalmente con alguna empresa que ofrece otros servicios de telecomunicaciones (voz y datos, ISP, centro de datos). Los PIT en servicio pertenecen a Claro Chile, Entel, Global Crossing Chile, Orange (solo atiende a grandes corporaciones), Telefónica Mundo, Silica Networks Chile, Inter-city y NAP Chile.

Los PIT fueron creados por medida regulatoria en 1999⁴⁰ como respuesta a la falta de puntos de intercambio de tráfico, que había comenzado a resolverse, con resultados precarios, a través de una iniciativa de los ISP existentes (los fundadores del NAP Chile). El tráfico en los PIT está prácticamente todo bajo la modalidad de *peering*. A pesar de que cuando Internet era un mercado incipiente (1995-2005) existían muchos proveedores pequeños de acceso, con las acciones agresivas de expansión de las empresas incumbentes el mercado

40. Resolución Exenta N° 1,483 del 22 de octubre de 1999. Ref. Fija procedimiento y plazo para establecer y aceptar conexiones entre ISP

fue consolidándose. En la actualidad Telefónica tiene aproximadamente 41% del mercado de acceso a Internet, VTR 37% y Claro y Entel 10% respectivamente.

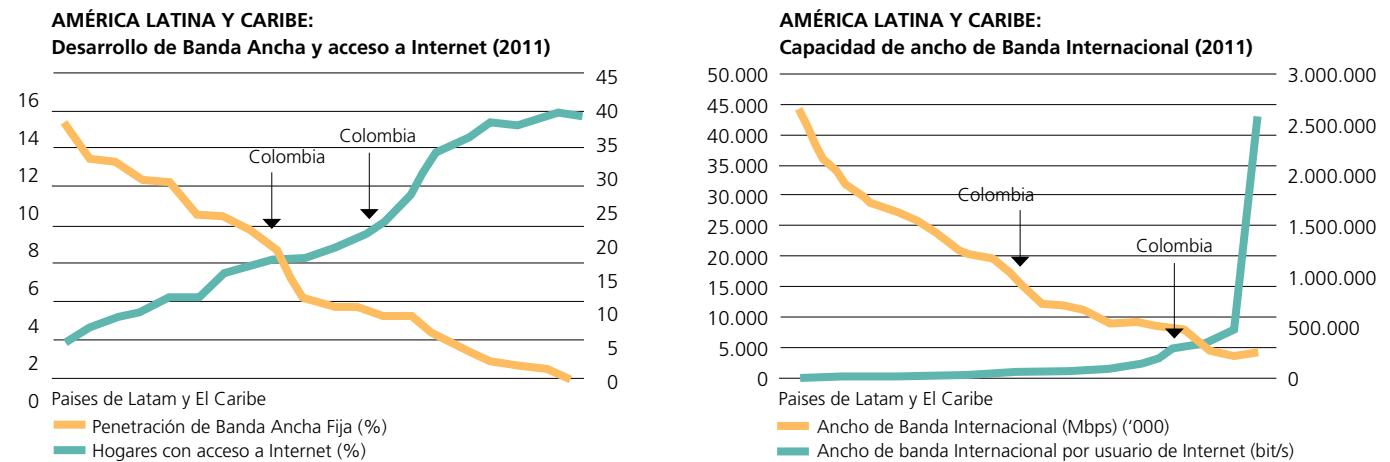
Dada esta situación, el regulador recientemente ha incluido el tema de la interconexión de tráfico de Internet en su agenda. Esto motivado porque, de acuerdo a estudios del regulador, el modelo de interconexión no es eficiente. Se requiere bajar el precio del transporte internacional, en vista de la dificultad de contar con un mayor número de salidas internacionales. Se abarataría el costo de Internet si se redujera proporcionalmente el tráfico que es conmutado fuera de Chile. Además, a pesar de que existen varios puntos de interconexión, las autoridades argumentan que estos no ofrecen condiciones isonómicas. Las tarifas de los servicios y los acuerdos de *peering* son los principales problemas que existen en los PIT de las empresas integradas verticalmente. Una preocupación adicional es que al estar toda la infraestructura de intercambio de tráfico localizada en Santiago, se considera que la red no es robusta y posee poca redundancia.

La Subtel se ha propuesto emitir una nueva regulación sobre IXP. La regulación estará centrada en los temas de neutralidad, autonomía e independencia de los operadores. Esperan asimismo incentivar la descentralización para tener al menos cinco PIT adicionales, al menos cuatro de ellos fuera de Santiago (Antofagasta, Osorno, Puerto Montt, Coyhaique). Estos PIT permitirán dar mayor redundancia a la red, especialmente en casos de contingencia, así como disminuir la latencia del tráfico local.

3.6. COLOMBIA

Colombia es el noveno país latinoamericano en penetración de Internet en los hogares, el noveno en penetración de banda ancha fija, el cuarto en ancho de banda internacional y el octavo en ancho de banda internacional por usuario de Internet (ver Gráfico 3.15).

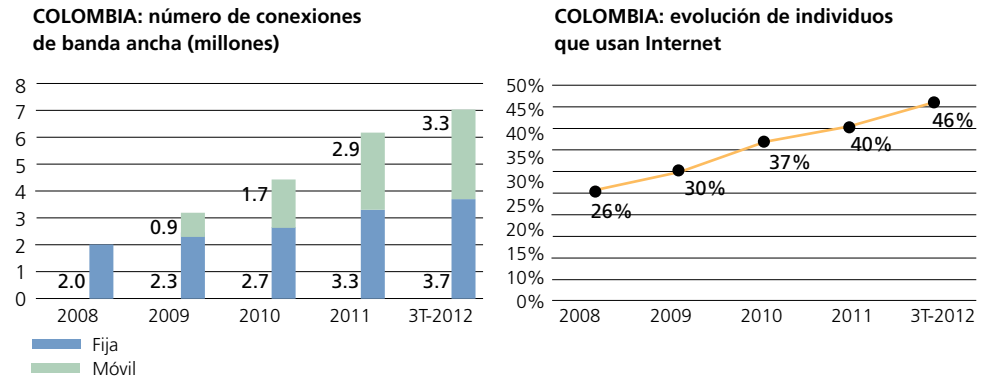
Gráfico 3.15.
Posición relativa del mercado de Internet de Colombia



Fuente: UIT. Análisis TAS

Hacia finales del 2012, el número total de conexiones de banda ancha (fija y móvil) excedía los 7 millones para una población por encima de 47 millones. El porcentaje de la población accediendo a Internet de manera periódica llegó a 46% en marzo de este año, no muy lejano a lo observado en los demás países de la región (ver Gráfico 3.16).

Gráfico 3.16.
Uso de Internet en Colombia



Fuente: UIT. Análisis TAS

La mayoría del contenido más visitado en Colombia se encuentra fuera del territorio nacional (ver Gráfico 3.17), pero, a diferencia de Chile, donde solo existen dos salidas internacionales, en Colombia existen más opciones, por lo que el problema es menos relevante.

Gráfico 3.17.
Sitios de Internet más visitados en Colombia

Sitios de Internet	Tráfico	Sitio de Colombia
1. Facebook	[Barra alta]	NO
2. Google Colombia	[Barra alta]	SÍ
3. Google	[Barra alta]	NO
4. YouTube	[Barra alta]	NO
5. Windows Live	[Barra alta]	NO
6. Yahoo!	[Barra alta]	NO
7. Blogspot.com	[Barra alta]	NO
8. Wikipedia	[Barra alta]	NO
9. Twitter	[Barra alta]	NO
10. MSN	[Barra alta]	NO
11. El Tiempo	[Barra alta]	SÍ
12. Mercado Libre	[Barra alta]	SÍ
13. WordPress.com	[Barra alta]	NO
14. El Espectador	[Barra alta]	SÍ
15. Amazon.com	[Barra alta]	NO
16. Google España	[Barra alta]	NO

Fuente: Alexa; Análisis TAS

La infraestructura de última milla aún no es adecuada para las necesidades del mercado. La última milla en la mayoría de las ciudades es de cobre, provista por varios operadores fijos de actuación regional, ya que el sector nunca pasó por un proceso de privatización y consolidación como en la mayoría de los países de la región. Al día de hoy no existe una red de fibra óptica en ninguna ciudad. La Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB), cuyo accionista mayoritario es el Distrito Capital de Bogotá, está planeando llevar fibra óptica al 85% de los hogares de la ciudad, pero el tendido aún no ha comenzado.

Telmex ha crecido aceleradamente a través de varias compras de operadores de cable. Ofrece el servicio de acceso a Internet a través de cable coaxial. En cuanto a infraestructura móvil, más de la mitad de las conexiones permiten un acceso razonable a Internet (3G y 4G). Recientemente se licitó el remanente de la banda de 2.5 GHz y la banda AWS (1.7/2.1 GHz), por lo que ya se han iniciado los despliegues de varias redes de cuarta generación.

La infraestructura de transporte nacional es relativamente adecuada, pero no tiene la capilaridad suficiente. El operador tradicional (Telecom, de reciente fusión con Telefónica) originalmente no arrendaba capacidad a terceros, por lo que los operadores que buscaban tener presencia en varias regiones (e inclusive nacional) construyeron su propia infraestructura. Por lo tanto, en las principales rutas existen múltiples redes. Sin embargo, solo se llegaba a 326 municipios, de un total de 1.123. El Proyecto Nacional de Fibra Óptica, que fue asignado en un proceso de licitación a Azteca Comunicaciones (subsidiaria de la empresa mexicana con el mismo nombre) en 2012, tiene el objetivo de desplegar una red de fibra óptica en 753 nuevos municipios, desplegando 10 mil kilómetros en 2013 y 18.000 adicionales en 2014.

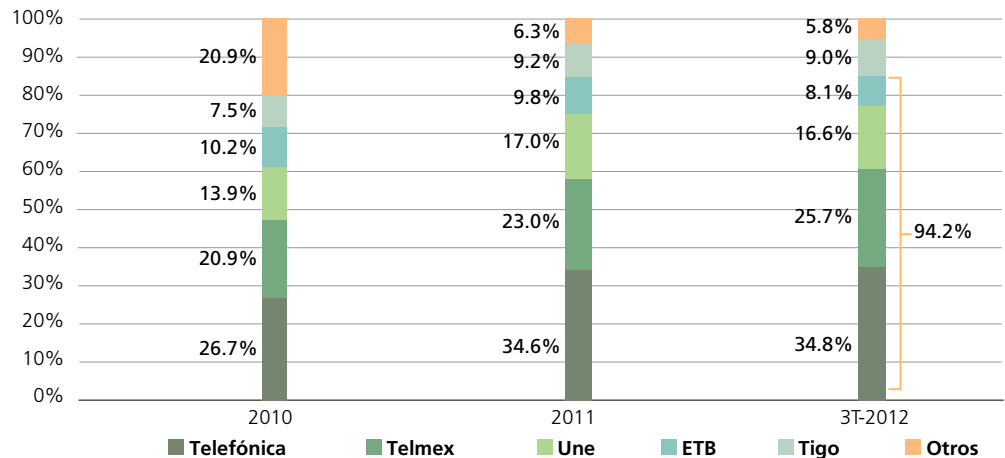
Por otro lado, Internexa comenzó hace varios años el despliegue de fibra óptica en la red de transmisión de la empresa eléctrica ISA. Esta empresa, subsidiaria de ISA (Interconexión Eléctrica S.A.), tiene tendidos más de 6.600 kilómetros de fibra a lo largo de todo el territorio colombiano cubriendo las principales rutas y conectando ambas costas; su red completa en el subcontinente americano tiene más de 22.730 kilómetros, prestando servicios en Venezuela, Ecuador, Perú, Chile, Argentina y Brasil. Funciona bajo el modelo de mayoreo (*carrier de carriers*) y tiene instalados dos centros de datos, uno en São Paulo y el otro en Medellín. Para ciertas rutas internacionales, Internexa presta servicios a costos sustancialmente menores que los costos ofrecidos por los cables submarinos y, dada la topología, consigue disminuir la latencia de 60 ms a 5 ms.

Colombia cuenta en la actualidad con seis cables submarinos, todos ellos en la costa del Atlántico. Aterrizan en Colombia el cable Maya 1 (de Columbus e Internexa, entre otros), Arcos 1 (de Cable & Wireless y Orbitel, entre otros), CFX-1 (de Columbus), América Móvil 1 (de América Móvil), SAm-1 (de Telefónica) y Pan-Am (de un consorcio de 44 empresas, ninguna de las cuales tiene presencia en Colombia). Actualmente no tiene conexión a los cables submarinos en el Pacífico, pero pronto entrarán en servicio tres cables adicionales, uno de ellos en esa costa. También existen tres cables terrestres que conectan con Venezuela y Ecuador. La capacidad instalada es vasta y superior a la capacidad utilizada, pero algunas proyecciones ya indican que, con el crecimiento del tráfico de video y multimedia, esta pueda saturarse en el mediano plazo.

La interconexión se da básicamente a través de acuerdos privados de *peering*. Hoy solo existe un punto de interconexión, el NAP Colombia, que provee interconexión para tráfico originado y terminado localmente.

Existen 41 ISP, pero tan solo cinco (Telefónica, Telmex, UNE, ETB y Tigo) concentran cerca de 95% del mercado. El sector continúa consolidándose (siendo la más reciente, la fusión de UNE con Tigo) y las mayores empresas han conseguido la mayor captura del nuevo mercado, por lo que han pasado de tener una participación de 79,1% en 2010 a 94,2% hacia finales de 2012 (ver Gráfico 3.18).

Gráfico 3.18.
Participación de mercado
de los ISP en Colombia



Fuente: MINTIC. Análisis TAS

El NAP Colombia fue constituido hace quince años bajo la administración de la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT). El acuerdo se firmó en 1997, pero no entró en operación sino hasta 1999. Los equipos originales, del fabricante Cisco, fueron donados, lo que permitió iniciar con una baja inversión. El NAP Colombia es el principal punto de intercambio de tráfico local; su objetivo es optimizar el uso de la infraestructura local, permitiendo que los usuarios accedan a contenido local sin hacer uso de la infraestructura internacional. Tiene dieciocho miembros que concentran más del 90% de los usuarios de Internet en el país; entre ellos, se encuentran todos los operadores fijos y móviles y principales ISP, proveedores de infraestructura, centros de datos y proveedores de servicios corporativos de comunicaciones. Los miembros del NAP Colombia están listados en el Cuadro 3.3.

El NAP Colombia es una asociación sin fines de lucro. Es un acuerdo privado donde los afiliados determinan quién puede entrar. Se requiere que estén inscritos en el Ministerio de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (Mintic), pudiendo ser públicos o privados. No es necesario ser miembro de la CCIT para afiliarse al NAP Colombia. El costo de entrada, de USD 25.000, es utilizado para financiar inversiones. Los costos de operación, de aproximadamente USD 20 mil por mes, son cubiertos directamente por sus miembros. El IXP no puede ofrecer ningún servicio que compita con cualquiera de los servicios que ofrezca cualquiera de sus miembros. Por lo tanto, más allá de funcionar como un punto de interconexión, sus servicios adicionales están directamente relacionados con sus condiciones de agremiación (apoyo en la transición a IPv6, en temas de seguridad, en programas contra la pornografía infantil, etc.).

Cuadro 3.3.
Miembros del NAP Colombia

Categoría	Miembros	Descripción
Operadores/ISP	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica • Telmex • Comcel • UNE-EPM • ETB • Tigo • Internexa • Columbus Network 	<ul style="list-style-type: none"> • Principal ISP del país con más del 34% de cuota de mercado • Segundo ISP del país con más del 25% de cuota de mercado • Principal operador móvil con más del 62% del mercado • Tercer ISP del país con más del 16% del mercado • Quinto ISP del país con más del 8% del mercado • Cuarto ISP del país con más del 9% del mercado
Carrier de carriers	<ul style="list-style-type: none"> • Global Crossing • IFX Networks • Azteca 	<ul style="list-style-type: none"> • Compañía de infraestructura de conectividad (principalmente en Sudamérica) • Compañía de infraestructura de conectividad (Centroamérica) • Compañía de infraestructura de conectividad (a nivel mundial) • Infraestructura de conectividad que unecon el NAP de las Américas • Compañía de infraestructura de conectividad (Colombia) – Despliegue de fibra óptica
Centros de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Diveo 	<ul style="list-style-type: none"> • Filial colombiana de UOL Diveo, el mayor proveedor de datos e infraestructura de TI de Brasil
Servicios corporativos	<ul style="list-style-type: none"> • Media Commerce • British Telecom • Orange • Red Uno • Synapsis • Marc@net 	<ul style="list-style-type: none"> • Operador de redes de fibra óptica • Servicios administrados de TI sobre redes • Servicios corporativos • Telefonía IP y servicios dedicados • Centro de datos y soluciones TI empresariales • Soluciones empresariales en TI

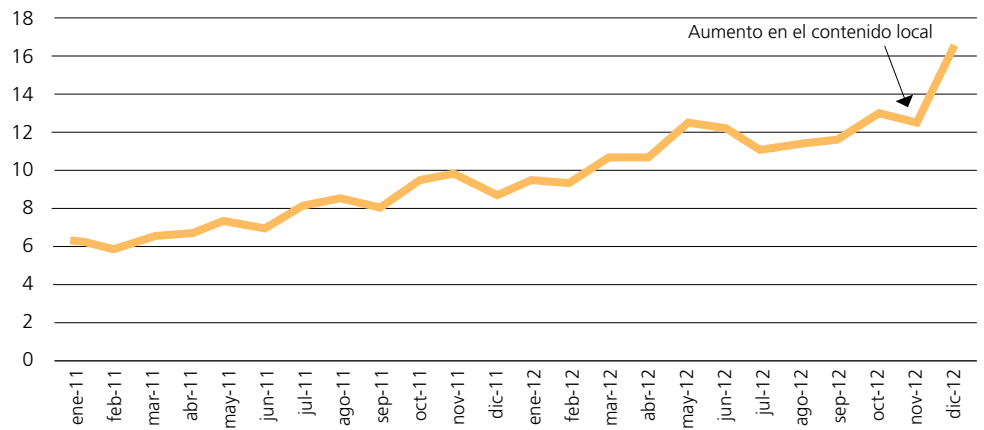
Fuente: NAP Colombia.

Este IXP corresponde a Capa 2 (*peering* abierto). Es una malla donde cada uno de sus miembros se conecta directamente con los otros miembros, similar al modelo de CA-BASE en Argentina. El administrador se limita a monitorar los anuncios de BGP (*Border Gateway Protocol*) y asegura que todos los miembros estén interconectados. La administración considera que este modelo es el adecuado porque la posibilidad de falla es muy baja, lo que se ha reflejado en el hecho de que en los últimos seis años no ha habido incidentes relevantes, y cada uno de los miembros tiene control de su tráfico, otorgándoles más autonomía y responsabilidad en sus operaciones.

Actualmente cuenta con dos switches Huawei S9303 instalados en nodos redundantes, que garantizan una alta disponibilidad del servicio ofrecido. Opera físicamente en Bogotá sin la existencia de puntos regionales. Ofrece canales de 10 GEthernet; más del 60% de las conexiones ya utilizan tecnología IPv6.

El tráfico supera los 16 GB por mes, habiéndose este duplicado en el bienio 2011-2012 (ver Gráfico 3.19). Un crecimiento importante se dio debido al aumento en el contenido local que se observó hacia el último trimestre de 2012, según explicó el personal entrevistado.

Gráfico 3.19.
Evolución del tráfico (en GB)
del NAP Colombia



Fuente: NAP Colombia. Análisis TAS

El NAP Colombia cuenta con un comité administrativo, con un representante de cada uno de los dieciocho miembros, todos con el mismo peso en la toma de decisiones. Se realizan reuniones anuales. Asimismo, existe una junta directiva, de cinco miembros, que sesiona mensualmente. El administrador, de tiempo completo, coordina la interacción con todos los miembros en temas técnicos y de seguridad, formula los proyectos relevantes y vigila el cumplimiento de la firma de ingeniería subcontratada para la operación 24/7.

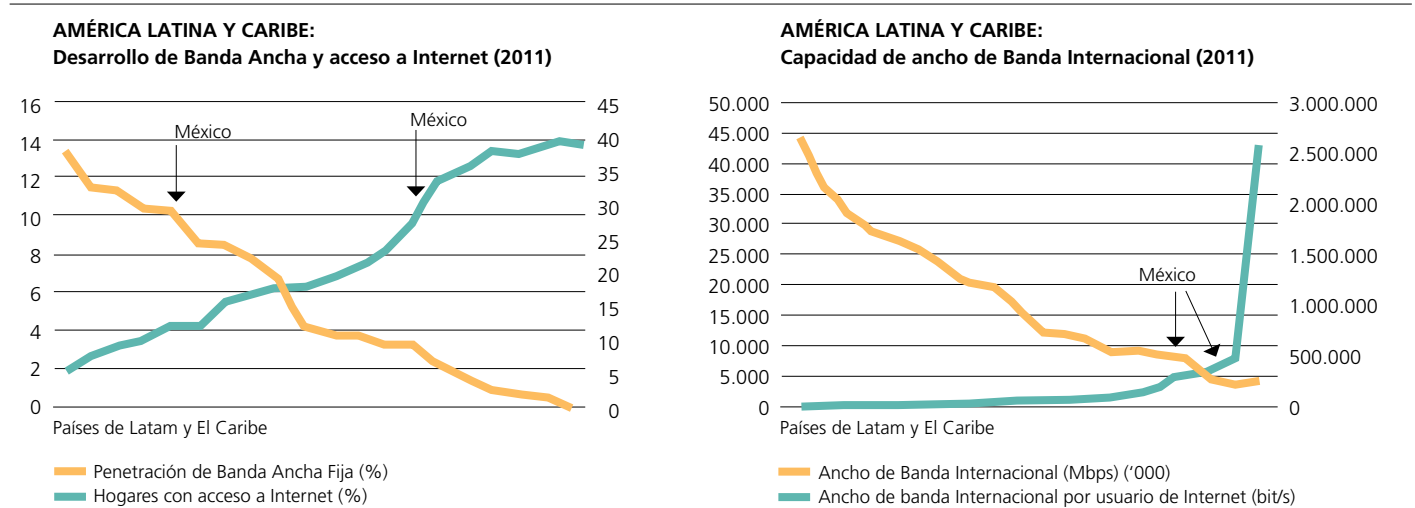
Por el momento el NAP Colombia no tiene planes de realizar una expansión regional. Ya ha analizado el interés que existe en otras ciudades (específicamente, Medellín y Barranquilla), pero aún no se ha concretado un acuerdo. La existencia de acuerdos de *peering* directo hace que la existencia de ciertos IXP regionales sea considerada redundante.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) está en la fase de implementación de un programa agresivo de inversión en infraestructura de TIC y de inclusión y alfabetización digital (Plan Vive Digital). Entre otras acciones, ha liberado varias bandas de espectro para la utilización en telecomunicaciones móviles y banda ancha inalámbrica, ha promovido la construcción de una red de fibra óptica para aumentar la cobertura, y actualmente está estudiando la posibilidad de eliminar aranceles para todos los equipos relacionados con la conexión a Internet. Al día de hoy, todavía no existe una intervención directa de la Comisión Reguladora de Comunicaciones (CRC), el ente regulador, dependiente del MINTIC, en el desarrollo de infraestructura de interconexión. La Comisión está en proceso de estudio detallado del ecosistema de Internet del país para evaluar si es necesaria su intervención para impactar el nivel de precios, ya que todavía no se tiene certidumbre del impacto que en precios de banda ancha traería el desarrollo de un sistema de IXP robusto.

3.7. MÉXICO

México es el séptimo país latinoamericano en penetración de Internet en los hogares, el cuarto en penetración de banda ancha fija, el tercero en ancho de banda internacional y el décimo tercero en ancho de banda internacional por usuario de Internet (ver Gráfico 3.20).

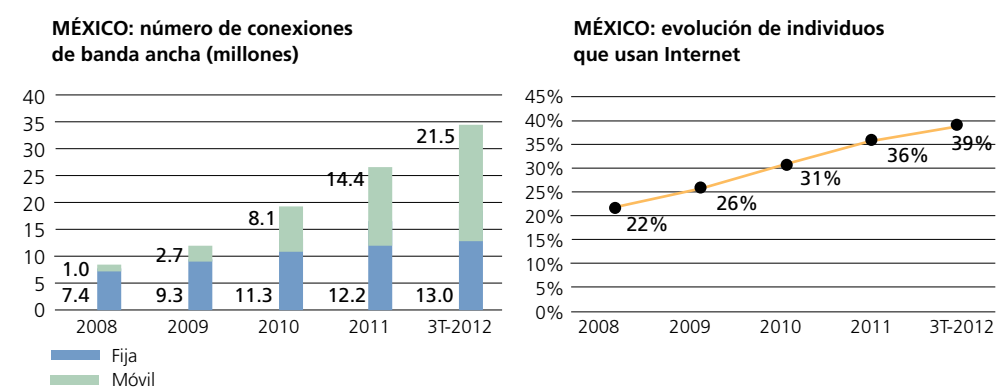
Gráfico 3.20.
Posición relativa del mercado de Internet de México



Fuente: UIT. Análisis TAS

Hacia finales de 2012 el número total de conexiones de banda ancha (fija y móvil) estaba cercano a 35 millones, para una población superior a 110 millones. El porcentaje de la población accediendo a Internet de manera periódica llegó a 39% en marzo de este año, por debajo de lo observado en los demás países de la región (ver Gráfico 3.21).

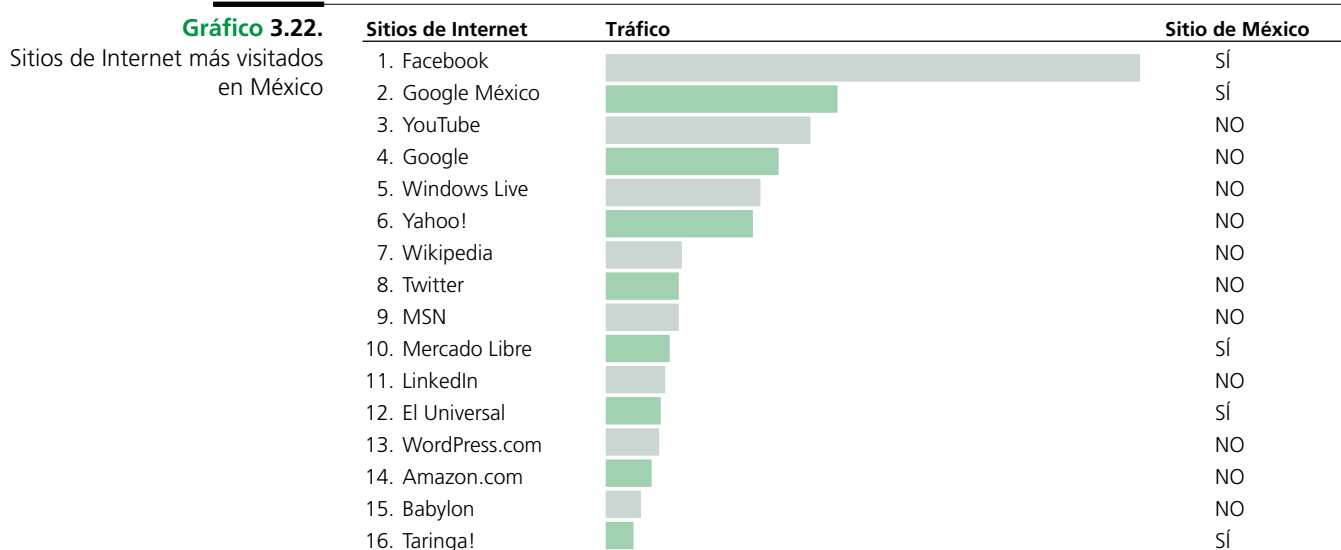
Gráfico 3.21.
Uso de Internet en México



Fuente: UIT. Análisis TAS

La mayoría del contenido más visitado en México se encuentra fuera del territorio nacional (ver Gráfico 3.22), pero, a diferencia de todos los países latinoamericanos, además de los cables submarinos, existen varios puntos de cruce fronterizo con Estados Unidos.

En adición a esto, las distancias son cortas, por lo que tanto los precios de los enlaces internacionales como la latencia son un problema relativamente menor que en el resto de la región. Gran parte del tráfico de México es intercambiado en Estados Unidos.



Fuente: Alexa; Análisis TAS

Prácticamente cualquier análisis sobre el sector de telecomunicaciones mexicano concluye que es necesaria mucha más inversión de la que se ha realizado en los últimos años. A pesar de esto, existen múltiples redes prestando servicios a lo largo del país, tanto de última milla como de transmisión. En cuanto a infraestructura de última milla, en las principales 120 ciudades hay al menos dos empresas actuando, aunque no con cobertura geográfica completa. La mayoría de los operadores de cable en estas ciudades ya ofrecen servicios de *triple play*. A nivel nacional, Telmex domina el acceso fijo a Internet (con una participación nacional superior a 61% a finales de 2012). Varios gobiernos estatales han construido redes WiMax para expandir el acceso, pero es poco probable que esto resulte en una ecuación de costo-beneficio positiva.

En cuanto a infraestructura móvil, México tiene la segunda penetración más baja de toda la región (88,4% a junio de 2013), solo superior a la de Cuba (15,7%). Del total de conexiones, solo 45% son de tecnologías 3 o 4G. En la búsqueda de alguna solución a esta situación precaria, recientemente México ha anunciado que la banda de 700 MHz, ideal para la prestación de banda ancha móvil, será otorgada a una única empresa para la construcción de una red mayorista. El esquema de propiedad, aún no definido, probablemente será el de una asociación público-privada (APP).

América Móvil (dueña de Telcel y Telmex) cuenta con infraestructura de transmisión con cobertura nacional. Las empresas cableras en general solo tienen presencia local, pero el mercado se ha ido consolidando por dos actores (Megacable, basado en Guadalajara, y Televisa). Existen varias redes de transporte nacional, pero, de acuerdo a Cofetel, el ente regulador, solo 50% de la población habita en ciudades en donde existe la presencia de más de una red. Además de Telmex, GTM (Telefónica), Bestel (Televisa) y Axtel (que ad-

quirió la empresa de larga distancia Avantel en 2007) tienen redes troncales nacionales. La empresa eléctrica de México, CFE (Comisión Federal de Electricidad, de capital 100% estatal), posee una red de cobertura nacional de más de 25.000 kilómetros tendidos sobre su infraestructura de transmisión. En principio, opera bajo el modelo de *carrier de carriers*, aunque ha incursionado en el mercado corporativo. En la reforma del sector, aprobada en junio pasado, se estipula que el contrato de concesión con el que opera será transferido a Telecomm (Telecomunicaciones de México). El modelo de explotación y expansión aún no ha sido definido, pero probablemente también será bajo un esquema de APP, parecido al de la red en la banda de 700 MHz. En la red de la CFE, un consorcio formado por Televisa, Telefónica y Megacable, posee la utilización de dos hilos de fibra óptica, adquiridos en un proceso de licitación en 2010.

La localización geográfica de México permite que exista vasta infraestructura de conexión internacional. Todos los operadores de redes de larga distancia cuentan con al menos un puerto internacional de cruce fronterizo terrestre con Estados Unidos. Al menos en tráfico de voz, México-EUA es la ruta de mayor volumen en el mundo.

Existen varios cruces fronterizos privados, ya sea físicos o virtuales. La red de educación (CUDI) cuenta con dos (Tijuana y Ciudad Juárez) para el tráfico de Internet avanzado, y ha solicitado una autorización para un tercero, en Tapachula, Chiapas, para conectarse con la RedCLARA.

Además de los cruces fronterizos, existen varios cables submarinos que aterrizan en México. PAC (Pan-American Crossing) aterriza en Mazatlán y Tijuana (Pacífico); Arcos 1, AM-1 (América Móvil-1), Maya-1 y Columbus II tienen presencia en Cancún (Caribe); y Arcos 1 también toca en Tulum (Caribe).

México no posee un IXP. Los principales operadores están interconectados directamente entre ellos con acuerdos bilaterales de *peering* y tránsito (ver Figura 3.6). Todavía existe la necesidad de compra de tránsito en varias ciudades, especialmente para las empresas menores; las empresas cableras pequeñas son las más afectadas por esta situación.

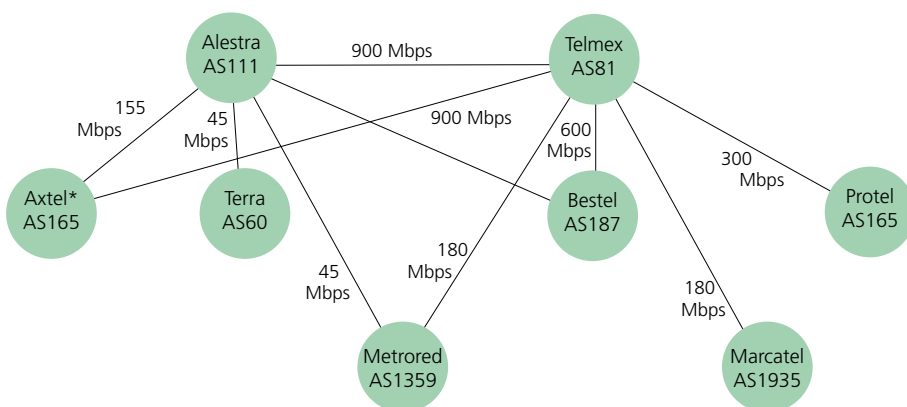


Gráfico 3.6.
Enlaces de interconexión directa entre operadores en México (al 2008)

Adicionalmente a los acuerdos privados de *peering*, los operadores de México utilizan la infraestructura de interconexión de Estados Unidos. E.E.U.U. es, de hecho, el IXP de México. En un ejercicio para entender el ruteo, seleccionando los 112 sitios más visitados con el dominio .mx, se originó tráfico tanto en algún punto de la red de Telmex como de la red de Axtel. Para estos 112 sitios, se observó que 54 están hospedados en el extranjero y 37 en México; no fue posible determinar la ubicación de los restantes. De los 37 que están en México, solo tres cursan su tráfico mediante el acuerdo privado entre Alestra y Telmex o Metrored y Telmex. Los 34 sitios restantes se enrutan de la red de Telmex hacia un enlace de larga distancia a Estados Unidos y posteriormente regresan a la red mexicana de destino.

México nunca ha contado con una estrategia integral de desarrollo de Internet. Ha habido varios esfuerzos, pero prácticamente todos han sufrido modificaciones importantes a lo largo de su implementación, o bien, han sido suspendidos. Sobreviven a la fecha cuatro esfuerzos:

- **e-México** (Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento – CSIC, adscrita a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes): Fue establecida en 2001 con el objetivo de incluir a México en la “sociedad de la información y el conocimiento”. A pesar de haber contado con las atribuciones para actuar en todo el ecosistema de Internet y haber contado con recursos financieros (en la forma de un fideicomiso), e-México básicamente se ha dedicado a la conectividad colectiva (centros comunitarios) y de localidades remotas. Solo recientemente comenzó a abordar los temas de apropiación y desarrollo de contenidos de forma más estructurada.
- **Red NIBA** (Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha): En 2010, utilizando la plataforma e-México, se firmó un convenio de servicios y uso de fibra óptica con la CFE. Se ha iniciado la construcción de accesos a siete sitios con 10 Gbps, cuatro con 2,5 Gbps y 28 con 1 Gbps. Se busca que esta red dé acceso a 300 universidades y centros de investigación (probablemente a través de CUDI), 150 mil escuelas (Secretaría de Educación Pública), 30.000 centros de salud (Secretaría de Salud), 10 mil dependencias del gobierno y 2.454 municipios, además de dar soporte a las Redes Estatales para la Educación, Salud y Gobierno (REESyG, descritas más adelante).
- **REESyG** (Redes Estatales para la Educación, Salud y Gobierno): En 2009, la CSIC recibió una concesión no comercial de 50 MHz en la banda de 3,3 GHz para que fuera utilizada como insumo para la construcción de últimas millas inalámbricas de las redes estatales. Esto ha permitido que hayan surgido varias redes a lo largo del país. Este esfuerzo está lejano a considerarse una iniciativa exitosa.
- **Ciudades Digitales**: Desde 2009, ha habido varios despliegues de redes WiFi en las bandas de 2,4 y 5,8 GHz. Es otro esfuerzo cuyos efectos positivos no son contundentes.

Como está descrito en detalle en el capítulo 4, México se encuentra en un proceso de reforma de su sector de telecomunicaciones. Aún es difícil estimar cuál será el impacto

en el desarrollo del sector. Sin embargo, con el apoyo del gobierno, parece que México finalmente contará con un IXP. Al final de la administración anterior (2012), se publicó una serie de acciones de corto plazo, básicamente con el objetivo de disminuir los efectos negativos que causó el reporte de la OCDE sobre telecomunicaciones en México⁴¹ publicado en enero de 2012. Estas acciones fueron enmarcadas en un documento al que se le conoce como “Decálogo”⁴², seguido de un documento orientado a todo el ecosistema de banda ancha (AgendaDigital.mx). En ambos se explicita que el Gobierno Federal impulsará la instalación de al menos un IXP. Esta iniciativa fue adoptada por un grupo ajeno al gobierno, y, con el aval de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se crea legalmente el primer IXP en México. Es un convenio de colaboración de la SCT y CFE con varios socios fundadores (CUDI, Kio Networks, Megacable, Nextel, RedIT y Transtelco).

Este IXP, hoy llamado CITIAC (Consortio para el Intercambio de Tráfico para Internet, AC), es una entidad sin fines de lucro que prestará servicios de intercambio de tráfico y co-ubicación. El Consortio está esperando capturar entre 1 y 2% del tráfico total. Funcionará con equipo arrendado, alojándose en el centro de datos de uno de los socios (Kio Networks). Está planeado asignar los costos de operación a los usuarios con base en una metodología de costos marginales. De acuerdo a las propuestas circuladas, esperan tener un costo operativo anual de entre USD 13.000 y 17.000. Se espera que este IXP entre en operación antes de que finalice 2013.

Es importante mencionar, de manera un tanto especulativa, que esta iniciativa podrá perder relevancia si el modelo que se adopta para la expansión de la infraestructura de red de fibra óptica de CFE incluye la construcción de puntos de interconexión. Con un esfuerzo marginal comparado con la inversión total necesaria para expandir esa red a los 57-000 kilómetros que están planeados⁴³, cada uno de los puntos de entrada (llamados “hoteles” y “mini-hoteles”) podría fácilmente convertirse en un IXP, lo que llevaría a que existieran cerca de mil puntos con esa función distribuidos en todo el territorio nacional.

*

El análisis de la situación del sector de IXP en América Latina permite concluir con un diagnóstico de desarrollo desigual. Por un lado, países como Brasil y Argentina presentan un sector altamente desarrollado, con capacidad para alojar contenidos locales e internacionales y por lo tanto beneficiar a los proveedores de acceso a Internet con costos de tránsito más económicos que si tuvieran que interconectarse en Estados Unidos. Por el otro lado, países como México presentan una ausencia completa de infraestructura de interconexión, en parte debido a la estructura del mercado de telecomunicaciones y a los bajos costos de tránsito a Estados Unidos. Entre estos dos

41. OCDE. (2012). “Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en México”. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264166790-es>

42. SCT. (Enero 2012). “Acciones para el fortalecimiento de la banda ancha y las tecnologías de la información y comunicación”

43. Cofetel. (Mayo 2013). “Red Nacional de Transporte. Estudio de demanda de capacidad de transmisión del servicio de larga distancia, elaborado por la Comisión Federal de Telecomunicaciones”.

extremos, encontramos países con desarrollo parcial como Colombia, donde tan solo un IXP provee interconexión para tráfico local, o Chile donde la interconexión privada es prevaiente. Los países estudiados representan en sí casos típicos que ayudan a entender la situación del resto de la región, donde vemos países como Bolivia⁴⁴ y Paraguay con una ausencia total de infraestructura de interconexión, y países parcialmente desarrollados como Ecuador y Perú, con ciertos puntos de interconexión pero de ninguna manera suficientes para acomodar el creciente tráfico de Internet. Este último punto será el tema del próximo capítulo, donde se presentará el modelo que describe el tráfico de Internet en la región.

44. El 20 de agosto de 2013, durante el proceso de redacción del presente documento, la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT), el regulador boliviano, publicó la Resolución Administrativa Regulatoria ATT-DJ-RA TL 0482/2013, estableciendo el Instructivo de Implementación del PIT Bolivia, que es un primer hito para la instalación de un IXP en este país.

4.

EL TRÁFICO DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

- 4.1. Estructura básica del modelo de tráfico
- 4.2. Estimación del tráfico total
- 4.3. Separación del tráfico local e internacional
- 4.4. Construcción de la matriz de tráfico entre países
- 4.5. Estimación del tráfico dentro de cada país
- 4.6. Enrutamiento del tráfico

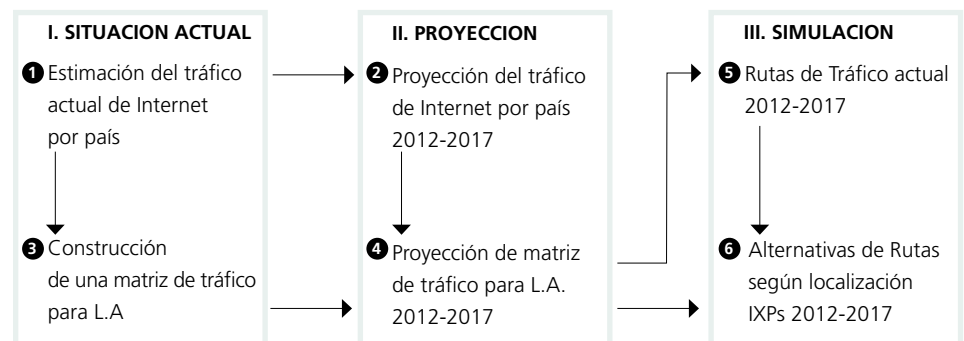
EL TRÁFICO DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

4.1. ESTRUCTURA BÁSICA DEL MODELO DE TRÁFICO

A pesar de que existen varias estimaciones sobre el tráfico total de Internet, tal como fue mostrado en el Capítulo 3 (ver en especial la Figura 3.1), existe poca información de los flujos a menores niveles de agregación o con mayor detalle. Para entender el punto de partida actual sobre el tema, se ha construido un modelo de tráfico que permite estimar la situación actual y a partir del cual es posible ejecutar proyecciones. Es indispensable contar con esta información para poder hacer una evaluación de cuál sería el impacto de desplegar nueva infraestructura de interconexión en la región.

La estructura básica del modelo de tráfico (ver Figura 4.1) busca primero entender la situación actual, para lo cual es necesario estimar el tráfico cursado por país y construir una matriz de tráfico internacional para la región. Posteriormente es necesario proyectar estos dos conjuntos de datos. Finalmente, esto proporcionará información sobre cuáles son las mejores combinaciones de localizaciones de los IXP.

Figura 4.1.
Modelaje del tráfico de Internet
en América Latina



El modelo de tráfico actual de Internet (ver Figura 4.2) se construyó a partir de un levantamiento de información secundaria y la construcción de un modelo de abajo hacia arriba (*bottom-up*), que posteriormente permitió estimar las proporciones de tráfico nacional e internacional. Las principales fuentes de información secundaria utilizada fueron las publicaciones de Cisco, la GSMA (Wireless Intelligence), la UIT, IDC, la Economist Intelligence Unit y los departamentos de información estadística y económica de los diversos países (INDEC para Argentina, IBGE para Brasil, INE en Chile, DANE para Colombia, INEGI para México, INEC para Panamá, INEI para Perú, INE para Venezuela, entre otros). Para validar los resultados que arrojó el modelo de tráfico, se hizo un comparativo con otras estimaciones publicadas, especialmente por analistas del sector. Por ejemplo, en el reporte

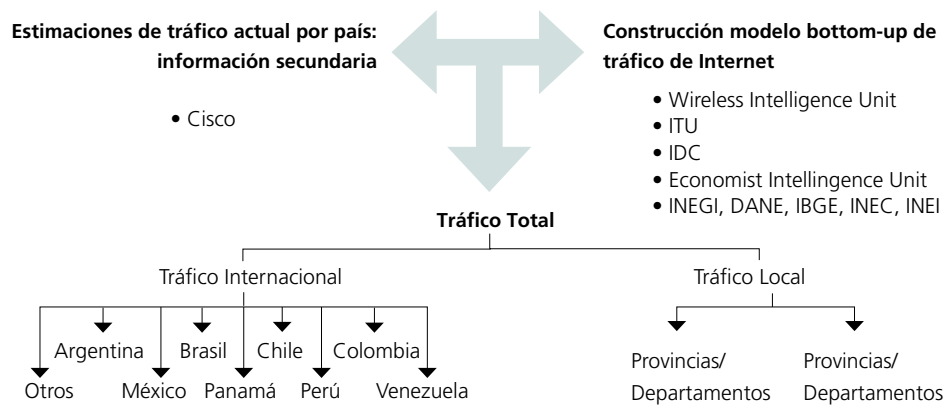


Figura 4.2.
Estructura básica del modelo de tráfico

“Traffic and Market Data Report” de 2011, Ericsson estima que el tráfico móvil de datos crecería a una tasa anual de crecimiento compuesto, TACC) de 60% a nivel global entre 2011 y 2016. Nuestro modelo arrojó una tasa de 69% de 2012 a 2017. Asimismo, estiman que el tráfico por computadora (PC) móvil pasaría de 1,9 GB a 6,5 GB; el de los smartphones crecería de 300 a 800 MB. Por la mezcla de dispositivos móviles, nuestro modelo estima que se pasaría, en promedio considerando todo tipo de dispositivos, de 7 a 834 MB.

Como punto adicional de verificación se realizaron algunas reuniones de trabajo y calibraciones con diferentes ejecutivos involucrados en la industria. Asimismo, se constató que los resultados arrojados eran consistentes con la información que fue recabada durante el período de entrevistas realizado en las primeras fases del trabajo.

4.2. ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO TOTAL

La pieza fundamental de la estimación del tráfico total en cada uno de los países es el modelo de abajo hacia arriba. Se utilizó como punto de partida el número de dispositivos existentes a través de los cuales se accede a Internet, así como el tráfico que cada uno de estos genera.

Para Internet fijo se tomaron dos vertientes de análisis: Internet en los hogares e Internet en las empresas. Para el tráfico total de Internet móvil se partió del número de conexiones móviles de acuerdo a las diferentes tecnologías y el tráfico generado por cada una de ellas (ver Figura 4.3). En la Figura 4.3 se indica la fuente principal de información utilizada.

La metodología se siguió para ocho países de la región, que en su conjunto representan más de 85% del tráfico total generado en América Latina. Este porcentaje se supuso constante a lo largo del plazo de la proyección. Para 2011 estimamos que el total de tráfico para estos países fue en promedio de 915 petabytes; para 2017, aumentando a una TACC de 42%, estimamos que llegará próximo a los 7.780 PB (ver Cuadro 4.1).

Es importante mencionar que actualmente 95% del tráfico se origina a partir de computadoras personales. A pesar del crecimiento acelerado del número de dispositivos

Figura 4.3.
Metodología de estimación
del tráfico total

TRÁFICO TOTAL DE Internet MÓVIL

Número de Conexiones Móviles 2G y 3G \rightarrow Tráfico por Conexión Móvil \rightarrow Tráfico de Internet Móvil

Wireless Intelligence Unit \rightarrow *Cisco, Análisis TAS* \rightarrow *Cisco, Análisis TAS*

TRÁFICO TOTAL DE Internet FIJO

Número de Computadores en Hogares \rightarrow Tráfico de Internet Promedio por Computador \rightarrow Porcentaje de Tráfico de Internet de PCs \rightarrow Tráfico de Internet de Hogares

IDC \rightarrow *Cisco, Análisis TAS* \rightarrow *Cisco, Análisis TAS* \rightarrow *Cisco, Análisis TAS*

Número de Empresas con Banda Ancha \rightarrow Tráfico de Internet Promedio por Empresa \rightarrow Tráfico de Internet de Empresa

Cisco, Análisis TAS \rightarrow *Cisco, Análisis TAS* \rightarrow *Cisco, Análisis TAS*

Tráfico Total de Internet

Cuadro 4.1.
Tráfico total de Internet
en América Latina (en PetaBytes)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-2017
Argentina	102	127	162	215	292	435	514	32%
Brasil	418	652	939	1.393	2.257	3.727	4.437	47%
Chile	82	109	152	210	318	496	589	40%
Colombia	53	75	101	138	209	339	430	42%
México	163	235	357	524	780	1,174	1,363	42%
Panamá	20	25	29	33	38	45	51	16%
Perú	34	47	62	85	121	183	224	37%
Venezuela	43	56	69	85	111	153	173	25%
Total	915	1.325	1.871	2.683	4.125	6.553	7.781	42%

Nota: 1 PB= 1 Petabyte= 10^{15} = 1 millón de Gigabytes

Fuente: Análisis TAS.

móviles y el consumo por dispositivo a la alza, el tráfico móvil solo representará en 2017 el 8% del total (ver Figura 4.4). El tráfico fijo está mayoritariamente compuesto por aplicaciones de video (streaming, televisión, videocomunicaciones) y de transferencia y compartición de archivos.

Asimismo se observa una tendencia en el cambio del uso de Internet en los hogares. En 2011, el tráfico generado por las empresas era 28% del total, y a pesar de crecer a una TACC de 15% por año, en 2017 solo representará 8% del tráfico (ver Figura 5-5). Este fenómeno se explica por la popularización del uso en hogares y en el patrón de uso, hecho que se espera suceda a raíz de los esfuerzos de inclusión digital, la disminución de precios, el incremento en el valor percibido de acceder y a la generación creciente de contenidos. Por otro lado, el uso de Internet en empresas y negocios se encuentra actualmente en una etapa de maduración. Nuestras estimaciones de Internet fijo residencial parecen ser conservadoras, ya que son entre 5 y 15% inferiores a las publicadas en el Cisco Visual Index.

Para el tráfico originado en dispositivos móviles, que son de una gran diversidad, desde los más básicos hasta las tabletas y dongles (para computadoras portátiles), hemos esti-

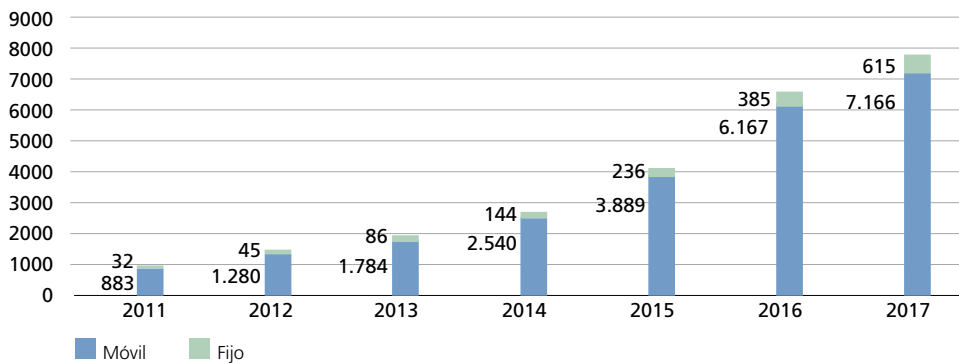


Figura 4.4.
Tráfico mensual de Internet fijo y móvil en América Latina (en PetaBytes)

Fuente: Análisis TAS

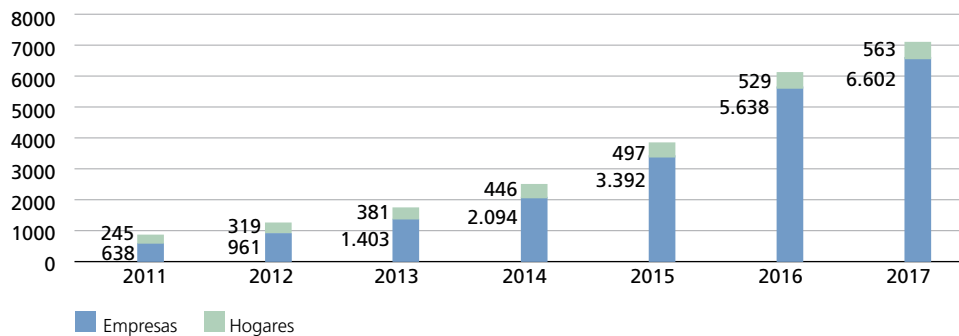


Figura 4.5.
Tráfico mensual de Internet fijo por hogares y empresas (en PB)

Fuente: Análisis TAS.

mado que el tráfico crece a una tasa de 69%, pasando de 32 PB en 2011 a 615 PB en 2017, un crecimiento de veinte veces en tan solo seis años. Estos números son comparables con las estimaciones del Cisco Visual Index.

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-17
Argentina	3	4	7	12	20	33	54	72%
Brasil	15	21	40	67	109	177	281	68%
Chile	3	3	6	10	15	23	34	59%
Colombia	3	4	7	12	21	34	54	68%
México	5	8	15	25	43	73	118	73%
Panamá	0	0	1	1	2	4	6	68%
Perú	2	3	5	8	13	22	36	70%
Venezuela	2	3	5	8	12	20	32	64%
Total	32	45	86	144	236	385	615	69%

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 4.2.
Tráfico total de Internet móvil en América Latina (en PB)

4.3. SEPARACIÓN DEL TRÁFICO LOCAL E INTERNACIONAL

De acuerdo a lo observado y confirmado en varias entrevistas que fueron realizadas, en América Latina se observan tres modelos diferentes en cuanto a las proporciones de tráfico internacional. En un extremo se tiene México, en donde el tráfico local se estima en aproximadamente 10% del total y solo 5% del contenido internacional se encuentra en servidores espejo (*cache*); esto se explica por la ausencia de un IXP, la cercanía con Estados Unidos y la relación de precios entre enlaces internacionales y nacionales. En el otro extremo se

encuentra Brasil, donde aproximadamente 25% del tráfico es de naturaleza local, 20% está en *cache* y 55% es internacional; esto se explica por la dimensión continental del país, el alto número de IXP en operación y, como hecho altamente diferenciador, al idioma.

El resto de los países obedecen a proporciones más equilibradas – el tráfico internacional representa entre 60 y 65% del total, el tráfico en *cache* aproximadamente 30% y el tráfico local entre 5 y 10%. Argentina, Colombia, Perú y Chile tienen este tipo de patrón.

Para estimar las proporciones de tráfico nacional e internacional por país, bajo la ausencia de construcción de nueva infraestructura local o regional de interconexión que cambie estructuralmente los patrones de tráfico, se partió, dentro de lo que permite la información disponible, basar el cambio en las proporciones en la expectativa de crecimiento de los contenidos locales y el volumen de contenido internacional en *cache* (ver Cuadro 4.3), que estará alojado en centros de datos.

Cuadro 4.3.
Porcentaje del tráfico de contenido internacional en *cache* local (en PB)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	30%	30%	32%	33%	35%	36%	38%
Brasil	20%	20%	21%	22%	23%	24%	26%
Chile	30%	30%	32%	33%	35%	36%	38%
Colombia	30%	30%	32%	33%	35%	36%	38%
México	5%	5%	5%	6%	6%	6%	6%
Panamá	5%	5%	5%	6%	6%	6%	6%
Perú	30%	30%	32%	33%	35%	36%	38%
Venezuela	5%	5%	9%	5%	9%	16%	29%

Fuente: Análisis TAS.

Se espera que el tráfico local, a medida que aumente el contenido local, también vaya ganando importancia en el volumen de tráfico. Para Brasil se supusieron proporciones constantes, ya que la infraestructura de interconexión está razonablemente desarrollada y el patrón no parece haber cambiado de manera importante en los últimos dos o tres años. En México tampoco se espera un cambio importante, porque la interconexión en Estados Unidos, desde la perspectiva de costos, es la respuesta económica racional. La geografía de Panamá hace que estructuralmente el tráfico sea primordialmente internacional, pero su proporción deberá estar aumentando marginalmente. En promedio, se estimó que el tráfico local de Argentina, Chile, Colombia y Perú estaría creciendo a una tasa cercana al 5% superior al internacional. Para México y Venezuela se observaría el fenómeno contrario. El Cuadro 4.4 muestra los resultados de la estimación de la proporción del tráfico local como porcentaje del tráfico total.

Cuadro 4.4.
Porcentaje del tráfico local por país

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	5,0%	5,0%	5,3%	5,5%	5,8%	6,1%	6,4%
Brasil	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Chile	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
Colombia	5,0%	5,0%	5,3%	5,5%	5,8%	6,1%	6,4%
México	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
Panamá	5,0%	5,0%	5,3%	5,5%	5,8%	6,1%	6,4%
Perú	5,0%	5,0%	5,3%	5,5%	5,8%	6,1%	6,4%
Venezuela	5,0%	5,0%	5,3%	5,5%	5,8%	6,1%	6,4%

Fuente: Internexa, Análisis TAS.

Por otro lado, el Cuadro 4.5 muestra las proporciones para el tráfico internacional, como resultado de las estimaciones anteriores.

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	65%	65%	63%	61%	59%	57%	55%
Brasil	55%	55%	54%	53%	52%	51%	49%
Chile	60%	60%	59%	57%	55%	54%	52%
Colombia	65%	65%	63%	61%	59%	57%	55%
México	85%	85%	85%	84%	84%	84%	84%
Panamá	90%	90%	90%	89%	88%	88%	87%
Perú	65%	65%	63%	61%	59%	57%	55%
Venezuela	90%	90%	86%	89%	85%	78%	64%

Fuente: Internexa, Análisis TAS.

Cuadro 4.5.
Porcentaje del tráfico saliente internacional por país

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-17
Argentina	66	83	102	132	174	250	284	34%
Brasil	230	359	507	738	1.170	1.889	2.195	57%
Chile	49	65	89	120	175	266	305	44%
Colombia	35	48	64	84	124	195	238	47%
México	139	199	302	443	657	986	1.140	52%
Panamá	18	22	26	29	33	40	44	20%
Perú	22	30	39	52	72	105	124	41%
Venezuela	39	50	59	76	95	119	112	23%
TOTAL	597	858	1.189	1.675	2.500	3.849	4.442	49%

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 4.6.
Tráfico internacional saliente de Internet por mes (en PB)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-17
Argentina	30	38	51	71	101	159	197	45%
Brasil	84	130	197	307	523	906	1.133	68%
Chile	24	33	48	70	110	181	226	56%
Colombia	16	22	32	46	73	124	164	59%
México	8	12	19	29	45	71	87	61%
Panamá	1	1	1	2	2	3	3	22%
Perú	10	14	20	28	42	67	86	53%
Venezuela	2	3	6	4	10	25	51	128%
TOTAL	176	253	374	556	906	1.535	1.946	62%

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 4.7.
Tráfico de contenido internacional en cache por mes (en PB)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TACC 2012-17
Argentina	5	6	8	12	17	26	33	45%
Brasil	104	163	235	348	564	932	1.109	60%
Chile	8	11	15	21	32	50	59	48%
Colombia	3	4	5	8	12	21	27	59%
México	16	23	36	52	78	117	136	53%
Panamá	1	1	1	2	2	3	3	27%
Perú	2	2	3	5	7	11	14	53%
Venezuela	2	3	4	5	6	9	11	39%
TACC	141	214	308	452	719	1.169	1.393	58%

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 4.8.
Tráfico local de Internet por mes (en PB)

Partiendo entonces de esta estimación y las proyecciones del tráfico total (un total de 915 PB en 2011 y 7.781 en 2017), se obtienen proyecciones para el tráfico internacional mensual (ver Cuadro 4.6), el tráfico de contenido internacional en cache (ver Cuadro 4.7) y el tráfico local (ver Cuadro 4.8) para cada uno de los países en estudio.

4.4. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE TRÁFICO ENTRE PAÍSES

Para construir la matriz de tráfico –es decir, los flujos entre los países– se procedió a buscar variables que pudieran explicar indirectamente la relación entre ellos. En su gran mayoría, como ya se ha explicado anteriormente, el tráfico internacional de la región se dirige a Estados Unidos. El tráfico intrarregional es aún muy limitado y existe poca información pública sobre su distribución.

Después de analizar algunas variables indirectas que pudieran ayudar a estimar el interés de tráfico que hay entre cada par de países, por su simplicidad, disponibilidad y confiabilidad, se optó por utilizar los flujos de tráfico de voz y el interés comercial (comercio exterior) entre los mismos. Estas dos matrices, mostradas en los Cuadros 4.9 y 4.10, muestran los porcentajes del total para estos dos indicadores. Es notorio mencionar que la correlación entre ambas matrices es de 0,97, por lo que parece razonable suponer que el flujo de tráfico de Internet, ligado a ambas variables, no debería tener un comportamiento sustancialmente diferente.

Cuadro 4.9.
Matriz de tráfico de voz
internacional saliente (2011)

	Argentina	Brasil	Chile	DESDE				
				Colombia	México	Panamá	Perú	Venezuela
Argentina		6,4%	8,1%	3,3%	0,4%		8,9%	
Brasil	4,8%		2,3%			3,2%	1,5%	
Chile	7,9%	2,4%		2,4%			8,9%	
Colombia	1,9%	1,2%	2,1%		0,7%	20,9%	3,2%	21,3%
HACIA México	1,4%	1,9%	1,5%	5,4%		2,5%	2,0%	1,2%
HACIA Panamá				3,7%			0,3%	1,6%
HACIA Perú	9,9%	1,2%	4,9%	3,1%				1,7%
HACIA Venezuela	1,0%	0,5%	0,7%	9,6%		6,2%	2,2%	
Otros países	73,2%	92,9%	88,2%	73,5%	99,3%	70,4%	80,1%	72,8%

Fuente: *Telegeography*.

Utilizando un promedio simple de las matrices anteriores y aplicando el resultado a los tráficos por país estimados anteriormente, se obtienen las matrices de estimación y proyección del tráfico internacional de Internet. Los Cuadros 4.10 y 4.11 muestran los resultados para 2012 y 2017.

Estos flujos son esquematizados en las Figuras 4-6 y 4-7.

Cuadro 4.10.
Matriz de comercio
exterior (2011)

	Argentina	Brasil	Chile	DESDE				
				Colombia	México	Panamá	Perú	Venezuela
Argentina		8,9%	1,6%	0,5%	0,6%	0,0%	0,4%	0,0%
Brasil	21%		5,5%	2,1%	1,2%	0,1%	2,8%	1,1%
Chile	5,8%	2,1%		2,5%	0,6%	0,8%	4,3%	0,1%
Colombia	2,2%	1,0%	1,2%		1,6%	1,3%	2,3%	0,7%
HACIA México	1,1%	1,5%	2,4%	1,4%		0,7%	1,0%	0,5%
HACIA Panamá	0,0%	0,0%	0,1%	3,1%	0,3%		0,7%	
HACIA Perú	2,2%	0,9%	2,2%	2,6%	0,4%	0,2%		0,3%
HACIA Venezuela	2,2%	1,8%	0,9%	4,4%	0,5%	0,1%	2,0%	
Otros países	65,9%	83,8%	86,0%	83,3%	94,9%	96,8%	86,5%	97,3%

Fuente: *Departamentos de estadística de cada uno de los países*.

Cuadro 4.11.
Matriz de tráfico de Internet
(en PB por mes para 2017)

		Tráfico Saliente																		
		Argentina		Brasil		Chile		Colombia		México		Panamá		Perú		Venezuela		Total		
		PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	
Tráfico entrante	Argentina	PB	-	-	27	8	3	5	1	2	1	1	-	-	1	5	0	0	34	4
		%	-	-	81		9		3		6		-	-	4		0		100	
	Brasil	PB	11	13	-	-	3	4	1	2	1	1	0	0	1	3	1	1	17	2
		%	62		-	-	16		6		7		0		5		4		100	
	Chile	PB	6	7	8	2	-	-	1	2	1	0	0	0	2	7	0	0	18	2
		%	32		46		-	-	7		3		1		11		0		100	
	Colombia	PB	2	2	4	1	1	2	-	-	2	1	2	11	1	3	6	11	18	2
		%	9		22		6		-	-	13		14		5		31		100	
	México	PB	1	1	6	2	1	2	2	3	-	-	0	2	0	1	0	1	11	1
		%	9		54		11		15		-	-	3		4		4		100	
	Panamá	PB	-	-	-	-	0	0	2	3	0	0	-	-	0	1	0	1	3	0
		%	-		-		2		65		11		-	-	6		16		100	
	Perú	PB	5	6	4	1	2	4	1	3	0	0	0	0	-	-	0	1	13	2
		%	37		28		18		10		3		0		-	-	4		100	
Venezuela	PB	1	2	4	1	0	1	3	7	0		1	3	1	2	-	-	11	1	
	%	12		36		4		31		4	0	6		6		-	-	100		
Estados Unidos y otros países	PB	58	70	305	85	54	83	37	77	193	97	19	84	24	79	43	85	733	85	
	%	8		42		7		5		26		3		3		6		100		
Total	PB	83	100	359	100	65	100	48	100	199	100	22	100	30	100	50	100	852	100	
	%	10		42		8		6		23		3		4		6		100		

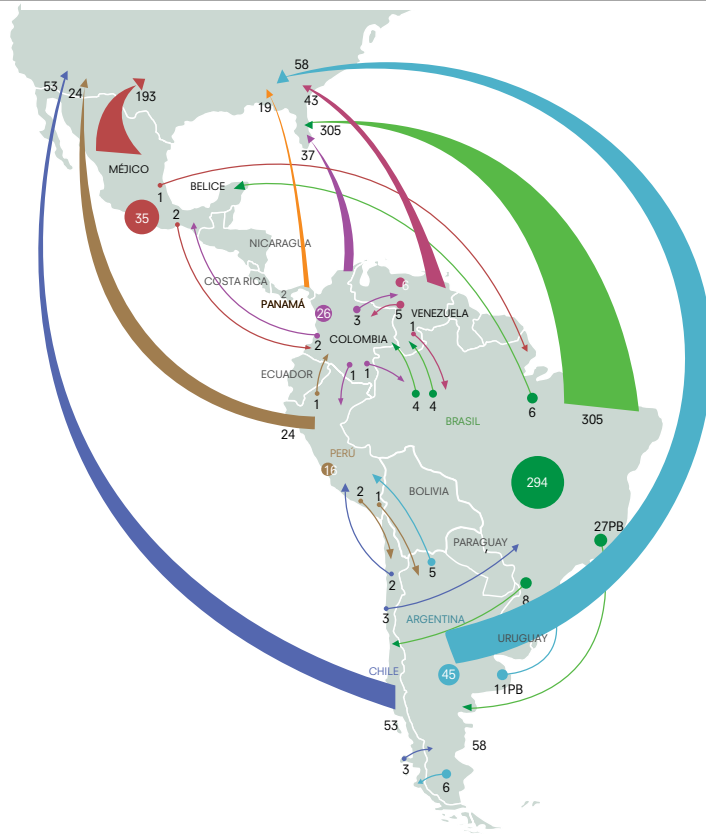
Fuente: Analistas TAS

Cuadro 4.12.
Matriz de tráfico de Internet
(en PB por mes para 2017)

		Tráfico Saliente																		
		Argentina		Brasil		Chile		Colombia		México		Panamá		Perú		Venezuela		Total		
		PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	
Tráfico entrante	Argentina	PB	-	-	167	8	15	5	4	2	6	1	-	-	6	5	0	0	198	4
		%	-	-	85		7		2		3		-	-	3		0		100	
	Brasil	PB	36	13	-	-	12	4	5	2	7	1	0	0	4	3	1	1	66	1
		%	55		-	-	19		8		11		0		6		2		100	
	Chile	PB	19	7	50	2	-	-	6	2	3	0	0	0	8	7	0	0	87	2
		%	22		57		-	-	7		4		0		9		0		100	
	Colombia	PB	6	2	24	1	5	2	-	-	13	1	5	11	3	3	12	11	69	2
		%	8		35		7		-	-	19		7		5		18		100	
	México	PB	4	1	38	2	6	2	8	3	-	-	1	2	2	1	1	1	59	1
		%	6		64		10		14		-	-	1		3		2		100	
	Panamá	PB	-	-	-	-	0	0	8	3	2	0	-	-	1	1	1	1	11	0
		%	-		-		2		70	3	14	0	-	-	6	1	8	1	100	
	Perú	PB	17	6	23	1	11	4	7	3	2	0	0	0	-	-	1	1	61	1
		%	28		38		18		11		3		0		-	-	2		100	
Venezuela	PB	5	2	25	1	2	1	17	7	3	0	1	3	3	2	-	-	55	1	
	%	8		45		4		30		5	0	3		5		-	-	100		
Estados Unidos y otros países	PB	198	70	1.869	85	253	83	182	77	1.104	97	37	84	98	79	95	85	3.837	86	
	%	5		49		7		5		29		1		3		2		100		
Total	PB	284	100	2.195	100	305	100	238	100	1.140	100	44	100	124	100	112	100	4.442	100	
	%	6		49		7		5		26		1		3		3		100		

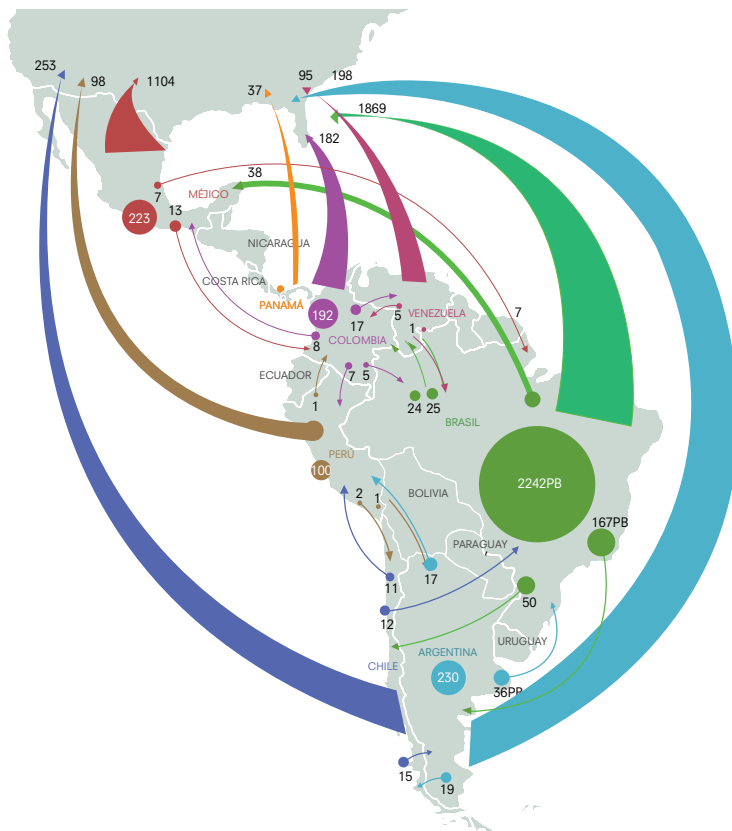
Fuente: Analistas TAS

Figura 4.6.
Estimación de flujos de tráfico en América Latina (2012, en PB)



Fuente: Análisis TAS

Figura 4.7.
Estimación de flujos de tráfico en América Latina (2017, en PB)



Fuente: Análisis TAS

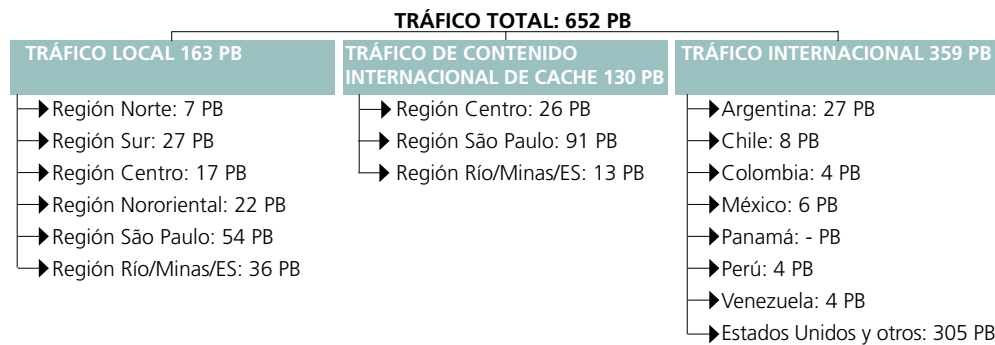
4.5. ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DE INTERNET DENTRO DE CADA PAÍS

Para estimar la distribución del tráfico de Internet dentro de cada uno de los países, se procedió a agrupar las unidades (departamentos, estados o provincias, según el país) en regiones contiguas geográficamente cercanas. Se supuso que el tráfico de cada una de estas regiones sería proporcional al PIB. Luego se distribuyó el tráfico de contenido internacional en los principales puntos de *hosting* de cada uno de los países. Los resultados se muestran, para 2012, en las Figuras 4.8 a 4.15.



Cuadro 4.8.

Argentina: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)



Cuadro 4.9.

Brasil: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

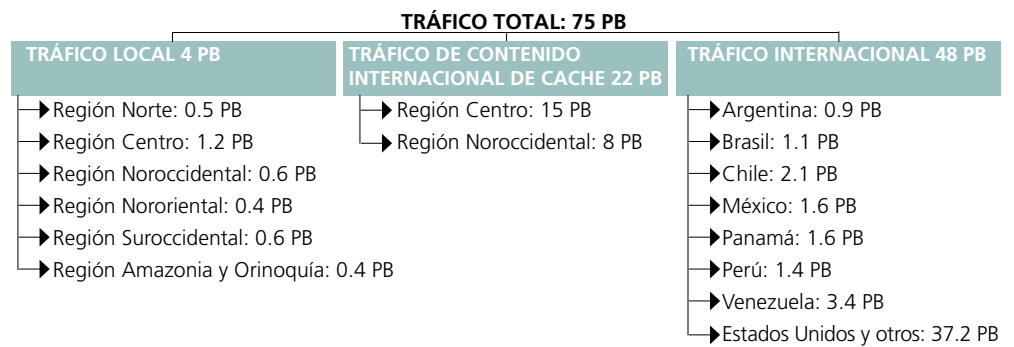


Cuadro 4.10.

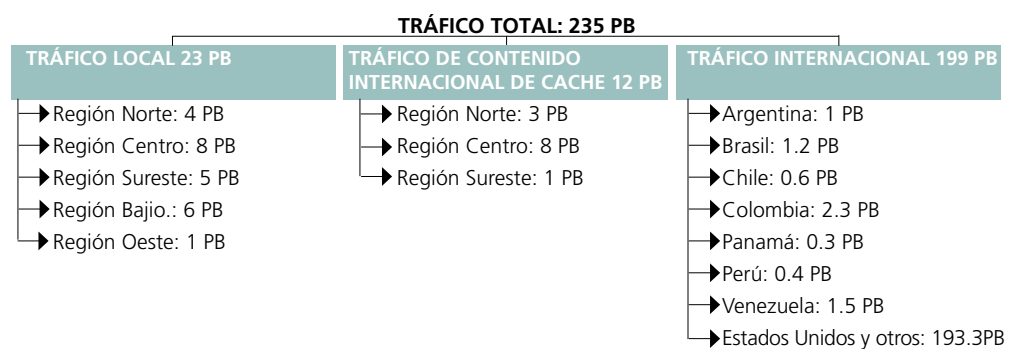
Chile: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

Cuadro 4.11.

Colombia: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

**Cuadro 4.12.**

México: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

**Cuadro 4.13.**

Panamá: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

**Cuadro 4.14.**

Perú: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)



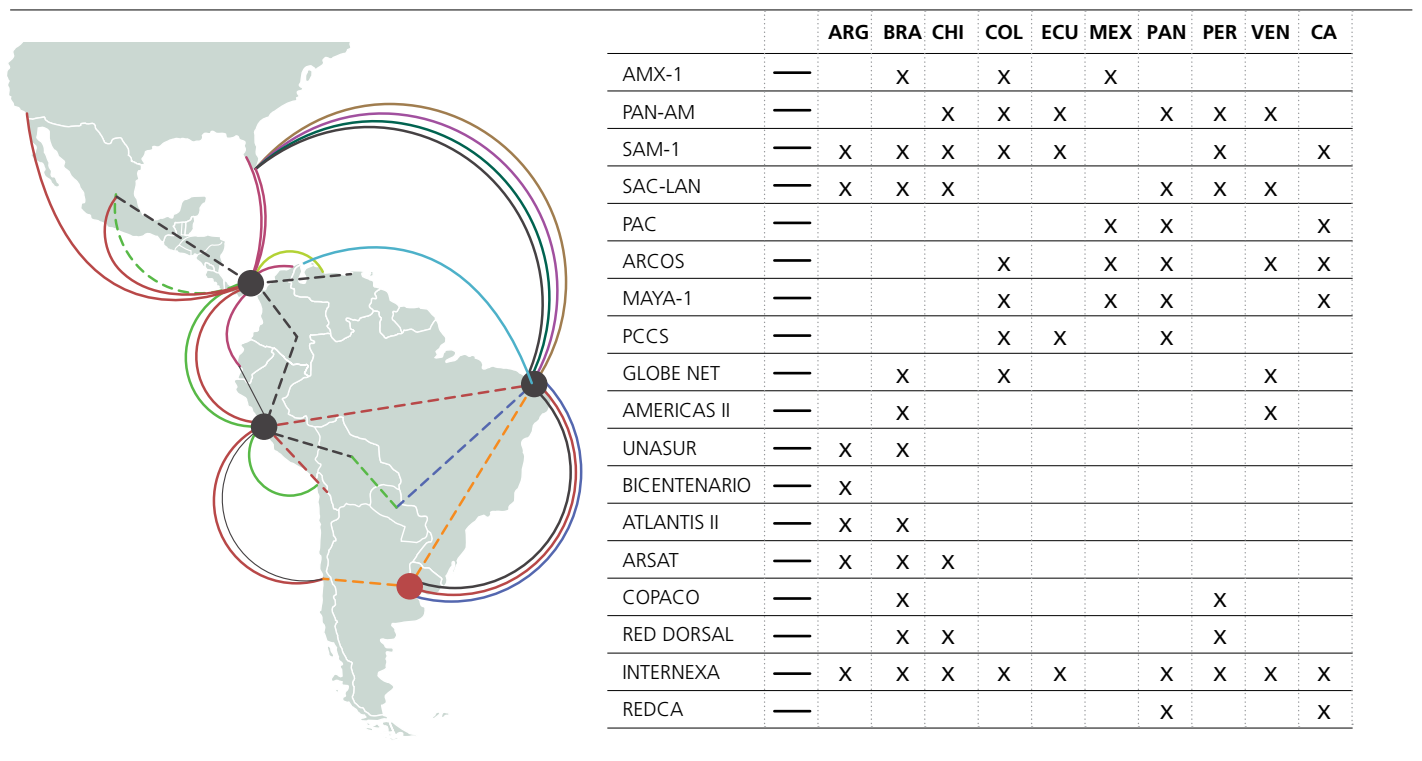
Cuadro 4.15.
Venezuela: Flujo mensual de tráfico de Internet (2012)

TRÁFICO TOTAL: 56 PB		
TRÁFICO LOCAL 3 PB	TRÁFICO DE CONTENIDO INTERNACIONAL DE CACHE 3 PB	TRÁFICO INTERNACIONAL 50 PB
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Capital: 0.6 PB ▶ Los Andes: 0.2 PB ▶ Central: 0.5 PB ▶ Guayana: 0.1 PB ▶ Los Llanos: 0.1 PB ▶ Nor Oriental: 0.2 PB ▶ Zuliana: 0.5 PB 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Capital: 3 PB 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Argentina: - PB ▶ Brasil: 0.6 PB ▶ Chile: 0.03 PB ▶ Colombia: 6 PB ▶ México: 0.4 PB ▶ Panamá: 0.4 PB ▶ Perú: 0.5 PB ▶ Estados Unidos y otros: 43 PB

4.6. ENRUTAMIENTO DEL TRÁFICO

Con la información anterior, se procedió a estudiar el enrutamiento físico que posiblemente sigue el tráfico de Internet en América Latina. Excepto en el caso de México, el enrutamiento es ejecutado principalmente a través de cables submarinos. Panamá y Colombia son los países donde más cables de la región aterrizan.

Figura 4.16.
Infraestructura de cables submarinos sirviendo a América Latina



Fuente: Telegeography, Análisis TAS.
Solo se incluyen los cables de un país de la región

En cuanto a la estructura de propiedad de estos cables, los principales carriers son Telefónica (TIWS), Level3 (GlobalCrossing), Telecom Italia, Internexa y América Móvil (ver Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13.

Elementos descriptivos de los cables internacionales en América Latina de Internet saliente (2017)

	Propietario	Longitud (KM)	Países que accesa
AMX-1	América Móvil	16.000	Colombia, México, Brasil, Florida, Guatemala, República Dominicana, Puerto Rico.
PAN-AM	AT&T, Telefónica del Perú, Softbank Telecom, REACH, Telecom Italia, Sparkle, Sprint, CANTV, Tata Communications, Telefónica Argentina, Telstra, Verizon Business, PCCW, Telecom Argentina, Teleconet	7.050	Chile Aruba, Colombia, Panamá, Ecuador, Venezuela, Islas Vírgenes
Sam-1	Telefónica	25.000	Chile, Colombia, Florida, Brasil, Argentina, Perú, Guatemala, Ecuador, Puerto rico
SAC/LAN	Level 3 y Telecom Italia	20.000	Panamá, Brasil, Argentina, Perú, Venezuela, Islas Vírgenes, Chile
PAC	Level 3	10.000	México, California, Costa Rica
ARCOS	Columbus Networks, Axtel, CANTV, Codetel, Hondutel, Belize Telemedia, Enitel, AT&T, Alestra, Verizon Business, RACSA, Unite Telecommunication Services (UTS), Telecarrier, Tricom E.E.U.U., Telecomunicaciones Ultramarina de Puerto Rico, Internexa, Orbinet Overseas, Telepuerto San Isidro, Bahamas Telecommunication Company	8.600	Belize, Nicaragua, México, Colombia, Bahamas, Puerto Rico, Panamá, Florida, Guatemala, Honduras, Costa Rica Republica Dominicana, Venezuela, Curacao
MAYA-1	Cable & Wireless Communications, Verizon Business, Tata Comunications, AT&T, Sprint, Hondutel, CANTV, Telefónica, BT, Orbitel, MarcaTel	4.400	México, Islas Caimanes, Florida, Panamá, Honduras, Costa Rica Colombia,
PCCS	Cable & Wireless Communications, Telconet, Telefónica, Setar, Unite Telecommunication Service (UTS)	6.000	Panamá, Colombia, Aruba, Florida, Ecuador, Puerto Rico, Islas Vírgenes
Globe Net	Oi	22.770	Colombia, Florida, Brasil, Venezuela, Bermuda, New Jersey
UNISUR	Embratel, Telefónica de Argentina, Antel Uruguay, BT, Telecom Argentina, France Telecom	1.716	Brasil, Argentina, Uruguay
Internexa	Internexa	21.000	Colombia, Ecuador, Perú, Argentina, Chile, Brasil
Redca	Campañas de Electricidad de America Centra.: INDE de Guatemala, Cel y ETESAL del Salvador, ENE de Honduras, Enatrel de Nicaragua, ICE y CNFL de Costa Rica, ETESA de Panamá, ISA de Colombia, CFE de México	1.790	Panamá Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala

Fuente: *Submarine Cable Almanac*.

En los principales ocho países de la región la capacidad instalada internacional para el transporte internacional supera el 95% de la existente en América Latina. En los últimos años, esta capacidad ha venido creciendo a tasas anuales promedio superiores a 50%, lo que ha hecho que en cuatro años se haya multiplicado por 5,4 veces (ver Cuadro 4.14).

Como es de esperarse, y siendo causa y consecuencia del hecho de que gran parte del interés de tráfico de América Latina es con Estados Unidos, es este último país el principal destinatario de la infraestructura de transmisión internacional (ver Figura 4.17).

La capacidad internacional instalada a finales de 2012 tenía una utilización promedio de 23%, llegando a 45% en los momentos de pico (ver Cuadro 4.15). Con los altos crecimientos del tráfico de Internet, y ya estimados los flujos entre países, es fácil concluir

País	2008	2009	2010	2011	2012	TACC 2008-12
Argentina	249	312	680	859	1.349	53%
Brasil	385	743	1.125	1.640	2.584	61%
Chile	199	249	602	691	1.059	52%
Colombia	95	167	269	429	580	57%
México	205	324	557	887	1.478	64%
Panamá	150	138	217	247	293	18%
Perú	181	451	456	385	493	28%
Venezuela	39	71	113	198	270	62%
TOTAL	1.502	2.454	4.,019	5.337	8.104	52%
% de la Capacidad Total	98%	98%	98%	96%	96%	

Cuadro 4.14. Capacidad de ancho de banda internacional (junio 2013, en Gbps)

Fuente: Análisis TAS.

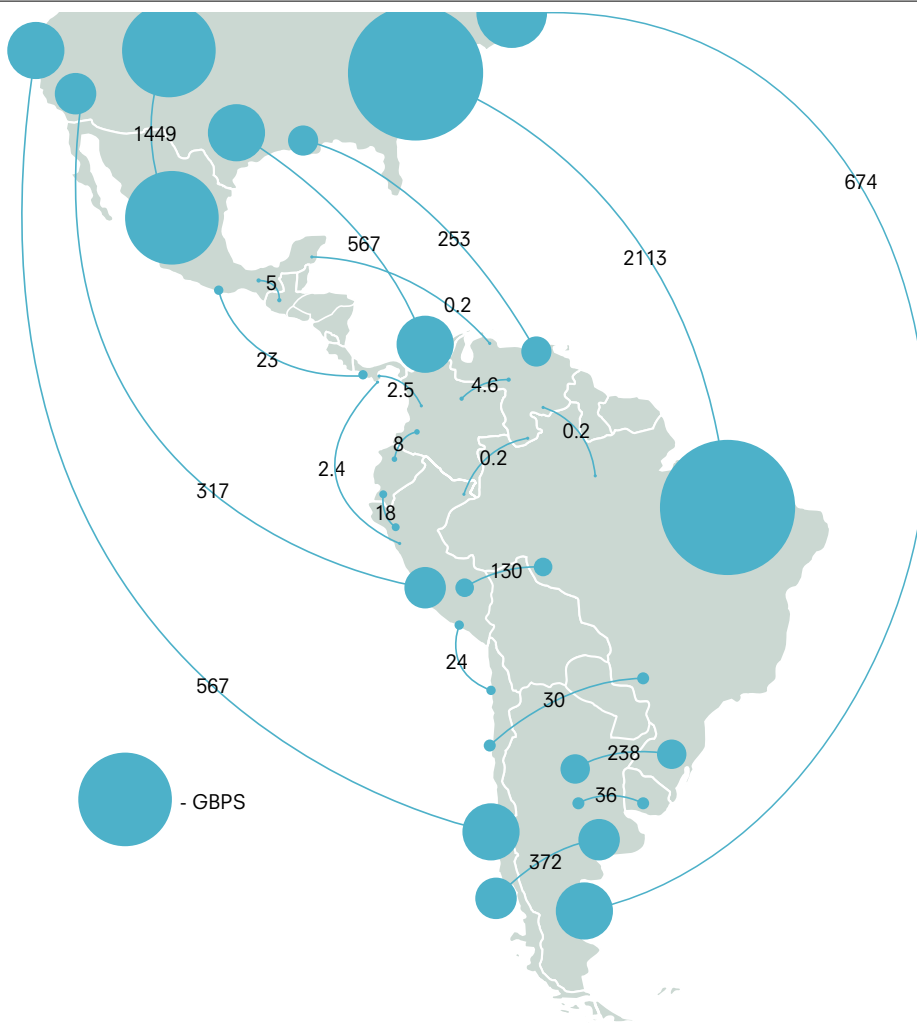


Figura 4.17. Principales rutas instaladas en América Latina

Fuente: Telegeography, Análisis TAS.

que la capacidad existente hacia Estados Unidos será insuficiente en el mediano plazo. Se ha proyectado que el tráfico de mayor crecimiento en los próximos cinco años será el contenido internacional en *cache*, creciendo a tasas anuales promedio de 62% (10,2 veces). El tráfico local crecerá a 58% (8,8 veces) y el internacional a 49% (6,3 veces). Como aproximadamente 85% del tráfico internacional está dirigido a Estados Unidos, será indispensable aumentar la capacidad actual.

Cuadro 4.15.
Utilización de la capacidad
internacional por ruta
(2012, en Gbps)

	Capacidad	Tráfico promedio	Tráfico promedio en el pico	Utilización promedio	Utilización en el pico
São Paulo-Miami	1.144	265	519	23%	45%
Buenos Aires-Miami	624	163	305	26%	49%
Santiago-Miami	457	104	197	23%	43%
Rio de Janeiro-Miami	403	104	201	26%	50%
Buenos Aires-Santiago	371	41	171	11%	46%
Bogotá-Miami	347	83	163	24%	47%
México-Dallas	320	77	151	24%	47%
Lima-Miami	317	74	145	23%	46%
México-Los Angeles	254	56	109	22%	43%
Caracas-Miami	243	58	114	24%	47%
Buenos Aires-São Paulo	213	33	57	16%	27%
Total	4.695	1.058	2.131	23%	45%

Fuente: Análisis TAS.

Sin embargo, a través del desarrollo de una infraestructura de interconexión regional, será posible bajar la tensión existente en esta oferta, ya que una parte importante del contenido puede ser acercado a la región, reduciendo la latencia y la necesidad de aumentar la capacidad. Asimismo, puede disminuirse la necesidad de utilizar esta capacidad para tráfico cuyos origen y destino se encuentran dentro de América Latina

*

El modelo de tráfico de Internet ayuda a comprender el flujo de datos en la región, demostrando el grado de concentración que tiene el tráfico de interconexión en Estados Unidos. Al mismo tiempo, se puede comprobar cómo el desarrollo de infraestructura local ayudaría a reducir el tráfico internacional, con lo que disminuyen los costos de transporte. Esto formará parte fundamental de la propuesta que se describe más adelante en el documento.

Con ello, se cierra el diagnóstico de situación en América Latina y pasamos a presentar el marco de acción, estructurado en cuatro pilares: la propuesta regulatoria y de política pública para estimular el despliegue de IXP, el modelo técnico que refleja la recomendación de infraestructura a desplegar, el modelo estratégico que describe la organización y el modelo de negocio de los IXP a desplegar.

5.

PROPUESTA REGULATORIA Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

- 5.1. Análisis de las tendencias en América Latina
- 5.2. Palancas regulatorias y de políticas públicas utilizadas en América Latina
- 5.3. Recomendaciones emanadas de organismos internacionales
- 5.4. Fortalezas y debilidades de los marcos regulatorios y políticas públicas actuales en la región
- 5.5. Propuesta de modelo regulatorio y políticas públicas para América Latina
- 5.6. Propuesta específica de modelo regulatorio y políticas públicas para Colombia
- 5.7. Propuesta específica de modelo regulatorio y políticas públicas para México

PROPUESTA REGULATORIA Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

En este capítulo se recomiendan las iniciativas regulatorias y de política pública que tendrán mayor impacto en el desarrollo de la infraestructura de interconexión en América Latina. Evaluada la experiencia internacional en el Capítulo 2, se analiza la situación regulatoria actual en América Latina. A partir de este análisis, se identifican las fortalezas y debilidades de los marcos regulatorios actuales, las barreras al desarrollo de IXP y los cuellos de botella en el transporte. Se concluye con una propuesta general de políticas públicas y de marco regulatorio para la región, entrando en detalle en los casos de Colombia y México.

5.1. ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS EN AMÉRICA LATINA

En América Latina la actuación de los gobiernos en el sector de IXP ha sido mucho más proactiva que en el resto del mundo, debido probablemente a la inmadurez de los mercados y la filosofía general más intervencionista que prevalece en la región. Además, la región está sujeta a varios acuerdos internacionales, aunque no necesariamente de manera vinculante. El desarrollo del sector permite concluir que, con ciertas excepciones, la infraestructura de IXP prácticamente no existiría sin la intervención estatal.

Por un lado, ha habido algunos países que han dejado el desarrollo de los IXP totalmente a las fuerzas del mercado. La empresa dominante fija, figura que existe en mayor o menor grado en todos los países, no tiene ningún incentivo en interconectarse, ya que implica la canibalización de ingresos por venta de transporte y acceso y la disminución de barreras de entrada a la competencia. Para las demás empresas de transporte, cuando tienen acceso a conectividad internacional, la interconexión no representa un diferencial, por lo que los incentivos a promover la existencia de IXP son bajos. En todos los casos, los ISP se encuentran en una situación de desventaja en cualquier negociación con las empresas de transporte. El resultado es que no se desarrolla la infraestructura de IXP. El caso icónico es México, donde a la fecha aún no existe ningún IXP.

Por otro lado, los gobiernos pueden obligar a la interconexión, utilizando como argumento principal para esta intervención la eficiencia en el mercado, que se traduce, en prácticamente su totalidad, en una externalidad que no pueden internalizar las empresas. El impacto se refleja en menores precios o en más competencia, pero no necesaria-

mente en mayores márgenes. En algunos casos, la infraestructura de IXP es financiada por entes ligados al Estado. La infraestructura de IXP se desarrolla, pero requiere de la constante intervención regulatoria. Tal es el caso de Brasil, con la actuación del Comité Gestor de Internet (CGI), creado a través de decreto ministerial.

Una cuestión fundamental que ha afectado el desarrollo de los IXP en la región es que en gran medida las mayores empresas de telecomunicaciones tienden a considerar a los IXP como antagónicos a su negocio. En Argentina, CABASE inicialmente contó entre sus miembros a Telefónica, Telecom y Cablevisión, los tres principales operadores de telecomunicaciones del país. Sin embargo, debido al modelo de intercambio que adoptó el IXP, que era de "todos contra todos", los dos principales proveedores de ADSL, Telefónica y Telecom, se retiraron de la asociación. En 2010, con la introducción de IXP regionales, CABASE pasó a ser un competidor indirecto de Telefónica y Telecom, ya que se convirtió en una alternativa para obtener salida internacional para los pequeños ISP del interior del país, que previamente debían comprar tránsito a las empresas con mayor participación de mercado.

En Brasil las empresas con mayor participación de mercado (Oi, Telefónica, Embratel) tuvieron que ser obligadas, en 2012, a interconectarse. El regulador utilizó como palanca la regulación asimétrica de empresas con poder sustancial de mercado¹.

En Chile, a pesar de que la regulación de inicios de siglo obligó a las empresas a tener puntos de interconexión neutros, pudieron evadir la obligación, lo que está obligando al regulador a reescribir las reglas, probablemente exigiendo una separación estructural.

En México la principal empresa de telecomunicaciones fijas (Telmex) declaró la no necesidad de un IXP, ya que ha hospedado a los grandes proveedores de contenidos (entre otros, Google). Los operadores terminaron interconectándose directamente unos con otros, muchas veces pagando tránsito, por lo que varios de los competidores consideran en este momento que no es necesario contar con un IXP. El primer IXP está siendo construido a partir de una iniciativa de un grupo de empresas, con el apoyo gubernamental, pero sin la asignación de fondos públicos.

5.2. PALANCAS REGULATORIAS Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZADAS EN AMÉRICA LATINA

En América Latina también se observan variaciones de las mismas cinco categorías de políticas públicas y regulatorias utilizadas en el resto del mundo. A continuación resaltamos, para cada uno de los países objeto de estudio (Chile, México, Brasil y Colombia), algunas de los ejemplos observados.

1. De acuerdo a entrevistas, esta obligación todavía no ha sido completamente exitosa, debido a la renuencia de las empresas incumbentes a interconectarse con ciertos operadores.

- **Estímulos fiscales:** En general, esta palanca es poco utilizada en la región. De hecho, tiende a actuar en dirección contraria, ya que varios de los gobiernos aún imponen tasas especiales al sector de telecomunicaciones, dado lo eficiente que resulta en términos de recaudación. No se utilizan estímulos fiscales ni en Chile ni en México. En Brasil se han estado gradualmente introduciendo diferentes incentivos a la compra de equipo (en general, siempre con restricciones de fabricación local) como parte de medidas contra cíclicas recientes que han afectado la tributación en varios sectores de la economía. En Colombia existen algunos incentivos arancelarios para equipamiento de telecomunicaciones.
- **Inversión pública:** En Chile se está considerando utilizar el fondo de servicio universal (Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones – FDT, creado en 1994) para promover la infraestructura de interconexión; es importante destacar que el gobierno chileno asegura no ser inversionista, sino que su papel es el de otorgar subsidios para promover el acceso; con este fondo puede financiarse cualquier proyecto de telecomunicaciones. México está en proceso de implementar una ambiciosa reforma a su sector de telecomunicaciones; no está nada definido aún, pero es probable que, con el nuevo marco, el Estado comience a financiar la construcción de redes y puntos de interconexión, especialmente sobre la red troncal construida sobre la infraestructura eléctrica. En Brasil, el Estado es el principal inversionista en la infraestructura de interconexión a través del CGI; los recursos provienen de la cesión de los derechos de venta de los dominios .br a esta organización. En Colombia no es explícita la inversión pública en IXP, pero el subsidio que se está otorgando para la expansión de anillos metropolitanos y la red troncal en manos de Azteca Comunicaciones Colombia² deberá promover el desarrollo de IXP. Aunque no necesariamente el despliegue de redes troncales conlleva la aparición de IXP, sí es una condición indispensable para que tengan impacto más allá de un solo punto³.
- **Control de prácticas anticompetitivas:** La Subtel de Chile se ha propuesto emitir una regulación sobre la infraestructura de IXP en 2013; las empresas en general consideran que no es necesario, pero el regulador está basando su decisión en la falta de neutralidad que, de acuerdo a las empresas que utilizan esta infraestructura, han exhibido los IXP existentes. Esta regulación estará centrada en los temas de neutralidad, autonomía e independencia de los IXP de los operadores. En México, como reacción a la crítica que hizo la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el gobierno impulsó hacia finales de la administración anterior la instalación de un punto de interconexión con el objetivo de impulsar la competencia y reducir los costos de prestación del servicio de acceso a Internet; no es claro cómo esto em-

2. Azteca es una red que está siendo desplegada en áreas que no tienen red de transporte, por lo que no solo le han impuesto regulación de despliegue (alcanzar 10.000 y 18.000 kilómetros en 2013 y 2014, respectivamente), sino también regulación de precio (el precio de un enlace de 2 Mbps al mayoreo es de 1,8 millones de pesos colombianos –aproximadamente 900 USD– por mes, mantenido constante en términos nominales por el período de la concesión) y condiciones de no discriminación (es decir, acceso abierto).

3. Por ejemplo, la red de Internexa no ha tenido aún ese efecto, así como no lo tuvieron múltiples redes nacionales en Chile más allá de Santiago. Los nuevos IXP chilenos están siendo motivados por razones de redundancia y seguridad, a pesar de que existen varias redes troncales nacionales. Solo existen dos redes internacionales con presencia en Chile.

bonará con la reforma sectorial en proceso de implementación, pero la construcción del IXP sigue su curso en manos de un grupo ajeno al gobierno, pero con el aval de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). En Brasil todos los puntos de intercambio de tráfico (PTT) son, por diseño, neutros. La nueva regulación de dominancia obliga a las empresas con poder sustancial de mercado a interconectarse a los PTT. En Colombia aún no existe regulación de este tipo.

- **Respuesta a desastres naturales y amenaza a la seguridad nacional:** En el único país que se encontraron referencias explícitas a este tema fue en Chile, donde se estarán probablemente construyendo cinco puntos de intercambio de tráfico (PIT) fuera de Santiago de Chile para dar mayor redundancia y robustez a la red, así como para disminuir la latencia local.
- **Derrame de regulación del sector de Internet:** En Chile existen reglas de neutralidad de red, que, en principio, deben estimular la interconexión. En México no existen reglas que incentiven la creación de IXP. En Brasil los concesionarios están obligados a ofrecer *peering* en los PTT. En Colombia, la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) está estudiando algunas medidas para promover, directa e indirectamente, el sector de IXP.

5.3. RECOMENDACIONES EMANADAS DE ORGANISMOS INTERNACIONALES

Existen varias recomendaciones que han emanado de varios foros y organismos internacionales, pero en general han sido poco efectivas porque han sido no vinculantes. La interconexión ha sido parte integral de las recomendaciones, pero la naturaleza del discurso ha cambiado a lo largo del tiempo, de un foco no intervencionista a una ligera intervención, con el objetivo de que se desarrollen puntos de intercambio de tráfico.

- **Grupo TEL (APEC):** En el año 2000 este grupo de APEC elaboró el estudio ICAIS (*International Charging Agreements for Internet Services*), donde se identificó la necesidad de puntos de interconexión y de intercambio de tráfico. Se reconocieron diversos principios de compartición de costos. Las recomendaciones fueron ratificadas en TELMIN 4.
- **TELMIN 4 (APEC):** En la Cuarta Reunión Ministerial (TELMIN 4, Anexo B) en 2000 se publicaron directrices para la interconexión de Internet. Entre ellas se recomendó que debía promoverse la conectividad; que los gobiernos no debían intervenir en el mercado, excepto cuando existieran empresas dominantes o monopolios de facto, y la intervención debería, ante todo, buscar promover la competencia; que los precios debían ser negociados entre las partes, reflejando la contribución de cada red a la comunicación, el uso que de ella hace cada parte y el costo de punta a punta (*end-to-end*) del transporte internacional.

- **UIT-T Rec. D.50 (2000, 2004, 2008, 2011):** En el sector de normalización de la UIT (UIT-T), se emitió la recomendación D.50. El documento original data del año 2000; ha sido revisado en tres ocasiones. En esta recomendación se reconoce el derecho soberano de cada Estado para regular sus telecomunicaciones. Se recomienda que las administraciones implicadas en el suministro de conexiones internacionales por Internet negocien y suscriban acuerdos comerciales bilaterales que permitan conexiones internacionales directas. También se estipula que se tenga en cuenta la posible necesidad de compensaciones entre las conexiones por el valor de elementos tales como el flujo de tráfico, el número de rutas, la cobertura geográfica y el costo de las transmisiones internacionales.
- **NAPLA – Foro de Interconexión Regional:** En 2001 se creó el Foro de Interconexión Regional NAPLA, que, a partir de 2006, ha sido organizado por LACNIC. Es un esfuerzo cooperativo de los IXP de América Latina y el Caribe con el objetivo de compartir experiencias en su operación e incentivar los acuerdos de partes. Varias de sus recomendaciones han sido adoptadas por otros foros, en especial la CEPAL.
- **CEPAL (Naciones Unidas):** En el *Internet Governance Forum* del 2009 en Sharm El Sheikh en Egipto, la intervención de la CEPAL abordó el asunto de la interconexión. Enfatizó que Internet sigue siendo visto y tratado como un servicio de valor agregado y que los gobiernos, especialmente en América Latina, no han podido utilizar las herramientas regulatorias tradicionales para promover el desarrollo de una interconexión más eficiente.
- **CITEL (Organización de Estados Americanos):** En la XV Reunión del Comité Consultivo Permanente 1: Telecomunicaciones de la CITEL (Bariloche, Argentina, 2009), se emitió la Resolución 160 (CCP.1 / RES 160 (XV-09)). Esta resolución recomienda la promoción de puntos de interconexión locales y subregionales. También estipula que debe promoverse el desarrollo de contenidos locales y generarse estímulos para incrementar la presencia de redes de distribución de contenidos (*content delivery networks*) en la región. Asimismo, indica que debe promoverse la disminución de los costos de *backhaul*.
- **Cumbre Conectando las Américas:** En la Cumbre Conectando las Américas (UIT – Panamá, 2012), surgieron varias recomendaciones. Se convocó a gobiernos, organizaciones de financiamiento multilaterales, sector privado y sociedad civil (ONG) para que propusieran e implementaran infraestructuras dorsales. Se recomendó promover el desarrollo de redes regionales para aumentar la capilaridad y apoyar a organizaciones sin fines de lucro para estimular el desarrollo de IXP. También se instó a los gobiernos, de ser necesario, a intervenir en el mercado cuando existan prácticas anticompetitivas. Se recomendó fomentar la existencia de servicios espejo para disminuir el tráfico y crear contenidos locales y regionales para generar pertenencia y apropiación.

5.4 FORTALEZA Y DEBILIDADES DE LOS MARCOS REGULATORIOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS ACTUALES EN LA REGIÓN

El mercado de telecomunicaciones en América Latina ha sufrido varios cambios estructurales en la última década. Muchos de ellos impactan directamente al sector de IXP. Actualmente ya se considera que Internet es un servicio esencial, se reconoce que es parte de un sector donde existen fallas de mercado y que por lo tanto existen justificaciones económicas y de eficiencia para promover su desarrollo, y es una pieza fundamental de la seguridad y soberanía nacionales.

Estos cambios estructurales generan un terreno fértil para motivar la creación de infraestructura de interconexión y desarrollar regulación adecuada para el sector. Directrices internacionales pueden ser adoptadas con mayor facilidad por los diferentes países en la región, ya que el consenso, al menos en un alto nivel, existe. Entre más específicas sean las recomendaciones internacionales, no solo será más fácil el adoptarlas en cada uno de los países y hacer las adaptaciones necesarias (“localización”), sino que promoverían un marco regulatorio más consistente a lo largo de la región. Esto resulta fundamental para un funcionamiento más eficiente de las redes.

5.4.1. Cambio de paradigma del servicio de Internet

Durante el período de liberalización de las telecomunicaciones (década de los años 90) existió una tendencia a no regular los mercados adyacentes. Los esfuerzos regulatorios se concentraron en regular a la “voz fija” y en menor medida a la “voz móvil”. Internet era un servicio de muy baja penetración y su impacto en la economía era poco entendido. Prácticamente todos los países optaron por declararlo un servicio de valor agregado, sujeto a poca regulación. Al haber quedado cimentada esta definición, se ha tenido mucha dificultad en incluir a Internet dentro de los marcos regulatorios vigentes. El sector se ha desarrollado mucho más de acuerdo al “mercado” que a imposiciones y distorsiones regulatorias. Sin embargo, esto no ha permitido generar eficiencias que el mercado sin intervención no ha podido hacer que existan.

A pesar de que el servicio de Internet continúa siendo tratado regulatoriamente como un “servicio de valor agregado”, Internet (banda ancha) está empezando a ser considerado un servicio esencial. En México, por ejemplo, fue declarado en junio de 2013 un derecho constitucional, que, por estar enmarcado en el capítulo de los derechos humanos, es ya considerado como tal.

El concepto de derecho a Internet, reconocido explícitamente o a través de la creación de planes de banda ancha que ha permeado la región (Colombia, Ecuador, Costa Rica, Brasil, Argentina, entre otros), justifica una mayor intervención y un cambio en las reglas y obligaciones de los participantes en el mercado. Este cambio de paradigma permite un cambio en la definición del servicio y, por lo tanto, en su regulación. Se sobreentiende que no es posible garantizar un derecho si no existe algún tipo de intervención. La tendencia que se está observando es al desarrollo de políticas públicas y de regulación

enfocadas en que la población tenga acceso universal a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), conllevando un cambio filosófico de actuación del Estado.

5.4.2. Regulación de dominancia

Todos los mercados en América Latina tienen empresas dominantes; es un legado histórico, consecuencia de los marcos regulatorios adoptados y los modelos de privatización que fueron implementados hace dos décadas, bajo el supuesto de que era necesario crear barreras a la entrada para promover la inversión y eliminar los rezagos que existían en la oferta. Como se mencionó anteriormente, estas empresas tienden a considerar a los IXP como antagónicos a su negocio y, por lo tanto, son competidores indirectos de estas empresas.

Después de que todos los esfuerzos por incrementar la competencia en redes fijas no dieron el fruto esperado en prácticamente ningún país, la región recientemente ha adoptado los conceptos relativos a poder sustancial de mercado y la regulación asimétrica que busca reducirlo. Estos conceptos, a pesar de no ser novedosos, han comenzado a aplicarse recientemente, en mayor o menor medida, en varios de los mercados. En Brasil se emitió en 2012 el Plan General de Metas de Competencia (Plano Geral de Metas de Competição, PGMCM); en él se establecen reglas de aplicación general para empresas que tienen presencia importante en diversos mercados (geográficos y por servicio). En Colombia se estableció regulación de dominancia en 2009 a la empresa móvil con mayor participación de mercado (Comcel, ahora Claro); asimismo, ese año se establecieron criterios generales y condiciones para determinar mercados relevantes y para la existencia de posición dominante⁴. Los estudios referentes al mercado relevante de Internet comenzaron a ser publicados dos años después⁵. En México, después de varios intentos, la ahora extinta Comisión Federal de Competencia⁶ declaró dominantes a varias empresas; la regulación asimétrica pertinente está siendo preparada por el nuevo órgano regulador de las telecomunicaciones (Instituto Federal de Telecomunicaciones).

Se está desarrollando a nivel regional vasta experiencia en regulación de dominancia y regulación asimétrica. Aunque siempre había existido esta palanca regulatoria, ahora se cuenta con casos prácticos en la materia, muchos aplicados a diferentes subsidiarias de las mismas empresas. Su utilización podrá permitir eliminar un cuello de botella importante para el desarrollo de la infraestructura de interconexión en la región.

5.4.3. Migración a las plataformas móviles

La telefonía móvil se ha incorporado como la plataforma preferencial de acceso a Internet. Prácticamente todos los estudios sobre el tema apuntan a que esta será la plataforma de universalización del servicio, muy similar a como lo fue en la universalización del

4. Resolución CRT 2058 del 2009, "Por la cual se establecen los criterios y las condiciones para determinar mercados relevantes y para la existencia de posición dominante en dichos mercados y se dictan otras disposiciones".

5. Documento titulado "Revisión del mercado relevante de datos y acceso a Internet", publicado por la CRC en 2011.

6. La CFC está siendo transformada en la Comisión Federal de Competencia Económica (CFCE), un órgano constitucional autónomo. Sin embargo, todas las atribuciones de competencia económica relativas al sector de telecomunicaciones fueron transferidas al Instituto Federal de Telecomunicaciones, también un órgano constitucional autónomo que será el sucesor de la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

servicio de voz. Sin embargo, aunque será la plataforma universal de acceso, no será la plataforma que genere la mayor cantidad de tráfico (ver capítulo 4).

Para un uso más eficiente del espectro, que es un bien escaso, el *off loading* del tráfico móvil a redes fijas es una tendencia generalizada. Para evitar congestionar innecesariamente las redes móviles es necesario disminuir la latencia, lo que crea incentivos a hacer la interconexión más eficiente, aun para las empresas con posiciones dominantes.

Dado este cambio, es probable que el mercado sin intervención lleve a que se desarrolle la infraestructura de IXP en el largo plazo. Sin embargo, acelerar regulatoriamente el despliegue permite no solo generar eficiencias en el mercado en el corto plazo, sino también alcanzar más rápido el objetivo de aumentar aceleradamente el acceso, cumpliendo así con garantizar lo que algunos países consideran ya un derecho fundamental.

5.4.4. Importancia de las TIC en la seguridad nacional

El servicio de voz siempre fue reconocido como elemento básico de la seguridad nacional. El papel de Internet y los servicios de datos eran considerados, en este respecto, secundarios. Sin embargo, hoy es reconocido que es necesario contar con infraestructura propia, que sea posible funcionar de manera independiente de las redes internacionales, y que permita salvaguardar la información transmitida. Este tema fue una parte importante de las discusiones en la Conferencia Mundial de Telecomunicaciones Internacionales (CMTI) de la UIT en Dubái en diciembre de 2012. La protección de las redes y la información transportada se han convertido en cuestiones importantes en las agendas de soberanía nacional.

Los conceptos de “soberanía nacional” y “seguridad nacional” son herramientas importantes para justificar intervenciones puntuales en el desarrollo de los mercados. Bajo estos conceptos, algunas de las cuestiones económicas pasan a segundo término, ya que resulta difícil (y en ocasiones imposible) realizar estudios de costo-beneficio. Una red de IXP, con varias rutas alternas, promueve la integridad de la red y solventa preocupaciones latentes de seguridad nacional, principalmente el que el tráfico necesariamente tenga que salir de los territorios nacionales.

5.5. PROPUESTA DE MODELO REGULATORIO Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AMÉRICA LATINA

Utilizando el marco de referencia anterior, así como los estudios de las tendencias internacionales y de evolución de tráfico, se derivan ocho recomendaciones específicas de aplicación nacional que podrán promover el desarrollo de IXP en América Latina; también se enlistan algunas recomendaciones que podrían emanar de organismos internacionales. Finalmente, existen acciones no ligadas directamente al sector, pero que podrían tener un impacto indirecto en su desarrollo.

De las ocho recomendaciones específicas⁷, la primera se relaciona con la existencia y disponibilidad de información; tres recomendaciones son de aplicación general con el objetivo de promover indirectamente la existencia de IXP; dos más son de corte intrusivo, incentivando la existencia de IXP a través de obligaciones regulatorias; y las últimas dos están relacionadas con los planes de inclusión digital. Estas recomendaciones se describen a continuación.

5.5.1. Disponibilidad y transparencia de información

La existencia de información lleva a que los mercados funcionen más eficientemente. Se recomienda publicar de manera periódica el estado de la interconexión, empleando “indicadores de rendimiento”. Entre estos indicadores deberán incluirse los siguientes:

- Tipos de acuerdos que existen (multilaterales, bilaterales, para tránsito nacional, para tránsito internacional).
- Neutralidad de la interconexión.
- Existencia de restricciones discriminatorias a la interconexión o participación de ISP en puntos de interconexión.
- Aplicación de políticas de filtrado o discriminación entre ISP.
- Precios (especialmente, grado de orientación a costos).
- Condicionamiento de la contratación del acceso hasta el punto de interconexión.
- Distancia a los puntos de interconexión.
- Oferta de servicios de colocalización en el punto de interconexión.
- Cercanía del punto de interconexión a puntos de presencia de los *carriers* y los ISP.
- Estadísticas de tráfico desagregadas.

La publicación de esta información promueve decisiones informadas y genera incentivos para la promoción de los IXP, especialmente cuando existe la necesidad de una mayor intervención en caso de una evolución negativa de estos indicadores a lo largo del tiempo.

5.5.2. Modificación de la definición de Internet

En aquellos países en los que el Internet sea todavía considerado un “servicio de valor agregado” y esta definición dificulte aplicar medidas regulatorias tendientes a hacer más eficiente el mercado, deberá considerarse modificar la definición, de tal manera que los entes regulatorios puedan ejercer eficazmente las palancas que tienen a su disposición.

5.5.3. Estándares mínimos de calidad de servicio (QoS)

Estándares de calidad de servicio tienen efectos a lo largo de toda la cadena de prestación. En varios países existe regulación de calidad de servicio, pero en general son conjuntos de indicadores diferentes, lo que imposibilita los comparativos entre países. Sería recomendable contar a nivel regional con un conjunto reducido de indicadores, parámetros y estándares mínimos de servicio, así como normas técnicas de QoS. Solo

7. Las recomendaciones 4.4.1 y 4.4.4 son una adaptación de de León, Omar. (2012). “Desarrollo de la conectividad nacional y regional en América Latina”. CEPAL. Documento de proyecto.

con la existencia del hecho de poder realizar comparaciones, se genera un incentivo de mejoría a todos los agentes involucrados, tanto empresas como autoridades.

Además podrían establecerse mecanismos de vigilancia de estos parámetros a nivel internacional para evitar, o al menos disminuir, la pérdida de paquetes debido a la interconexión. En específico, una regulación de QoS que exija una disminución en la latencia solo puede ser resuelta con una interconexión más eficiente, lo que necesariamente promovería el desarrollo de infraestructura de IXP.

5.5.4. No regular excesivamente a los IXP

Como la regulación genera costos a la industria, disminuye el atractivo del mercado. Por lo tanto, debe evitarse imponer cargas regulatorias excesivas a los IXP. Específicamente no deben imponerse barreras de licenciamiento innecesarias, ya que actúan como barreras de entrada.

5.5.5. Obligación de interconexión

Así como durante la apertura de los sectores de telecomunicaciones de cada uno de los países en la década de los noventa la regulación obligó a la interconexión de las redes de voz, para permitir la entrada de la competencia y la realización de las externalidades de red, la interconexión (directa o indirecta) de las redes de datos debería ser obligatoria. Para evitar el *tromboning* debería agregarse la condición de que la interconexión se diera a nivel nacional. Las reglas de interconexión deben garantizar la neutralidad, la no discriminación y la transparencia. Es importante destacar, sin embargo, el hecho de que este tipo de obligaciones incentiva, pero no garantiza, la existencia de IXP.

5.5.6. Regulación de insumos esenciales y de dominancia

Por un lado, debe evaluarse el grado de esencialidad que tiene la interconexión para la prestación del servicio de Internet. Debe responderse a la pregunta de si la alternativa existente es un sustituto altamente imperfecto debido al impacto en costos o en calidad, lo que llevaría a concluir que la interconexión es un insumo esencial. En caso de considerarse como tal, es conveniente aplicar medidas regulatorias asimétricas, permitiendo así el acceso no discriminatorio a todos los agentes que lo requieran para competir en el mercado.

Por otro lado, es necesario, a través de técnicas de análisis estándar de competencia, definiendo mercados relevantes, determinar si existen agentes dominantes empleando prácticas monopólicas. Para el desarrollo de infraestructura de IXP son tres los principales mercados que deben estudiarse: la interconexión, los enlaces y el transporte (nacional e internacional). En caso de que exista evidencia de prácticas monopólicas, es recomendable establecer regulaciones específicas de dominancia, tanto para redes fijas como para redes móviles, así como para las redes fijas que les dan soporte (especialmente las redes de transporte). Entre las reglas con mayor impacto se tiene la obligación de interconectarse en un IXP, que de preferencia debe ser neutro, así como la obligación de celebrar acuerdos de *peering* multilaterales.

5.5.7. Adecuaciones a los planes de banda ancha

A pesar de que en la actualidad prácticamente todos los países en la región cuentan con planes nacionales de banda ancha, son pocos los que explícitamente consideran a la infraestructura de interconexión como fundamental para el cumplimiento de sus objetivos. Es recomendable incluir en dichos planes la necesidad de promover la existencia de IXP y formalizar, si se considera adecuado, las fuentes de financiamiento público para la promoción de esta infraestructura.

5.5.8. IXP como parte de la infraestructura de transmisión

Varios países están financiando la infraestructura de transmisión a nivel nacional por fibra óptica (*backbone*) como parte de las iniciativas de inclusión digital. Los despliegues tienen un alto grado de capilaridad, inclusive en regiones donde no existe atractivo económico. México, Brasil, Perú y Colombia son ejemplos de esfuerzos de este tipo.

Los IXP deberían ser considerados como parte de la infraestructura conexa indispensable en las iniciativas de despliegue de redes de fibra óptica. Esta infraestructura debería promoverse de manera simultánea, ya que estas redes podrían potencialmente quedar “marginadas” y subutilizadas si no existe una infraestructura de interconexión adecuada.

5.5.9. Recomendaciones de alcance regional

Los efectos de las posibles medidas de aplicación nacional descritas anteriormente podrían magnificarse a través de la actuación de los organismos internacionales. Podrían convertirse en recomendaciones internacionales de organismos como la CEPAL, la CITEL, e inclusive la UIT, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la *International Finance Corporation* (IFC) del Banco Mundial, el Banco Mundial y CAF banco de desarrollo de América Latina. A pesar de que este tipo de recomendaciones no son vinculantes, permiten contar con un argumento adicional a los factores identificados – esencialidad, fallas de mercado, migración a plataformas móviles y seguridad y soberanía nacional – para una adopción más acelerada.

Asimismo, la implementación de estas medidas puede convertirse en una condición necesaria para el financiamiento de esta infraestructura u otra infraestructura conexa (por ejemplo, redes de transporte) por parte de la banca de desarrollo. Estas instituciones, en su papel de fuentes de financiamiento como motivadores del cambio, pueden promover la adopción de mejores prácticas.

Por último, estos organismos podrían generar presión para la adopción de estas medidas a través de la publicación de comparativos regionales que evalúen, país por país, el estado de cada uno de estos puntos y las estadísticas principales del mercado de Internet relacionadas, tal y como se hace con otros servicios esenciales como el agua y la electricidad por organismos internacionales como la ONU y el Banco Mundial. Estas estadísticas fácilmente pueden convertirse en un *ranking* de los países, lo que genera presión entre iguales. Todas las palancas enlistadas son accionables por cada uno de los países, por lo que se incentiva la dimensión de cumplimiento voluntario, a pesar de que

no sean medidas vinculantes. Estos comparativos podrían ser realizados por alguno de los organismos regionales (por ejemplo, la CEPAL) o inclusive, alguno de los organismos de financiamiento (como CAF).

5.5.10. Medidas con impacto indirecto

Existen algunas medidas de corte poco intrusivo y de fácil implementación, algunas de ellas no ligadas directamente al sector de IXP, que pueden impactar de manera importante el desarrollo de este tipo de infraestructura.

- **Servidores espejo:** Para disminuir la distancia recorrida por los flujos de tráfico, puede promoverse la existencia de servidores espejo (*caching*). La ecuación de costo beneficio no ha conseguido hacer que existan más servidores de este tipo en la región, a pesar del costo internacional del transporte.
- **Redes de educación e investigación:** Para conseguir masa crítica, la inclusión de las redes de educación e investigación (RNEI) es recomendada en cualquier estrategia de desarrollo de infraestructura de IXP. Las RNEI pueden funcionar como clientes ancla (*core tenants*).
- **CERT y CSIRT:** Por cuestiones de seguridad y para ayudar a la masa crítica es recomendable incluir en los IXP los centros dedicados a formar equipos de respuesta a incidencias y ataques a computadoras. Los principales son el CERT (*Computer Emergency Readiness Team*) y el CSIRT (*Computer Security Incident Response Team*).
- **Desarrollo de contenidos gubernamentales:** Prácticamente todos los países tienen estrategias de desarrollo de contenidos gubernamentales, ya sea centralizada o descentralizada. Los gobiernos podrían ser motores de la existencia de IXP si colocaran sus contenidos en servidores cercanos a los IXP.
- **Acompañamiento del mercado de generadores de datos:** Existen muchos agentes, tales como empresas pequeñas o medianas, instituciones académicas y organismos de gobierno, que generan grandes cantidades de información y datos. Podrían establecerse mecanismos gubernamentales o supragubernamentales que dieran acompañamiento a estos agentes. Podrían ser proveedores potenciales de contenidos y constituir sus propios IXP en sus localidades. Brasil ya ha comenzado a aplicar una política en esta línea.
- **Comercio:** La promoción de la migración del comercio no electrónico al comercio electrónico tiene un impacto importante en el flujo de tráfico y por lo tanto en la necesidad de infraestructura de interconexión.

5.6. PROPUESTA ESPECÍFICA DE MODELO REGULATORIO Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARA COLOMBIA

En el caso de Colombia las recomendaciones a nivel regional se traducen en algunas acciones de corto plazo.

- **Definición de Internet:** La regulación colombiana identifica como figura a “los proveedores de servicio de acceso a Internet”, a los que aplica regulación específica. El marco regulatorio no parece requerir un ajuste en la definición, ya que quedó sobre-

pasada con la publicación en 2009 de la Ley 1341 (Ley TIC). Los artículos 4, inciso 9 y 22, inciso 3 de la Ley TIC dan suficiente margen para poder regular la interconexión de redes de Internet.

- **Despliegue asociado a la infraestructura de transmisión:** El Plan Vive Digital contempla la construcción de redes troncales con cobertura universal. El despliegue de IXP debería estar vinculado a las iniciativas de despliegue de estas redes. Podría incluirse como obligación específica para la cual pueden ser utilizados fondos públicos, ya que formaría parte de un ambicioso plan de inclusión digital.
- **Regulación en caso de desastres naturales:** Podría garantizarse que el regulador debería poder asumir el control de la infraestructura de IXP en caso de desastres naturales.
- **Regulación de dominancia:** Por los beneficios generados por la interconexión y la falta de incentivos ligados a posiciones relativas de dominancia, debería emitirse regulación específica al respecto. La CRC tiene las herramientas precisas para hacerlo (específicamente, los artículos 4, 20 y 50 de la Ley TIC). A diferencia de la mayoría de los mercados latinoamericanos, Colombia no tiene una única empresa fija de telecomunicaciones locales prestando servicio en todo el territorio nacional; sí existe una empresa con red troncal nacional (Telecom/Telefónica). Una declaratoria de dominancia debería pasar por la definición de los mercados relevantes, incluyendo servicio y geografía, la verificación de que la empresa es dominante y que la empresa actúa con prácticas monopólicas. Dada la estructura del mercado, sería necesario definir mercados relevantes sub-nacionales en los que pueda verificarse que las acciones de las empresas (las locales o la nacional) actúan de manera a desincentivar la existencia de puntos de interconexión en ciertos lugares geográficos. Los mercados relevantes estarán asociados no solo a la interconexión sino también al transporte. Es posible que sea necesario revisar la Resolución CRT 2058 de 2009, ya que el mercado de transporte internacional no forma parte de los mercados relevantes definidos. Es recomendable incluir en las regulaciones de dominancia, si existen agentes declarados como tal, la obligación de interconexión en IXP locales.
- **Obligación de interconectarse:** La mayor parte del impacto de la interconexión se logra teniendo a la mayor (o mayores) empresa de telecomunicaciones interconectada en el IXP. Sin embargo, estas empresas no tienen incentivos económicos para hacerlo. Para las empresas pequeñas los incentivos existen y por lo general no es necesario obligarlas. Dado lo anterior, podrían adoptarse dos vertientes regulatorias. Por un lado, con la existencia de un IXP todas las empresas podrían estar obligadas a interconectarse en ese punto. Por otro, las mayores empresas (definidas a partir de tener un tamaño mínimo) podrían ser las únicas obligadas a interconectarse a un IXP; es un caso general de la regulación de dominancia y, por lo tanto, más fácil de implementar, ya que no requiere pasar por una declaratoria de dominancia. La justificación se basa en los cambios estructurales que se mencionaron en la sección 4.3 y el derrame que el sector tiene en el resto de la economía.

- **Esencialidad de los IXP:** En estricto sentido, un IXP nacional no es infraestructura esencial, ya que existen alternativas y sustitutos que permiten operar y prestar un servicio similar; esto depende del costo y la calidad de las alternativas. Sin embargo, dado el impacto que un IXP tiene en estas dos variables, puede argumentarse que un punto de interconexión es un recurso esencial para la eficiente prestación del servicio y genera importantes externalidades, tanto sociales como económicas. La obligación a la interconexión en puntos de esta naturaleza entonces está plenamente justificada por la esencialidad del IXP y el derrame del sector.

De manera amplia, el gobierno colombiano tiene tres conjuntos de opciones para promover el desarrollo de IXP:

- **IXP integrado:** Puede vincularse societaria y financieramente la construcción del IXP a alguna empresa ya existente, caso específico, a las empresas dueñas de la infraestructura de transmisión (por ejemplo, Azteca, Telecom/Telefónica, Internexa, Claro/Telmex). Esta opción es de sencilla implementación, pero la experiencia internacional demuestra que no es recomendable, ya que no se cumple con la regla de neutralidad, aun existiendo reglas específicas que busquen mitigar este efecto.
- **IXP no integrado:** Puede crearse una entidad independiente con el fin de actuar como IXP. De preferencia, debería estar concesionado a un ente privado, aunque podría recibir recursos públicos. Es la solución más neutra, pero requiere de acciones proactivas por parte de las autoridades: es necesario crear la entidad y publicar reglas generales de obligación de interconexión de las empresas en el mercado.
- **Fortalecimiento de algún actor:** Podría negociarse con algún agente del sector privado (como NAP Colombia) para que asumiera el despliegue de infraestructura robusta de IXP. Este ente deberá expandir la infraestructura de interconexión dentro y fuera de Bogotá. El desarrollo tímido de NAP Colombia demuestra que es necesario un apoyo por parte de las autoridades (por ejemplo, recursos financieros, cambios en las reglas). Es de fácil implementación, pero implica escoger algún participante en el mercado, fortalecerlo y tener reglas claras de neutralidad.

5.7. PROPUESTA ESPECÍFICA DE MODELO REGULATORIO Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARA MÉXICO

México se encuentra en un momento de cambio en su sector de telecomunicaciones. Fue promulgada una reforma constitucional en junio de 2013 basada en dos grandes pilares. La reforma conlleva cambios institucionales sin precedente en México, ya que se creó un órgano constitucional autónomo para regular entes privados y se ha estipulado una revisión exhaustiva de todas las reglas que rigen al sector (leyes y regulaciones). Asimismo, la reforma marca el potencial regreso del Estado a la operación de redes de telecomunicaciones, en especial, redes de transporte y redes de última milla inalámbrica (la banda de 700 MHz).

La reforma manda la expansión de la red de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con el objetivo de alcanzar cobertura universal, así como la construcción de una red mayorista inalámbrica. También se ha facilitado sustancialmente la imposición de reglas de dominancia, en particular con respecto a las empresas dominantes actuales. Está siendo escrita una nueva ley federal de telecomunicaciones y radiodifusión, donde podrán incluirse provisiones que incentiven el desarrollo de IXP.

La reforma abre tres oportunidades para incentivar el despliegue de una red de IXP nacional.

- **Expansión de la red de transporte:** La red de transporte sobre las líneas de alta tensión de la CFE actualmente tiene poco más de 22.000 kilómetros y alrededor de 100 puntos de entrada (“hoteles”). Se planea una expansión a 57 mil kilómetros y cerca de mil hoteles, algunos de menor porte (“minihoteles”). Esta expansión deberá aumentar la cobertura del *backbone* de aproximadamente 50% de la población a 95%⁸. De acuerdo al estudio publicado por la Cofetel, en mayo de 2013, hoy existe presencia de fibra óptica de al menos una empresa en cerca de 70% de la población; solo 50% viven en localidades donde existen dos o más redes. El modelo de gobierno y fuentes de financiamiento para esta expansión aún están siendo definidos (fecha aproximada: fin de 2013), pero parte de los activos y el contrato de concesión de CFE están siendo transferidos a Telecomunicaciones de México (Telecomm–empresa paraestatal que opera la red de telégrafos y los satélites del Estado). Se está pensando en un esquema de asociación público privada, lo que implica que habrá un proceso de licitación en algún momento del proceso. Este hecho supone que será posible incluir provisiones para la existencia de puntos de interconexión. Hay dos posibles alternativas: incluir la red de IXP dentro del contrato de expansión de fibra óptica, o bien exigir que todo hotel y minihotel funja como IXP, lo que llevaría, para efectos prácticos, a que la red pasaría de no tener ningún punto de interconexión a tener aproximadamente mil en cuestión de 2 a 3 años.
- **Declaraciones de dominancia:** La reforma obliga al Instituto Federal de Telecomunicaciones a determinar como “preponderantes” a aquellas empresas que tienen una participación de mercado nacional superior a 50%; los mercados que deben ser analizados necesitan ser definidos. El nuevo órgano tiene hasta aproximadamente marzo de 2014 (seis meses después de que sea creado) para emitir las declaratorias y publicar las reglas. La utilización de la palabra “preponderante” evita que exista conflicto con el término de “dominancia”, que está previamente legislado. Aún no es claro qué mercados relevantes definirá el IFT, pero es altamente probable que Telmex, en telefonía fija, acceso a Internet, enlaces y posiblemente transporte nacional, sea declarada una empresa “preponderante”. En las reglas asimétricas que deberán ser publicadas, el nuevo regulador podrá:
 - Obligar a la interconexión en puntos neutros.
 - Exigir la construcción de puntos de entrada a su red equivalentes a la función de un IXP.

8. Un habitante se considera cubierto si habita a menos de 40 kilómetros de un punto de entrada a la red de fibra óptica.

- Regular los precios y la calidad del transporte y de la interconexión, pudiendo exigir la existencia de acuerdos de *peering* y la reducción o eliminación de tarifas de transporte.

Esta es una oportunidad de una sola vez (ya que en el futuro será necesario pasar por el proceso completo de declaratoria de dominancia) que podrá ayudar a México a resolver aceleradamente el problema de falta de puntos de IXP.

- **Legislación secundaria:** La reforma estipula que para diciembre de 2013 deberá haber sido publicada la nueva ley que regule a los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, pasando así a la implementación del cambio constitucional. La ley deberá ser, en su esencia, de índole convergente, considerando ambos sectores (telecomunicaciones y radiodifusión) como uno solo. Internet ha pasado a ser un “derecho” y un “servicio público”. Esto deberá verse reflejado en la ley como obligaciones generales específicas para las empresas actuantes, así como mayor facilidad de diseñar regulaciones que permitan alcanzar el objetivo. En la nueva ley podrán abordarse temas como:
 - Obligación a la interconexión.
 - Existencia de puntos de interconexión neutros en el territorio nacional.
 - Separación estructural de este tipo de infraestructura de las empresas prestando otros servicios en competencia.
 - Reglas asimétricas generales que se apliquen a agentes cuando se encuadran en condiciones objetivas y medibles (como las utilizadas para determinar “preponderancia”, o bien, las establecidas en el Plan General de Metas de Competencia brasileño).

6.

PROPUESTA DE MODELO TÉCNICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

6.1.
Localización de IXP

6.2.
Jerarquía de interconexión
de Internet

6.3.
Propuesta de valor:
ahorro en costos de tránsito
y reducción de latencia

6.4.
Arquitectura tecnológica
de IXP

PROPUESTA DE MODELO TÉCNICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

Este capítulo presenta las definiciones del modelo técnico y la jerarquía de interconexión entre IXP. Usando como punto de partida la matriz de flujo de tráfico, se comienza identificando la localización de IXP interregionales, nacionales y domésticos. Sobre esta base, se procede a cuantificar el ahorro en costos de tránsito como resultado del despliegue de IXP. La tercera sección contiene las recomendaciones de arquitectura tecnológica y equipamiento requerido por cada tipo de IXP. Esto servirá para cuantificar el capital de inversión inicial requerida. Finalmente, se presenta la topología de redes de interconexión para definir cómo la propuesta de localización de IXP se articula con las redes nacionales e internacionales.

6.1 . LOCALIZACIÓN DE IXP

La determinación de los puntos de localización de IXP está basada en la optimización del flujo interregional y del tráfico doméstico de cada país. En primer lugar se procede a determinar los puntos de localización de IXP que sirven para optimizar el flujo interregional. Estos son puntos de interconexión que contribuyen a la reducción de los costos de tránsito entre países y a la minimización de la latencia. En este sentido, están posicionados como punto de intercambio de tráfico local e interconexión con las redes de Internet en Estados Unidos. Desde el punto de vista del modelo de negocio, estos puntos combinan el negocio de *data center* con el de interconexión. La iniciativa aquí propuesta sería desplegar un negocio que no solo funcione como punto de interconexión, sino que además preste servicios conexos de almacenaje. A estos puntos podrían interconectarse desde grandes *carriers* hasta pequeñas empresas que requieren de poco espacio (tan solo unos *racks*).

En segundo lugar se determinan los puntos de localización de IXP para optimizar el tráfico doméstico. Estos son IXP que permiten la agregación de tráfico desde ciudades secundarias, lo que contribuye a la reducción de los costos de tránsito. Esto es así porque el despliegue de múltiples puntos de interconexión nacionales reduce la proporción de tráfico que debe ser transferido a Estados Unidos o que debe pagar altas tarifas por el uso de redes nacionales. Este concepto sigue los principios de la arquitectura de IXP de los países más avanzados de la región en el tema (Argentina, Brasil), que está estructurada alrededor de un IXP central al que se vinculan IXP regionales. Este modelo también existe en países europeos (p. ej., Alemania).

6.1.1. Localización de IXP interregionales

La determinación de localización de IXP interregionales fue estructurada con base en dos análisis. En primer lugar se determinan las comunidades de interés (o clústeres de tráfico) que se beneficiarían del despliegue de un IXP que permita optimizar el intercambio de tráfico dentro de dicha comunidad sin tener que recurrir a un punto de interconexión en el exterior de la misma. Para ello, se recurre a la matriz de tráfico presentada en el capítulo 4, la que permite identificar cuáles son los países más importantes con los que cada nación intercambia tráfico de Internet.

Un vez definidas las fronteras de las comunidades de interés, se identifica el punto óptimo dentro del clúster para localizar el IXP. La selección del punto a localizar el centro de interconexión dentro del *clúster* es hecho basándose en variables regulatorias, geopolíticas, tecnológicas y económicas.

El punto de partida para la determinación de las comunidades de interés también es la matriz de tráfico internacional presentada en el capítulo 4. Para ello, se usará la matriz proyectada al año 2017 dado que la localización debe estar basada en el análisis prospectivo de tráfico (ver Cuadro 6.1).

Cuadro 6.1.

Matriz de tráfico mensual 2017
(en PB)

		Tráfico Saliente																		
		Argentina		Brasil		Chile		Colombia		México		Panamá		Perú		Venezuela		Total		
		PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	PB	%	
Tráfico entrante	Argentina	PB	-	-	167	8	15	5	4	2	6	1	-	-	6	5	0	0	198	4
		%	-	-	85		7		2		3		-	-	3		0		100	
	Brasil	PB	36	13	-	-	12	4	5	2	7	1	0	0	4	3	1	1	66	1
		%	55		-	-	19		8		11		0		6		2		100	
	Chile	PB	19	7	50	2	-	-	6	2	3	0	0	0	8	7	0	0	87	2
		%	22		57		-	-	7		4		0		9		0		100	
	Colombia	PB	6	2	24	1	5	2	-	-	13	1	5	11	3	3	12	11	69	2
		%	8		35		7		-	-	19		7		5		18		100	
	México	PB	4	1	38	2	6	2	8	3	-	-	1	2	2	1	1	1	59	1
		%	6		64		10		14		-	-	1		3		2		100	
	Panamá	PB	-	-	-	-	0	0	8	3	2	0	-	-	1	1	1	1	11	0
		%	-	-	-	-	2		70		14		-	-	6		8		100	
	Perú	PB	17	6	23	1	11	4	7	3	2	0	0	0	-	-	1	1	61	1
		%	28		38		18		11		3		0		-	-	2		100	
	Venezuela	PB	5	2	25	1	2	1	17	7	3	0	1	3	3	2	-	-	55	1
		%	8		45		4		30		5		3		5		-	-	100	
	Estados Unidos y otros países	PB	198	70	1.869	85	253	83	182	77	1.104	97	37	84	98	79	95	85	3.837	86
		%	5		49		7		5		29		1		3		2		100	
Total	PB	284	100	2.195	100	305	100	238	100	1.140	100	44	100	124	100	112	100	4.442	100	
	%	6		49		7		5		26		1		3		3		100		

Fuente: Analistas TAS.

El análisis de las matrices para la determinación de comunidades de interés considera el porcentaje de destino del tráfico saliente de cada país, identificando los cuatro países más importantes, excluyendo el destino "otros países" (que incluye a Estados Unidos).

Por ejemplo, en el caso de Colombia, los cuatro países más importantes a donde se dirige el tráfico de Internet son Venezuela, México, Panamá y Perú. En el caso del Cono Sur, los tres países más importantes a donde se dirige el tráfico de Internet saliente de Argentina son Brasil, Chile, y Perú. Al identificar los países de destino más importantes, se determinan dos comunidades de interés (clústeres): Andina/Centroamérica/Norteamérica y Cono Sur, interconectadas por Perú (ver Cuadro 6.2).

Cuadro 6.2.
América Latina: Porcentaje de tráfico de Internet saliente (2017)

	Tráfico saliente							
	México	Panamá	Colombia	Venezuela	Perú	Chile	Argentina	Brasil
México		1,6%	3,4%	0,8%	1,5%	2,0%	1,2%	1,7%
Panamá	0,1%		3,4%	0,8%	0,5%	0,1%	0,0%	0,0%
Colombia	1,1%	11,1%		11,0%	2,8%	1,7%	2,0%	1,1%
Venezuela	0,2%	3,1%	7,0%		2,1%	0,8%	1,6	1,1%
Perú	0,2%	0,1%	2,8%	1,0%		3,6%	6,0%	1,0%
Chile	0,3%	0,4%	2,5%	0,1%	6,6%		6,8%	2,3%
Argentina	0,5%	0,0%	1,9%	0,0%	4,7%	4,8%		7,6
Brasil	0,6%	0,1%	2,2%	1,3%	3,0%	4,1%	12,7%	
Otros países	97%	84%	77%	85%	79%	83%	70%	85%
	Andina/Centroamérica			Punto de interconexión		Cono Sur		

Fuente: Analistas TAS.

De acuerdo a la matriz del Cuadro 6.2, el *clúster* Andino/Centroamérica/Norteamérica comprende México, Colombia, Venezuela, Panamá (así como los países no incluidos en la matriz de tráfico, pero que tienen un ensamblamiento lógico con los países anteriormente mencionados: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, y Ecuador). Perú representa el punto de conexión entre ambos *clústers*.

Determinadas las comunidades de interés, se procede a identificar el punto más conveniente para localizar al IXP encargado de interconectar el tráfico interregional. Para ello, se asigna un índice de atractividad a cada uno de los países que componen el *clúster*. El índice está calculado con base en una fórmula que incluye cinco variables (ver Cuadro 6.3).

El primer paso para determinar la localización del IXP interregional de la comunidad Andina/Centroamérica/Norteamérica es compilar los datos brutos correspondientes a cada uno de los componentes del índice de localización (ver Cuadro 6.4).

Una vez compilados los datos brutos, estos son normalizados, lo que permite calcular el índice de localización (Cuadro 6.5). Para la normalización se le resta a cada variable el mínimo de la misma para todos los países analizados, y posteriormente se divide por la diferencia entre el mínimo y el máximo de esa variable. De este modo, y a través de la normalización para cada valor, se obtiene un valor entre 0 y 10. Por último se realiza un promedio simple (ponderando de igual manera a cada variable) para obtener el índice de atractivo total.

Indicador	Índice	Fuente	Metodología
Atractivo del marco regulatorio	Índice Herfindahl-Hirschman (3T12) del mercado de Banda Ancha Fija como proxy de competencia	Calculado sobre la base de información de Convergencia Latina	Cuanto más bajo es el índice, más alto el nivel de competencia y, por lo tanto, más atractivo es el marco regulatorio
Neutralidad geopolítica	Enabling Trade Index	World Economic Forum	Indicador de apertura comercial y a la inversión extranjera
Conectividad de redes	Número de cables submarinos y puntos de presencia de redes de fibra óptica terrestres	Submarine Cable Almanac	Cuanto mayor el número de redes, mayor es la disponibilidad de conectividad física
Costo energético	Costo por kWh (en centavos de USD)	Energy International Statistics Database	Cuanto más bajo el costo energético, menor es el impacto en OPEX
Costos de tránsito	Precio por Mbps desde la capital del país considerado hasta Miami	Telegeography, entrevistas (y estimaciones de TAS)	Cuanto más bajo el costo promedio de tránsito internacional, más bajo es el impacto en OPEX
Aranceles de adquisición	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico	Import duty and electronic test equipment calculator	Cuanto más bajos los aranceles de adquisición, más reducido es el CAPEX

Fuente: Analistas TAS.

País	Atractivo del marco regulatorio (HHI B.A.F) *	Neutralidad geopolítica (Enabling Trade Index)**	Conectividad de redes (# cables sub. y terrestres)	Costo energético (USD kWh)	Costos de tránsito (USD Mbps)	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico
México	3.817	4,08	9**	0,126	16,00	26%
Panamá	4.400	4,16	8	0,144	65,00 (**)	12 %
Colombia	2.337	3,78	8	0,125	100,00	26%
Venezuela	6.973	2,95	6	0,025(*)	80,00 (**)	27%

(*) NOTA: El costo energético en Venezuela está altamente subsidiado.

** Incluye solo los cables que conectan a México con la región

Fuente: Compilado por TAS.

País	Atractivo del marco regulatorio (HHI B.A.F) *	Neutralidad geopolítica (Enabling Trade Index)**	Conectividad de redes (# cables sub. y terrestres)	Costo energético (USD/ Cents/ kWh)	Costos de Tránsito (USD/Mbps)	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico	Atractivo total
México	6,49	5,21	6,00	1,58	10,00	3,91	5,53
Panamá	5,29	5,58	4,00	0,08	3,57	10,00	4,75
Colombia	9,53	3,82	4,00	1,67	0,00	3,91	3,82
Venezuela	0,00	0,00	0,00	10,00	2,38	3,48	2,25

Fuente: Compilado por TAS.

Cuadro 6.3.

Índice compuesto de localización de IXP interregional

Cuadro 6.4.

Clúster Andino/Centroamérica/Norteamérica

Cuadro 6.5.

Clúster Andino/Centroamérica/Norteamérica: Índice de localización de IXP

El índice determina que el país más atractivo del *clúster* Andino / Centroamericano / Norteamericano para la localización del IXP interregional es México, con un índice de localización de 5,72, seguido por Panamá con un índice de 5,38. Sin embargo, la ventaja marginal de México respecto de Panamá se ve ampliamente neutralizada, dado que los costos de transporte doméstico para los enlaces de IXP intra-país (Mérida-México, DF,

Ciudad Juárez-Monterrey, etc.) son significativamente altos, lo que encarece los costos totales de tránsito mexicanos¹.

El mismo análisis fue hecho para determinar la localización del IXP interregional del Cono Sur (ver Cuadro 6.6).

Una vez compilados los datos brutos, estos fueron normalizados, lo que permite calcular el índice de localización del IXP interregional para el Cono Sur (Cuadro 6.7).

En el *clúster* Cono Sur Brasil resulta la ubicación óptima para el IXP interregional.

Respecto a Perú, su localización está determinada por su posición como punto de interconexión de flujos de tráfico entre el Cono Sur y el *clúster* Andino / Centroamérica / Norteamérica. De todas maneras, su posición en términos del índice de localización es también ventajosa (ver Cuadro 6.8).

1. Si bien se carece de información completa de precios para adquirir capacidad doméstica en México, la estructura del mercado (una o dos empresas, excepto en los principales centros) y la distancia permite estimar que cualquier diferencia en favor de México en tránsito internacional se ve erosionada por los costos internos.

Cuadro 6.6.
Clúster Cono Sur

País	Atractivo del marco regulatorio (HHI B.A.F) *	Neutralidad geopolítica (Enabling Trade Index)**	Conectividad de redes (# cables sub. y terrestres)	Costo energético (kWh)	Costos de Transito (Mbps)	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico
Chile	3,195	5,12	6	0,145	38,00	25%
Argentina	2,301	3,68	7	0,049 (*)	38,00	35 %
Brasil	2,108	3,79	11**	0,120	42,00	32%

(*) NOTA: El costo energético en Argentina, aun para el consumo empresarial, está subsidiado.

** No incluye los cables que conectan a Brasil con África (Wasace,SACs, SAEX)

Fuente: *Compilado por TAS.*

Cuadro 6.7.
Clúster Cono Sur:
Índice de localización de IXP

País	Atractivo del marco regulatorio (HHI B.A.F) *	Neutralidad geopolítica (Enabling Trade Index)**	Conectividad de redes (# cables sub. y terrestres)	Costo energético (kWh)	Costos de Transito (Mbps)	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico	Atractivo total
Chile	7,77	10,00	0,00	0,00	7,38	4,35	4,92
Argentina	9,60	3,36	2,00	8,00	7,38	5,34	5,06
Brasil	10,00	3,87	10,00	2,08	6,90	5,45	5,69

Fuente: *Compilado por TAS.*

Cuadro 6.8.
Posición relativa de Perú en términos del índice de localización

País	Atractivo del marco regulatorio (HHI B.A.F)	Neutralidad geopolítica (Enabling Trade Index)	Conectividad de redes (# cables sub. y terrestres)	Costo energético (kWh)	Costos de Transito (Mbps)	Costo de importación e IVA de equipamiento electrónico	Atractivo total
Perú	8.000	4,31	9	0,134	100,00	16%	
Perú	0,00	6,27	7,14	0,92	0,00	8,26	3,76
normalizado							
Posición en Andino / Centro/Norteamérica				3			
Posición en Cono Sur				4			

Fuente: *Compilado por TAS.*

Este análisis permite identificar los tres puntos de localización de IXP interregionales (ver Cuadro 6.9).

IXP interregional	Conectividad	Justificación
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • América Central: Costa Rica, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Belice • Colombia • Venezuela 	<ul style="list-style-type: none"> • Marco regulatorio: Favorable, aunque índice de competitividad moderado • Neutralidad geopolítica: Índice de Viabilidad de comercio exterior más alto de la región • Conectividad: Número más alto de cables submarinos y redes terrestres (México) • Costo energético: Más alto de la región, lo que crea un impedimento • Costo de importación de equipamiento: Tasa de importación para productos electrónicos más baja de la región
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Interconexión con IXP domésticos brasileños • Interconexión con Uruguay, Argentina, Paraguay y Chile 	<ul style="list-style-type: none"> • Marco regulatorio: marco regulatorio más favorable • Neutralidad geopolítica: Índice de Viabilidad de comercio exterior moderado • Conectividad: Número más alto de cables submarinos y redes terrestres • Costo energético: Más bajo dado que el costo Argentino está subsidiado (y no debería ser considerado para la inversión privada) • Costo de importación de equipamiento: Tasa de importación para productos electrónicos más alta de la región (aunque en proceso de revisión debido a la desaceleración económica reciente)
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Argentina • Colombia • Bolivia • Chile • Ecuador 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercer punto de destino de tráfico con Colombia y Argentina • Segundo punto de destino de tráfico con Chile • Conectividad: Inminente despliegue de red dorsal con conectividad regional terrestre • Conectividad a tres cables submarinos

Cuadro 6.9.

Diagrama de IXP

Nota: El IXP de México es independiente, dado que el 97% del tráfico de este país es con Estados Unidos. Por otra parte, el análisis de costos de tránsito de enlazar los IXP de México con Panamá es mucho más alto que los necesarios para interconectarse con centros en Estados Unidos.

Fuente: Análisis TAS.

El primer IXP interregional estaría localizado en Ciudad de Panamá. Panamá es un punto de presencia para seis cables submarinos (PAN-AM, SAC-LAN, PAC, Arcos, Maya-1, PCCS). Al mismo tiempo, desde el punto de vista geopolítico, Panamá tiene la posibilidad de presentar un ámbito neutral que garantiza un atractivo para la mayoría de los países de la región. En la actualidad existe un acuerdo informal entre ISP locales (Intered), pese a que este no consta de organización o membresía. Recientemente esta entidad fue abordada por el NAP de las Américas para un acuerdo de asociación por el cual Terremark planearía expandirse a Panamá, aunque el acuerdo fue rechazado por la presunta inversión requerida. El IXP interregional de Panamá actuaría como nodo central, al que se vincularían los IXP existentes o futuros en países de América Central (ver Cuadro 6.10).

Figura 6.10.
Situación de IXP
en América Central

País	Situación
Belice	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Telecomunicaciones y el Reglamento de Interconexión representan el marco regulatorio para su implantación Organismo de Política Pública (Vicerrectoría de Telecomunicaciones) sumamente interesado en despliegue Acuerdo entre socios fundadores (Tigo, Telefónica y Coopelesca) Apoyo de Cisco, ISCO En proceso de legalización de acuerdo societario
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> Existe un IXP, aunque no se encuentra operando a un 100%
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP La ISOC está intentando fundar un capítulo para estimular la creación de un IXP
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> Existe un IXP, alojado en una universidad No consta de registro de participación

Fuente: Compilado por TAS.

El segundo IXP interregional podría estar localizado en la municipalidad de Chilca (Perú), a 60 kilómetros de Lima. Ligado a la red dorsal de fibra óptica en proceso de despliegue, y mediante ella a los cables submarinos (Panam, SAC, y SAM 1), Chilca es un punto apropiado para el intercambio de tráfico con los IXP de Ecuador (Quito y Guayaquil), Chile (Santiago) y Brasil mediante la Red Dorsal Peruana y la red de Internexa. Al mismo tiempo, proporcionaría interconexión a los IXP de Bolivia a ser desplegados (ver Figura 6.1).

Figura 6.1.
Mapa de la Red Dorsal Peruana



Fuente: compilación de TAS con base en MTC, Perú y proyecto de Red Dorsal

La municipalidad de Chilca es un punto adecuado de localización debido a la redundancia en la provisión de energía eléctrica. Está en proximidad de tres centrales hidroeléctricas independientes: Tecnochilca (196 MW), Chilca Uno (270 MW, administrada por Enesur) y la recientemente inaugurada por AEI (597 MW). La provisión de tres fuentes energéticas independientes satisface las necesidades de centros de colocación Tier 4 (ver sección técnica abajo).

El tercer IXP interregional podría estar localizado en Fortaleza (Brasil). Este estaría ligado a los cables submarinos (América Movil-1, Américas II, Atlantis-2, Brazil-US, BRICS Cable, Globenet, SAC, SACS, SAECS, SAM-1, SEABRAS-1, WASACE), siendo también un punto de intercambio de tráfico con la red de PTT brasileiros. Al mismo tiempo, este punto de interconexión podría facilitar el intercambio de tráfico regional entre países del Cono Sur, que estarían ligados al mismo mediante el anillo de fibra de UNASUR.

Estos tres IXP interregionales se posicionarían como sustitutos al NAP de las Américas, orientándose a capturar el tráfico de Internet regional que se interconecta en este último. De acuerdo al análisis de ahorros por sustitución de interconexión (incluido más abajo), el tráfico internacional de Internet en América Latina requiere un gasto anual de aproximadamente USD 1.796 millones. El despliegue de los IXP recomendados como parte de este marco resultaría en una reducción de USD 462 millones en costo de tráfico internacional.

6.1.2. Localización de IXP regionales

En paralelo con el despliegue de IXP interregionales, es aconsejable el despliegue de IXP en el interior de ciertos países de la región para facilitar la interconexión del tráfico nacional. El despliegue de múltiples puntos de interconexión nacionales reduce la proporción de tráfico que debe ser transferido a Estados Unidos o que debe pagar altas tarifas por el uso de redes nacionales. El incentivo principal que determina que IXP en el interior de un país se interconecten está relacionado con la posibilidad de acceder a mejores tarifas de transporte. Este incentivo es de importancia fundamental para ISP pequeños que deben sobrellevar tarifas elevadas de los incumbentes. La estructura en malla de IXP interconectados permite negociar transporte agregado a costos relativamente más bajos². En efecto, la arquitectura de IXP de los países más avanzados de la región está estructurada alrededor de un NAP central al que se vinculan NAP regionales. Por ejemplo, la arquitectura tecnológica de CABASE en Argentina consiste en un IXP central situado en Buenos Aires, donde alojan su contenido los principales proveedores (Akamai, Yahoo, Google, entre otros), al que se conectan diez IXP regionales, que a su vez hospedan contenido local (como diarios locales). De manera similar, el modelo de PTT.br está basado en 30 IXP regionales localizados en 22 ciudades; la red de interconexión no es centralizada, existiendo una jerarquía donde algunos IXP están conectados a otros IXP en localidades cercanas. Este modelo también existe en países europeos. Por ejemplo, DE-CIX opera plataformas en cuatro ciudades de Alemania (Dusseldorf, Frankfurt, Hamburgo y Múnich) y está planeando expandirse a otras geografías; cada centro tiene una

2. Ver la experiencia de CABASE en el análisis de impacto económico, en el capítulo 7.

plataforma tecnológica compuesta por una red de *switches* interconectados mediante su propio anillo de fibra óptica.

Esta configuración es atractiva en territorios nacionales extensos con ciertas características de demanda. De acuerdo a la experiencia internacional, la viabilidad de un IXP está determinada por tres factores. En primer lugar la existencia de una masa crítica de ISP que represente un “mercado” cautivo de talla para el IXP. En segundo lugar la densidad de población y su ingreso per cápita, lo que determina la existencia de suficientes ingresos para viabilizar un IXP. La escala en tráfico es una razón clave para promover también la experiencia de IXP regionales. Finalmente, la proporción de usuarios de Internet (penetración por 100 habitantes), lo *que denota* una capacidad interna de generación de tráfico. Estos tres factores determinan los ahorros en transporte, en la medida en que estos sean proporcionales al monto de información que es intercambiado en cada IXP. Al mismo tiempo, la posibilidad de éxito de un IXP es directamente proporcional a la distancia que lo separa de un IXP central, posicionado como sustituto imperfecto del IXP local³.

Más allá de Argentina y Brasil, esta arquitectura es aconsejable en cuatro países:

- **Colombia:** 68% de los abonados de los ISP residen fuera de Bogotá; 95% de los abonados a ISP pequeños (principales beneficiarios de una arquitectura descentralizada) radican afuera de Bogotá
- **México:** 70% de los accesos a Internet del país están ubicados fuera del área metropolitana de la Ciudad de México; por ejemplo, Nuevo León y Jalisco representan 14% del total de accesos del país
- **Bolivia:** 58% de los abonados a banda ancha residen en Santa Cruz y Cochabamba, con lo que existen importantes polos de utilización de Internet afuera de La Paz
- **Perú:** Lima y Callao concentran al 68% de los abonados de banda ancha del país. Luego, Arequipa, Cusco y La Libertad concentran el 12% de los abonados, estando el 20% restante en los demás departamentos del país.

Para identificar la localización de IXP en cada uno de estos cuatro países se desarrolló una metodología de localización, basada en los trabajos de localización realizados para Canadá⁴. La metodología incluye tres pasos. Se comienza por compilar datos sobre los factores determinantes de viabilidad de IXP a nivel regional, tal como son descritos arriba. Los datos compilados incluyen el número de ISP activos en la región, la densidad poblacional, el ingreso per cápita y la penetración de usuarios de Internet⁵. Estas variables permiten crear un *ranking* de atractividad de localización de IXP a nivel regional doméstico. El *ranking* de unidades administrativas (departamentos, provincias o estados) excluye aquellas cuyo atractivo esté determinado por factores inusuales (por ejemplo, al usar el PIB per cápita como una de las variables determinantes, ciertas regiones con alta

3. Ver la experiencia de los IXP del interior de Argentina, donde previo al despliegue de IXP regionales, los ISP estaban pagando entre USD 200 y USD 100 por MB.

4. Ver Woodcock, B., Edelman, B. *Toward Efficiencies in Canadian Internet Traffic Exchange*. Packet Clearing House, 2012.

5. Si bien sería también conveniente considerar el costo de transporte, esos datos no están disponibles de manera estandarizada (por ejemplo, no se encuentran incluidos en el anuario de *Telegeography*).

importancia de industrias extractivas tienden a resultar atractivas desde el punto de vista del índice de localización, pese a que desde el punto de vista de la demanda de Internet, resultan secundarias).

Una vez desarrollado este *ranking* para todas las regiones más importantes a nivel del país, se consolidan las regiones en términos de proximidad geográfica para optimizar costos de transporte. En efecto, se supone que resultaría ineficiente instalar IXP en localidades cercanas entre sí, porque resultaría más económico para un ISP pagar los costos de transporte e interconectarse en un punto relativamente cercano.

Este análisis permite desarrollar el índice de localización y determinar la ubicación de IXP en cada uno de los cuatro países arriba mencionados.

En Colombia, el índice permite desarrollar un *ranking* de los departamentos en términos de posible localización de IXP (ver Cuadro 6.7).

Departamentos	Densidad de población	PIB per cápita	Penetración de banda ancha	Índice de localización de IXP
Bogotá	4.705,61	8.611	13,29	9,54
Santander	66,17	8.266	8,19	8,82
Meta	10,38	10.321	5,30	8,43
Antioquia	96,58	5.423	9,82	8,41
Risaralda	224,76	3.876	8,51	7,46
Valle del Cauca	200,02	5.492	6,79	7,43
Atlántico	692,30	4.335	6,54	6,96
Quindío	299,57	3.550	6,77	6,77
Caldas	124,27	3.870	6,23	6,70
Casanare	7,43	11.764	2,37	6,60
Cundinamarca	103,97	4.884	4,20	6,36
Bolívar	77,08	4.709	4,23	6,31
Tolima	59,02	3.678	4,09	5,92
Norte de Santander	58,53	3.055	4,42	5,83
César	42,71	4.608	2,81	5,80
Huila	55,18	3.575	3,52	5,70
Boyaca	54,74	4.888	2,16	5,68
Archipiélago de San Andrés	1.408,10	5.666	0,82	5,50
Magdalena	52,29	2.690	3,01	5,23
La Guajira	40,61	3.311	1,45	4,92
Putumayo	12,85	3.329	1,28	4,87
Cauca	45,40	2.604	1,96	4,85
Sucre	76,73	2.217	2,18	4,80

Fuente: Análisis TAS (ver anexo).

Cuadro 6.7.

Colombia:

Ranking de índice de localización

Esta lista de departamentos excluye los departamentos de Nariño, Chocó, Caquetá, Vichada, Guaviare, Amazonas, Guainía, y Vaupés. Todos ellos tienen un índice de localización inferior al umbral de 4,8, resultante de una penetración de banda ancha inferior a 1,7 por 100 habitantes y una densidad poblacional promedio de 8 habitantes por km². Determinada las regiones más atractivas, se agregan estas en comunidades de interés con base en las distan-

cias. Una vez agregadas, se determina el centro donde el IXP regional debería estar localizado. Esto es hecho identificando la zona metropolitana más importante de la comunidad de interés regional. El resultado para Colombia está presentado en el Cuadro 6.8.

De acuerdo al análisis del índice de localización, existiría una oportunidad de instalar un IXP en aproximadamente seis ciudades colombianas.

El mismo análisis fue realizado para Bolivia, en donde se concluye de acuerdo al *ranking* de localización, que sería conveniente instalar IXP en Santa Cruz, La Paz y Cochabamba (ver Cuadro 6.9).

Cuadro 6.8.

Colombia:
Localización de IXP domésticos

Estado	Índice de localización de ISP	Localización de IXP
Cundinamarca/Meta/Tolima	10,00	Bogotá
Antioquia	9,60	Medellín
Valle/Cauca	9,52	Cali
Atlántico/Bolívar/Magdalena	8,92	Barranquilla
Santander/Norte de Santander/Boyacá	8,82	Bucaramanga
Risaralda/Caldas/Quindío	8,72	Pereira

Nota: Casanare es excluido porque el alto índice resultante está determinado por la explotación petroquímica.

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 6.9.

Bolivia:
Localización de IXP domésticos

Provincia	Penetración de banda ancha	PIB per cápita	Densidad de población	Índice de localización de IXP
Tarija (*)	6,33	5.366	13,52	7,23 (*)
Santa Cruz	10,90	2.245	7,49	6,58
La Paz	6,98	2.086	20,46	6,36
Cochabamba	6,46	1.783	34,84	6,08
Oruro	5,11	3.125	9,16	5,80
Chuquisaca	4,22	1.563	11,66	5,26
Potosí	2,74	2.228	6,76	3,91
Beni	2,98	1.384	1,99	2,12
Pando	1,44	2.632	1,71	1,93

(*)El alto índice de Tarija se debe principalmente a la importancia de la industria de gasoductos, lo que aumenta el PIB de manera significativa

Fuente: Análisis TAS.

Bolivia también representa una oportunidad atractiva para el despliegue de un IXP nacional coincidente con la localización de Santa Cruz⁶. En Bolivia la conexión promedio a Internet es de 256 kbps de descarga y es la más cara de América Latina (COTAS ofrece a USD 25 la conexión de 256 kbps y a más de USD 55 la de 1 Mbps). En febrero de 2013, solo dos empresas tenían salida internacional (Entel y AXS), las cuales hacen su salida por Desaguadero. Entel también tiene salida por Chile y por Brasil, donde parte de los enlaces son por microondas y no fibra óptica. Todos los accesos móviles y fijos se conectan de la misma manera. En promedio, la latencia es de 150 ms; por consiguiente, la calidad de las conexiones es relativamente deficiente. Adicionalmente, las conexiones de Internet de Bolivia por fibra se realizan fuera del país (Entel y AXS se interconectan

6. Actualmente Bolivia está desarrollando su Agenda Digital 2013-2018, aunque ya en la Ley General de Telecomunicaciones se establece que "los proveedores de Internet deben obligatoriamente establecer y aceptar interconexiones entre sí, dentro del territorio nacional".

fuera de Bolivia en el NAP de las Américas). La fibra óptica de AXS cubre el eje troncal de Bolivia, y contiene salidas por Desaguadero y Arica, que se conectan a Lima y Santiago para llegar al NAP de las Américas en Miami.

En el caso de México, la descentralización es aconsejable dada la geografía económica del país (ver Cuadro 6.10).

De acuerdo al cálculo del índice de localización de IXP, y siguiendo la metodología descrita para Colombia, en México existiría oportunidad de instalar un IXP en siete ciudades (ver Cuadro 6.11).

Estado	Densidad de población	PIB per cápita	Penetración de banda ancha	Índice de localización de IXP
Distrito Federal	5.976,58	19.706	10,60	10,00
Baja California	43,64	9.134	9,67	9,60
Nuevo León	68,86	17.270	8,55	9,52
Sonora	13,51	10.597	8,18	9,39
Baja California Sur	7,55	11.131	10,37	9,18
Quintana Roo	30,34	11.081	6,76	8,92
Querétaro	146,27	10.113	6,46	8,82
Tamaulipas	39,60	10.269	6,41	8,80
Jalisco	88,89	9.182	6,97	8,72
Chihuahua	13,64	9.353	6,62	8,66
Colima	106,10	8.530	7,29	8,61
Aguascalientes	201,45	9.888	5,83	8,57
Coahuila	20,16	10.001	5,42	8,47
Campeche	13,71	65.627	4,97	8,32
Sinaloa	46,23	7.489	6,33	7,94
Tabasco	82,65	16.933	3,36	7,79
Durango	12,54	8.556	4,40	7,65
Morelos	341,03	6.199	6,42	7,54
Yucatán	48,15	7.466	4,81	7,42
Nayarit	34,75	6.312	5,71	7,34
Estado de México	659,97	6.358	5,50	7,29
Guanajuato	164,37	7.690	4,01	7,23
San Luis Potosí	40,54	7.033	4,17	7,07
Veracruz	101,18	6.585	3,96	6,85
Zacatecas	18,31	6.640	3,56	6,73

Fuente: Análisis TAS (ver anexo).

Cuadro 6.10.
Ranking de índice de localización

Estado	Índice de localización de ISP	Localización de IXP
Distrito Federal/Puebla/Estado de México/		
Morelos/Hidalgo/Veracruz	10,00	Ciudad de México
Baja California/Sonora	9,60	Tijuana
Nuevo León/Coahuila/Tamaulipas	9,52	Monterrey
Quintana Roo/Yucatán/Campeche	8,92	Mérida
Querétaro/Guanajuato/San Luis Potosí/		
Aguascalientes/Zacatecas/ Michoacán	8,82	Querétaro
Jalisco/Colima	8,72	Guadalajara
Chihuahua	8,66	Ciudad Juárez

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 6.11.
México: Localización de IXP

Finalmente, de acuerdo al cálculo del índice de localización de IXP, en Perú existiría una oportunidad de instalar un IXP en cuatro ciudades (ver Cuadro 6.12).

En el caso peruano, el IXP de Lima y Callao coincidiría con el ya existente, NAP Perú, lo que implicaría desplegar otros tres en Arequipa, La Libertad y Cusco respectivamente.

El único país en donde no existe la oportunidad de desplegar más de un IXP, de acuerdo a los criterios anteriores, sería Paraguay. En este país, dada la distancia a Asunción, no existe oportunidad de instalar un IXP más allá del distrito capital (ver Cuadro 6.13).

Cuadro 6.12.
Perú:
Localización de IXP

Departamento	Penetración de banda ancha	PIB per cápita	Densidad de población	Índice de localización de IXP	IXP
Lima y Callao	8,75	7.687	262,56	8,81	Lima
Tacna	5,00	8.996	17,97	8,00 (*)	Arequipa
Moquegua	3,88	10.041	10,26	7,96	Arequipa
Arequipa	5,13	6.547	18,19	7,23	Arequipa
Ica	3,66	6.740	33,38	6,80	Lima
Ancash	2,73	6.213	29,61	6,31	Lima
La Libertad	3,64	4.937	63,42	6,19	La Libertad
Lambayeque	3,17	4.061	78,20	5,74	La Libertad
Pasco	0,58	6.263	11,07	5,61	Lima
Cusco	2,02	4.366	16,27	5,46	Cusco
Piura	2,26	3.981	46,70	5,41	La Libertad
Tumbes	2,55	3.664	42,90	5,40	La Libertad
Junín	1,86	3.712	27,73	5,19	Lima

Nota: Por cercanía geográfica, Arequipa, Tacna y Moquegua forman un único núcleo regional (están los tres departamentos juntos en el sur del país, por lo que corresponde un solo IXP). De igual modo, Ica, Ancash y Pasco forman un segundo núcleo (en el centro del país). Luego, Lambayeque forma un núcleo en el norte del país con La Libertad y Piura. Por último, Cusco, de acuerdo al índice de IXP, debería interconectarse idealmente con Arequipa (por geografía y por no tener indicadores para contar con un IXP propio). Sin embargo, puede pensarse como un cuarto IXP abarcando la zona este del país.

Fuente: Análisis TAS con base en información del Ministerio de Telecomunicaciones del Perú y del INEI.

Cuadro 6.13.
Paraguay:
Localización de IXP

Localización	Penetración de Internet	PIB per cápita	Densidad de población	Índice de localización de IXP
Distrito Capital (Asunción)	12,97	4.960	4.417,92	8,32
Alto Paraná (Ciudad del Este)	6,51	5.621	51,67	7,38
Central (Areguá)	6,74	4.119	870,02	6,95
Itapúa (Encarnación)	4,69	4.653	32,72	6,45
Caaguazú	2,15	4.020	42,00	5,39
San Pedro	0,01	3.857	17,93	4,62

Fuente: Análisis TAS.

Sin embargo, Paraguay tampoco dispone de un IXP en la actualidad y tiene limitaciones para acceder a enlaces internacionales. En Paraguay las conexiones promedio a banda ancha son entre 512 kbps y 2 Mbps, con una tarifa por encima de la media regional debido, en gran medida, a los altos costos de interconexión.

Paraguay tiene problemas actualmente con los enlaces internacionales, ya que tiene opciones limitadas para conectarse a los cables submarinos (lo hace a través de Argen-

tina y a través de Brasil, vía Foz de Iguazú). En comparación con otros países, Paraguay actualmente paga unos USD 20,23 por 1 Mbps, mientras que Argentina paga USD 15,59 y Brasil abona USD 17,89⁷. En términos comparados, en España 1 Mbps cuesta USD 4,53, en Italia USD 4,56 y en Francia USD 2,07. Además de los costos para acceder al Internet internacionalmente, Paraguay también enfrenta riesgos de desconexión. A mediados de 2012, un importante proveedor de acceso a Internet quedó desconectado por su proveedor internacional de Internet, Telecom Argentina.

En resumen, el análisis de localización de IXP permitió identificar las siguientes 28 oportunidades para el despliegue de puntos de interconexión (ver Cuadro 6.14).

Tipo	País	Localización
IXP rregionales	Panamá	Punto de interconexión interregional, conectado con IXP nacionales en Nicaragua, El Salvador (existentes), Costa Rica, Guatemala, y Honduras (a construir)
	Brasil	Punto de interconexión internacional (Fortaleza), conectado con IXP brasileros domesticos y con Argentina, Paraguay y Uruguay via anillo UNASUR
	Perú	Punto de interconexión internacional (Chilca), conectado con Bolivia, Chile, Brasil y Ecuador
Nacional Tipo 1	México	Tres puntos de interconexión nacional (Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara) complementado con puntos de interconexión locales (Tijuana, Mérida, Querétaro, Ciudad Juárez)
	Colombia	Dos puntos de interconexión nacional (Bogotá-NAP Colombia, Medellín) interconectados con cuatro puntos locales (Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira)
Nacional Tipo 2	Perú (Nacional)	Tres puntos de interconexión locales (Arequipa, Trujillo, Cusco) interconectado con el NAP Perú (existente) y el IXP inter-regional de Chilca (Perú)
	Bolivia	Punto de interconexión nacional (La Paz) complementado con dos puntos de interconexión locales (Santa Cruz, Cochabamba)
Nacional Tipo 3	Paraguay	Punto de interconexión nacional (Asunción)
	Guatemala	Punto de interconexión nacional (Ciudad de Guatemala)
	Honduras	Punto de interconexión nacional (Tegucigalpa)
	El Salvador	Punto de interconexión nacional (San Salvador)
	Nicaragua	Punto de interconexión nacional (Managua)
	Costa Rica	Punto de interconexión nacional (San José)

Fuente: Análisis TAS.

Las oportunidades identificadas son agrupadas en cuatro categorías: IXP interregionales que proveen interconexión entre países de la región (en apoyo de los dos grandes clústeres); IXP nacional tipo 1, que consisten en una combinación de dos o más IXP nacionales (con acceso a redes internacionales) e IXP regionales que agregan tráfico doméstico y apoyan el desarrollo de contenido local; IXP nacional tipo 2, que combinan un punto de interconexión nacional y varios domésticos; IXP nacional tipo 3, que consisten en un IXP nacional único para todo el país.

De esta manera, los puntos de interconexión recomendados complementan la infraestructura existente (ver Figura 6.2).

7. El precio inferior a Bolivia se debe a que Paraguay tiene más poder de negociación con respecto a proveedores de tránsito alternativos vía Argentina y Brasil.

Cuadro 6.14.
Recomendaciones
de localización de IXP

Figura 6.2.
Infraestructura regional de IXP



Fuente: Los IXP existentes provienen de los estudios de caso desarrollados en el contexto de la Fase 2 del estudio; Análisis TAS.

Si bien el mapa de recomendaciones no incluye un punto interregional en el sur de la región, el NAP de Buenos Aires (existente en el marco de CABASE) se está posicionando de facto en un IXP interregional en la medida de que ya provee interconexión a ANTEL, el principal ISP en Uruguay, y se encuentra testeando conexiones con Chile y Brasil.

Finalmente, los puntos de Panamá y Chilca (Perú) son estratégicamente complementarios, en la medida de que Perú provee apoyo a la región andina y una salida a Bolivia, mientras que Panamá se enfoca en América Central y la región andina principalmente.

6.2 JERARQUÍA DE INTERCONEXIÓN DE INTERNET

Los puntos de interconexión estarían interconectados de acuerdo a una jerarquía de tres niveles: interregional, nacional y regional doméstico (ver Figura 6.3).

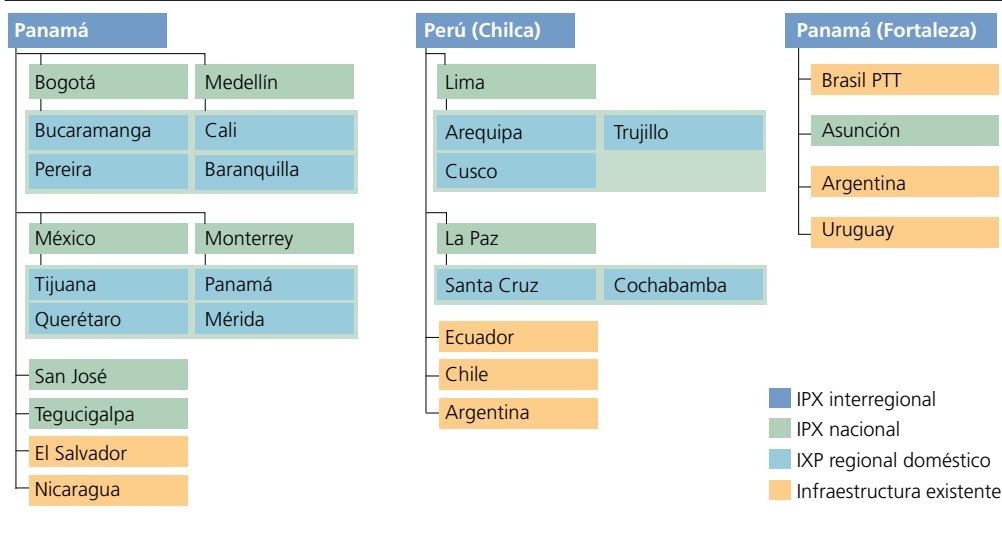


Figura 6.3. Jerarquía de interconexión

La conectividad entre los nodos interregionales de Panamá, Perú y Brasil se efectuaría por las múltiples redes submarinas y terrestres (ver Figura 6.4).

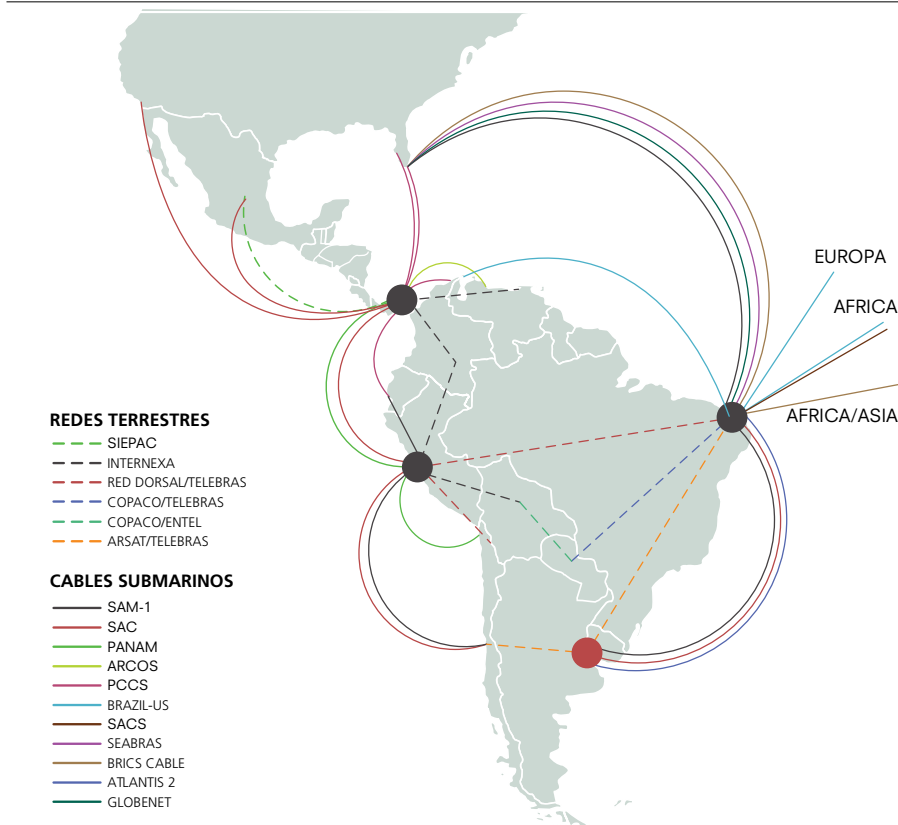


Figura 6.4. Infraestructura interregional

Fuente: Compilado por TAS con base en Submarine Cable Almanac; ISA Internexa; Siepac; Entrevistas.

La conectividad entre los nodos interregionales de Panamá, Perú y Brasil se efectuaría por las múltiples redes submarinas y terrestres (ver Cuadro 6.4).

Cuadro 6.4.
Conectividad de IXP interregionales

Conectividad	Cables submarinos		Redes terrestres	
	Red	Capacidad	Red	Capacidad
Panamá-Perú	•SAC •PanAm		•Internexa	
Perú-Fortaleza			• Red Dorsal Peruana /Telebrás (Proyecto)	
Panamá-Fortaleza	•SAC			

La conectividad entre el nodo interregional de Panamá y países del bloque andino, Caribe y Estados Unidos está garantizada por seis cables submarinos y dos redes terrestres (ver Cuadro 6.5).

Cuadro 6.5.

Panamá: Puntos de enlace a Américas

IXP	SAC	PCCS	PANAM	MAYA-1	PAC	ARCOS-1	INTERNEXA	REDCA
Colombia		• Cartagena	• Barranquilla	• Tolu		• Cartagena, Riohacha		
Venezuela	• Pto. Viejo		• Pto. Fijo		• Pto. Viejo	• Pto. Fijo		
Estados Unidos		• Jacksonville		• Hollywood	• Grover Beach	• Hollywood		
México				• Cancún	• Mazatlán, Tijuana	• Tulum, Cancún	• Proyecto	México
Caribe	• St. Croix	• Tortola, Aruba, Curacao	• Aruba, St. Croix, Virgin Is.		• St. Croix	• Bahamas, Belice, República Dominicana, N. Antillas		

Fuentes: Redca; Submarine Cable Almanac; ISA Internexa.

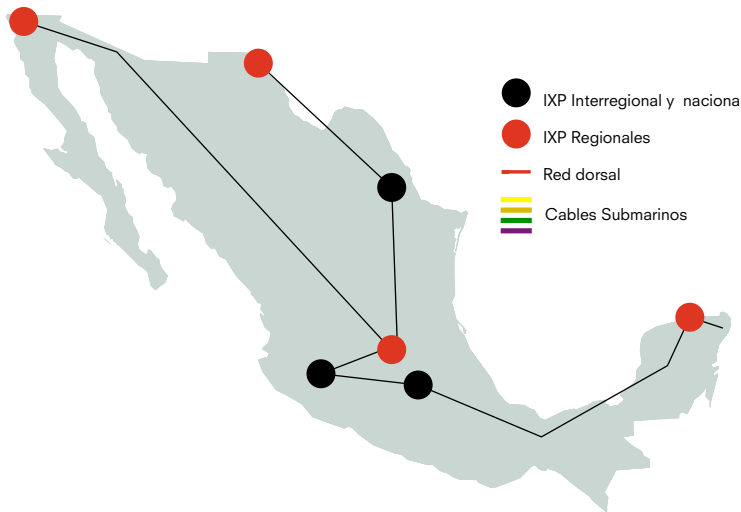
La conectividad de puntos en Colombia estaría provista por la red de Internexa, dado que se recomienda su participación como operador (ver Figura 6.5).

Figura 6.5.
Colombia:
Arquitectura de red doméstica



Fuentes: Análisis TAS.

Cuadro 6.6.
América Central/Norteamérica:
Puntos de enlace a Panamá



Fuentes: Analisis TAS.

Por otro lado, la conectividad doméstica de los IXP de México se realizaría mediante múltiples redes terrestres que ya conectan las principales ciudades del país (ver Figura 6.6).

La conectividad de cada IXP de América Central al nodo de Panamá se realizaría mediante tres cables submarinos y dos redes terrestres (ver Cuadro 6.6).

La conectividad al nodo interregional de Chilca (Perú) se efectuaría por las siguientes redes submarinas y terrestres (ver Cuadro 6.7).

IIXP	Maya-1	Arcos-1	SIEPAC	Internexa (proyecto)	PAC
México	• Cancún	• Cancún		• México, D.F.	• Tijuana, Mazatlán
Costa Rica	• Pto. Limón	• Pto. Limón	• San José, Río Claro, Palmar Norte, Canas	• San José	
Guatemala	N.A.	• Pto. Barrios	• Ciudad de Guatemala	• Ciudad de Guatemala	
Honduras	N.A.	• Trujillo, Pto. Cortés, Pto. Lempira	• Tegucigalpa, Agua Caliente, Cajón	• Tegucigalpa	
El Salvador	N.A.	N.A.	• San Salvador, Auachapan, 15 de Septiembre, Nejapa	• San Salvador	
Nicaragua	N.A.	• Bluefields, Pto. Cabezas	• Managua, Sandino, Ticuatepe	• Managua	

Cuadro 6.6.
América Central/Norteamérica:
Puntos de enlace a Panamá

Fuentes: Redca; Submarine Cable Almanac; ISA Internexa.

Cuadro 6.7.Perú:
Puntos de enlace a Américas

IXP	Panam	SAC	SAM-1	Red Dorsal Peruana	Internexa
Bolivia				• Yunguyo	• Puno
Ecuador			• Salinas, Mancora	• Zarumilla	• Tumbes
Chile	• Arica	• Valparaíso	• Arica, Valparaíso	• Tacna	• Tacna (en proyecto)
Argentina					
Colombia	• Barranquilla				• Tumbes (vía Ecuador)

Fuentes: Submarine Cable Almanac; ISA; MTC Perú.

La conectividad de los IXP domésticos peruanos estaría apoyada por la Red Dorsal Peruana. El pliego de la licitación de la Red Dorsal menciona que “la red se interconectará con el Punto de Acceso de Red (NAP por sus siglas en inglés) del Perú y con un mínimo de dos puntos de intercambio de Internet (IXP por sus siglas en inglés) internacionales. También será posicionado de tal manera para interconectar con países vecinos como parte de la iniciativa de UNASUR (Unión de Naciones Suramericanas)” (pág. 12, Pro inversión. Información referencial del proyecto: Red Dorsal Nacional de fibra óptica: cobertura universal norte, cobertura universal sur y cobertura universal centro, 2012).

Al mismo tiempo, la Red Dorsal Peruana ofrecería a Bolivia la posibilidad de salir al mar para enlazarse con los cables submarinos, y así reducir sus costos de tránsito. Asimismo, la red troncal de Entel, el operador incumbente boliviano, proveería la conectividad entre los tres IXP de ese país (La Paz, Santa Cruz y Cochabamba).

La conectividad del IXP interregional de Brasil con países de América Latina y Estados Unidos estaría provista por cables submarinos y la red de Telebrás interconectada con las redes de ARSAT (Argentina), ANTEL (Uruguay), COPACO (Paraguay) y ENTEL (Bolivia) (ver Cuadro 6.8).

Cuadro 6.8.

Brasil: Puntos de enlace a Américas

IXP	America Movil 1	Americas 1, 2	Atlantis 2	Brazil_US	BRICS Cable, Seabras, Wasace	SAC	SAM-1	Telebras
Paraguay								Salto del Guaira, P. Caballero, Ciudad del Este
Argentina			Las Toninas			Las Toninas	Las Toninas	Uruguiana
Uruguay				Maldonado				Santana do Livramento
Estados Unidos	Miami, Jacksonville	Vero Beach, Hollywood		Miami	Miami			Boca Raton
Colombia				Barranquilla				Barranquilla
Venezuela		Camuri				Pto. Viejo		
Caribe	R. Dominicana, Pto. Rico	Virgin Is., St. Croix				Pto. Viejo		

**Figura 6.7.**

Paraguay:
Conectividad de IXP nacional

Fuentes: Análisis TAS.

Finalmente, la conectividad del IXP nacional de Asunción estaría garantizada por la red troncal de fibra óptica de Copaco, el operador de telecomunicaciones (ver Figura 6.7).

6.3 PROPUESTA DE VALOR: AHORRO EN COSTOS DE TRÁNSITO Y REDUCCIÓN DE LATENCIA

La propuesta de valor de la infraestructura de interconexión recomendada está basada en el ahorro que incurren los ISP a partir de la reducción de los costos de tránsito y en el aumento en la calidad del servicio generado por una disminución en la latencia. En términos generales, la estructura de costos de un ISP puede ser analizada a partir de su cadena de valor.

6.3.1 Metodología de análisis

El análisis del ahorro resultante del despliegue de la infraestructura de IXP está basado en estimar el porcentaje de aumento de tráfico que se queda en la región, para lo cual no se paga transporte internacional, y para los IXP domésticos, el ahorro resultante por la disminución de costos de transporte intra-país. El cálculo de estos dos efectos es realizado de manera separada.

Cálculo del ahorro de traer el contenido internacional al país e interconectar el tráfico regional en la zona

El punto de partida de este análisis son las matrices de tráfico presentadas en el Capítulo 4. Las matrices de tráfico discriminan el tráfico actual de Internet, medidos en petabytes, basado en el acceso a contenido local específico a cada país, el contenido

internacional de CDN, el tráfico regional entre países de América Latina, y el tráfico internacional (principalmente a Estados Unidos). Este tráfico sirve para estimar el costo de transporte. Para ello, los valores medidos en petabytes deben ser convertidos a capacidad adquirida. Debido a la falta de información sobre el tráfico efectivo adquirido por los ISP, se supone que estos adquieren ancho de banda equivalente en relación 1 a 1 con la capacidad utilizada. Aquí se debe notar que, dado que en la práctica los ISP deben comprar mayor capacidad que la utilizada y que los usuarios no consumen tráfico de modo uniforme a lo largo del tiempo y por momento del día, esta estimación resulta conservadora. Para estimar los costos de transporte se debe convertir el tráfico de petabytes a MB. Para ello, se realiza el siguiente cálculo:

$$1 \text{ PB} = 1024 * 1024 * 1024 = 1.073.741.824 \text{ MB}$$

Luego se realiza la conversión de MB a Mbps del siguiente modo:

$$1.073.741.824 * 8 \text{ (conversión de MB a Mb)} / 30 \text{ (días)} / 24 \text{ (horas)} / 60 \text{ (minutos)} / 60 \text{ segundos} = 3.314 \text{ Mbps}$$

Una vez obtenidos los Mbps, se multiplican por el costo promedio internacional por Mbps residente en la base de datos de Telegeography⁸ de la siguiente manera:

- Tráfico internacional: Se usan las tarifas del país a Estados Unidos.
- Contenido internacional: Una vez determinado dónde el contenido está alojado, se multiplica por costo de tránsito correspondiente (por ejemplo, si el contenido está alojado en el país (como en Argentina), el costo de tránsito es 0 en Buenos Aires).
- Contenido regional: Como se carece de información sobre tarifas entre países latinoamericanos, se supone que el costo de transporte es 50% del precio a Estados Unidos.

Esto permite estimar el costo de transporte por categoría de contenido.

Una vez estimado el costo de tráfico basado en la matriz para 2012, se pasa a estimar el ahorro. Este análisis es hecho de acuerdo a la situación específica de IXP desplegados en el país. Por ejemplo, Argentina, con una infraestructura desarrollada de interconexión obtendría menores beneficios (solamente la posibilidad de reducir mínimamente su volumen de tránsito internacional a Estados Unidos, ya que un volumen elevado de interconexión ya se realiza en el NAP de Buenos Aires) comparado con Colombia, cuyo único IXP no acepta la interconexión con contenido internacional de CDN.

El punto de partida es el costo de tránsito por tres categorías: contenido internacional (Google, Akamai, etc.), tráfico a otros países de América Latina, tráfico internacional. Para cada categoría, se supone lo siguiente:

- Al traer el contenido internacional al IXP nacional, el costo de transporte deviene en cero.
- Al mover la interconexión del tráfico regional de Estados Unidos al IXP regional, el

8. Costo del país a Estados Unidos.

costo de tránsito se reduce a 50% del costo a Estados Unidos. Este *benchmark* está sustentado por los siguientes datos provistos por Telegeography:

- **Argentina:** El costo mensual promedio de 1 Mbps de Buenos Aires a Miami es USD 38. En caso de que el IXP considere mover tráfico a un centro interregional en Brasil, la tarifa de un circuito OC48 (con capacidad de 2.500 Mbps) es USD18,6 por Mbps (o sea 49% del precio a Miami). Este precio es inferior al de otro operador (que ofrece un producto similar a USD 25,26), aunque se considera el más bajo aduciendo que el IXP tiende a adquirir la oferta mas económica;
- **Colombia:** El costo mensual de 1 Mbps de Bogotá a Miami es de USD 100 por Mbps. En caso de que el IXP considere mover tráfico a Panamá se debe considerar el diferencial de tarifas a ese país. Si bien no se dispone de tarifas de Colombia a Panamá, se poseen los precios de ofertas de Caracas a Panamá. La tarifa mensual promedio de ofertas de DS-3 (45 Mbps) a OC48 (2.500 Mbps) es USD 41 por Mbps. Por lo tanto, suponer 50% de descuento sobre la tarifa a Miami para el tránsito Bogotá-Panamá parece razonable.

Estos dos supuestos permiten estimar el ahorro en el tránsito.

Cálculo del ahorro en tránsito intrapaís

Este efecto está basado en la experiencia argentina documentada en el capítulo 3 y en el capítulo de impacto económico. A partir de la información suministrada por los ISP de Argentina ubicados fuera de Buenos Aires, se sabe que el precio del tráfico internacional (sin IXP regional) tiene un costo superior que en la principal ciudad del país de al menos el 50%. Con la introducción de IXP regionales se elimina la diferenciación de costos por cuestiones geográficas.

Detallado la metodología y supuestos para el cálculo del ahorro, pasaremos revista a cada uno de los países donde existe un ahorro en costos de tránsito.

6.3.2 Colombia

Con la existencia del NAP Colombia, estimamos⁹ que este país contiene un tráfico local de 5%, un tráfico por contenido internacional de 30%, un tráfico internacional regional latinoamericano de 15,4% y un tráfico internacional fuera de América Latina de 49,6% (ver Cuadro 6.9).

9. Ver Cuadros 4.3 a 4.5

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	3,75	5,00 %
Tráfico por contenido	22,50	30,00 %
Tráfico internacional	48,75	65,00 %
Regional	11,54	15,39 %
Estados Unidos y otros	37,21	49,61 %
Tráfico total	75,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

Cuadro 6.9.

Colombia:
Distribución del tráfico de Internet

La proyección de la TACC del tráfico de Internet en Colombia es de 42%, llegando a 430 PB mensuales en 2017. A pesar de tener actualmente un IXP en funcionamiento, este no aloja contenido internacional. El cálculo del ahorro es realizado de acuerdo al Cuadro 6.10.

Cuadro 6.10.

Colombia: Ahorro como resultado del despliegue de IXP

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	74.565	100	89,48 M	Traer todo	0	89,48	31,58%
Tráfico regional	38.244	100	45,89 M	Interconectar tráfico en Panamá	50	22,95	8,10%
Tráfico internacional fuera de LATAM	123.315	100	147,98 M		100	0,00	0,00%
Tráfico local	12.428	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	248.551	-	283,35 M		-	112,43	39,68%

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

De esta manera, la reducción de 39,68% implicaría un ahorro actual de USD 112 millones. 80% de este ahorro (USD 89 millones) vendría por la instalación del IXP y el alojamiento de contenido. El resto vendría de un menor costo en el transporte al IXP regional, que estaría sustituyendo transporte a Estados Unidos. El ahorro monetario que genera la introducción de la interconexión regional hoy, se multiplicará por más de 5 veces en los próximos 5 años por el aumento de tráfico.

6.3.3. Perú

De acuerdo a las estimaciones realizadas, el modelo de tráfico actual de Perú consiste en un 4,25% de tráfico local, 29,75% de contenido internacional (Google, Akamai, Netflix, etc.) y 66% internacional (50% va fuera de la región y 16% es internacional regional) (ver Cuadro 6.11).

Cuadro 6.11.

Perú:
Distribución del tráfico de Internet

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	3,75	5,00 %
Tráfico por contenido	22,50	30,00 %
Tráfico internacional	48,75	65,00 %
Regional	11,54	15,39 %
Estados Unidos y otros	37,21	49,61 %
Tráfico total	75,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

La proyección de la TACC del tráfico de Internet en Perú es de 37%, llegando a 224 PB mensuales en el 2017. Perú, a partir de la instalación del IXP local, pasaría en 2017 a tener un 38% de tráfico de contenido internacional y un 6% de tráfico local. El cálculo del ahorro es realizado de acuerdo al Cuadro 6.12:

Cuadro 6.12.

Colombia: Ahorro como resultado del despliegue de IXP

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones) (USD)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	46.396	100	55,68 M	Traer todo tráfico a IXP	0	55,68	29,89%
Tráfico regional	24.855	100	29,83 M	Interconectar tráfico en Perú	0	29,82	16,02%
Tráfico internacional fuera de LATAM	77.879	100	100,74 M		100 (*)	0,00	0,00%
Tráfico local	6.628	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	155.759	-	186,25 M		-	85,50	45,91%

(*) Se supuso que el costo de tránsito Lima-Miami tiene un costo de USD 100, tomando como referencia el costo Bogotá-Miami.

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

El impacto del despliegue de un IXP interregional en Perú será de una reducción de 46% del costo anual total de tránsito de USD 186 millones. La reducción de 46% implicaría un ahorro actual de USD 85,5 millones. 65% de este ahorro (USD 55,68 millones) vendría por la instalación del IXP y el alojamiento de contenido. El resto sería generado por el costo nulo en el transporte al IXP regional que estará instalado en el país, que sustituiría transporte a Estados Unidos. Finalmente, el ahorro monetario que genera la introducción de la interconexión regional hoy, se multiplicará por más de 6 veces en los próximos 5 años por el aumento de tráfico.

6.3.4. México

El modelo de tráfico para México estima que un 10% del tráfico se interconecta localmente, un 5% es tráfico por contenido internacional, un 2,75% corresponde a tráfico internacional regional y el 82,25% restante es tráfico internacional (principalmente a Estados Unidos) (ver Cuadro 6.13).

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	23,50	10,00 %
Tráfico por contenido	11,75	5,00 %
Tráfico internacional	199,75	85,00 %
Regional	6,45	2,75 %
Estados Unidos y otros	193,30	82,25 %
Tráfico total	235,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

Cuadro 6.13.

México: Distribución del tráfico de Internet

Se estima para México una tasa de crecimiento anual del tráfico de 42%, llegando el tráfico total a los 1.363 PB mensuales en 2017.

La instalación del IXP en México aumentará los incentivos a traer contenido internacional al mismo, y a alojar las páginas nacionales localmente, por lo que las reducciones de costos serán una hipótesis de mínima, ya que se basan en la estructura de tráfico actual (ver Cuadro 6.14).

Cuadro 6.14.

México: Ahorro como resultado del despliegue de IXP

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones) (USD)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	38.940	16	7,47 M	Traer todo tráfico a IXP	0	7,47	5,04%
Tráfico regional	31.375	16	2,05 M	Interconectar tráfico en México y Panamá	8 (*)	2,05	1,38%
Tráfico internacional fuera de LATAM	640.600	16	138,76 M		16	0,00	0,00%
Tráfico local	77.879	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	778.794	-	148,28 M		-	9,52	6,42%

(*)Para la interconexión con IXP regional, ver costo de tránsito México D.F.-Panamá, actualmente estimado en USD 8 (50% del costo de México D.F. -Miami)

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

México, al tener inferior costo de enlace internacional que el resto de la región, tendrá un menor impacto económico (que igualmente reducirá costos en un 6,42%). La reducción de 6,42% implicaría un ahorro actual de USD 9,52 millones. 78% de este ahorro (USD 7,47 millones) vendría por la instalación del IXP y el alojamiento de contenido. El resto vendría de un menor costo en el transporte al IXP regional, que estaría sustituyendo transporte a Estados Unidos. El ahorro monetario que genera la introducción de la interconexión regional hoy, se multiplicará por más de 8 veces en los próximos 5 años por el importante aumento de tráfico estimado en el país.

6.3.5. Argentina

Con la existencia de CABASE (IXP a nivel nacional), el país posee un tráfico local de 5%, un tráfico por contenido de 30%, un tráfico internacional regional de 19,33% y un tráfico internacional fuera de LATAM de 45,67% (ver Cuadro 6.15)

Cuadro 6.15.

Argentina:
Distribución del tráfico de Internet

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	6,35	5,00 %
Tráfico por contenido	38,10	30,00 %
Tráfico internacional	82,55	65,00 %
Regional	24,55	19,33%
Estados Unidos y otros	58,00	45,67%
Tráfico total	127,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

La proyección de la TACC del tráfico de Internet en Argentina es de 32%, llegando a 514 PB mensuales para 2017. Argentina pasaría ese año a tener un 38% de tráfico de contenido internacional y un 6% de tráfico local. Esta situación, en conjunto con el aumento del tráfico total año tras año, generará un aumento de los ahorros monetarios generados por la instalación del IXP en el tiempo.

Dada la distribución actual del tráfico en Argentina con la existencia del IXP nacional de CABASE y sus centros regionales, el impacto del despliegue de IXP interregionales en

Chilca (Perú) y Fortaleza sería de una reducción de 15% del costo anual total de tránsito de USD 125 millones (ver Cuadro 6.16).

Cuadro 6.16.

Argentina: Ahorro como resultado del despliegue de IXP

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones USD)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	126.264	0	0 M		0	0	0,00%
Tráfico regional	81.359	38	37,10 M	Interconectar tráfico en Perú y Brasil	19 (*)	18,55	14,87%
Tráfico internacional fuera de LATAM	192.213	38	87,65 M		38	0,00	0,00%
Tráfico local	12.428	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	420.880	-	124,75 M		-	18,55	14,87%

(*) Para la interconexión con IXP regional, ver costo de tránsito Buenos Aires-Lima, actualmente estimado en USD 19 (50% del costo de Buenos Aires-Miami)

Fuente: Análisis TAS.

La reducción de 15% implicaría un ahorro actual de USD 18,55 millones. Todo este ahorro vendría de un menor costo en el transporte al IXP regional, que estaría sustituyendo transporte a Estados Unidos.

6.3.6. Brasil

El contexto de ahorro en Brasil es similar conceptualmente al caso argentino, debido a la existencia de una infraestructura de interconexión desarrollada en el país. Así, con la existencia de un IXP nacional y centros regionales, Brasil tiene actualmente un 25% de tráfico que se interconecta localmente (ver Cuadro 6.17).

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	163,00	25,00 %
Tráfico por contenido	130,40	20,00 %
Tráfico internacional	358,60	55,00 %
Regional	53,60	8,22 %
Estados Unidos y otros	305,00	46,78 %
Tráfico total	652,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

Cuadro 6.17.

Brasil: Distribución del tráfico de Internet

El resto del tráfico de Internet en Brasil se compone por un 20% de tráfico por contenido, un 8,22% de tráfico internacional regional y un 46,78% por tráfico internacional fuera de América Latina. La proyección de la TACC del tráfico de Internet en Brasil es de 47%, llegando a 4.437 PB mensuales para el año 2017. Brasil pasaría en 2017 a tener un 24% de tráfico de contenido internacional y manteniendo un 25% de tráfico local.

El impacto del despliegue de un IXP interregional en Fortaleza sería de una reducción de 7,47% del costo anual total de tránsito de USD 599 millones (ver Cuadro 6.18).

Cuadro 6.18.

Brasil: Ahorro como resultado del despliegue de IXP

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones de USD)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	432.148	0	0 M		0	0	0,00%
Tráfico regional	177.631	42	89,53 M	Interconectar tráfico en Perú y Brasil	21 (*)	44,76	7,47%
Tráfico internacional fuera de LATAM	1.010.775	42	509,43 M	42	0,00	0,00%	
Tráfico local	540.185	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	2.160.740	-	598,96 M		-	44,76	7,47%

(*)Para la interconexión con IXP regional, ver costo de tránsito Sao Pablo/Río de Janeiro-Fortaleza, actualmente estimado en USD 21 (50% del costo de Río de Janeiro-Miami)

Fuente: Análisis TAS.

La reducción de 7,47% implicaría un ahorro actual de USD 45 millones. Todo este ahorro vendría de un costo menor en el transporte al IXP regional (ubicado en Fortaleza), que estaría sustituyendo transporte a Estados Unidos.

6.3.7. Bolivia

En Bolivia el impacto de la instalación de IXP es fundamental para disminuir fuertemente los costos de conexión internacional. Para Bolivia se estima, con la instalación del IXP, un tráfico local de 5% generado por una sustitución del alojamiento internacional por nacional. Así también, con el alojamiento del contenido de Google, Akamai y Netflix, se llegaría a un tráfico por contenido de 30%. Para el tráfico internacional (65%), se supone una situación similar a la de Argentina, donde un 15% del tráfico total se interconecta a nivel regional (ver Cuadro 6.19).

Cuadro 6.19.

Bolivia:
Distribución del tráfico de Internet

Tipo de tráfico (2012)	Tráfico mensual (PB)	Porcentaje
Tráfico local	1,25	5,00 %
Tráfico por contenido	7,50	30,00 %
Tráfico internacional	16,25	65,00 %
Regional	3,75	15,00 %
Estados Unidos y otros	12,50	50,00 %
Tráfico total	127,00	100,00 %

Fuente: Análisis TAS (capítulo 4).

El tráfico agregado de los países de la región se estima que tendrá una tasa anual de crecimiento entre los años 2012 y 2017 de 42%, lo que implicaría un tráfico en Bolivia en 2017 de 144 PB. El impacto del despliegue de un IXP en Bolivia será de una reducción de 58% del costo anual total de tránsito de USD 89 millones (ver Cuadro 6.20).

La reducción del 57,69% implicaría un ahorro actual de USD 51,45 millones. 80% de este ahorro (USD 41 millones) vendría por la instalación del IXP y el alojamiento de contenido. El resto vendría de una reducción de costos de transporte al IXP regional, que estaría sustituyendo transporte a Estados Unidos.

Cuadro 6.20.

Bolivia: Distribución del tráfico de Internet

Acción	Tráfico actual (Mbps)	Costo actual actual por Mbps (USD)	Costo de tráfico actual anual 2012 (USD)	Intervención	Costo post intervención (USD)	Ahorro anual (millones) (USD)	% de reducción de costos respecto al total
Tráfico por contenido	24.855	138	41,16 M	Traer todo tráfico a IXP	0	41,16	46,15%
Tráfico regional	12.428	138	20,58 M	Interconectar tráfico en Perú y Brasil	69 (***)	10,29	11,54%
Tráfico internacional fuera de LATAM	41.425	138	27,48 M		138 (**)	0,00	0,00%
Tráfico local	4.143	0	0 M		0	0,00	0,00 %
Total	82.850 (*)	-	89,18 M		-	51,45	57,69%

(*)El tráfico total fue estimado a partir de la relación tráfico/abonados de banda ancha en los países de la región.

(**) Se consideró que el costo de tránsito La Paz- Miami es de USD 138, tomando como referencia el costo Asunción-Miami.

(***) Para la interconexión con IXP regional, ver costo de tránsito La Paz-Lima, actualmente estimado en USD 69 (50% del costo de Asunción-Miami).

Fuentes: Análisis TAS.

6.3.8. Impacto de despliegue de IXP domésticos

Adicionalmente al ahorro generado por la instalación de nuevos IXP nacionales y la interconexión regional, se generan menores costos por el despliegue de los IXP subnacionales. Esta reducción se debe a la disminución de costo de tránsito intrapaís. El Cuadro 6.21 estima los efectos de los países con despliegue de IXP domésticos.

Cuadro 6.21.

Ahorro como resultado del despliegue de IXP domésticos

País	IXP Regional	% de abonados en relación al total nacional	Tráfico estimado (Mbps)	Costo de tráfico actual (promedio USD)	Nuevo costo de tráfico (promedio USD)	Costos previo de tráfico tráfico (mensual) (promedio USD)	Nuevos costos de tráfico (mensual)	Ahorro de costo (mensual)	% de reducción de costos
Colombia	Medellín	19,95%	49.600	142,50	49,61	7.068	2.461	4.607	65,19%
	Cali	12,70%	31.568	142,50	49,61	4.498	1.566	2.932	
	Barranquilla	9,08%	22.584	142,50	49,61	3.218	1.120	2.098	
	Pereira	5,88%	14.616	142,50	49,61	2.083	723	1.360	
	Bucaramanga	7,39%	18.360	142,50	49,61	2.617	911	1.706	
México	Tijuana	8,43%	65.664	21,60	13,60	1.418	893	525	37,04%
	Monterrey	12,44%	96.920	21,60	13,60	2.093	1.318	775	
	Mérida	3,64%	28.328	21,60	13,60	612	385	227	
	Querétaro	11,19%	87.128	21,60	13,60	1.882	1.185	697	
	Guadalajara	8,84%	68.808	21,60	13,60	1.486	936	550	
	C. Juárez	3,72%	29.008	21,60	13,60	627	394	233	
Perú	Arequipa	4,98 %	7.752	143,63	50	1.113	388	725	65,19%
	Trujillo	11,55 %	17.984	143,63	50	2.583	899	1.684	
	Cusco	1,99 %	3.104	143,63	50	446	155	291	

Nota: El costo fuera de la capital de cada país se estimó como el nacional con un incremento del 50% para el tráfico que es internacional, y de USD 0 para el que se resuelve nacionalmente

Fuente: Análisis TAS.

6.3.9. Conclusión

Al sumar todos los ahorros estimados por ambos efectos en todas las naciones consideradas, se puede concluir que, desde el punto de vista de ahorro en costos de tránsito, la instalación de una red de IXP en la región, de acuerdo a la siguiente propuesta, superaría actualmente los USD 683 millones (ver Cuadro 6.22).

Cuadro 6.22.
Total de ahorro
en costos de tránsito

País	Costo anual actual (millones USD)	Ahorro anual por IXP internacionales regionales y nacionales (2012) (millones USD)	Ahorro anual generado por IXP subnacionales (millones USD)	Ahorro anual total (millones USD)
Argentina	124,75	18,55	-	18,55
Bolivia	89,18	51,45	-	51,45
Brasil	598,96	44,76	-	44,76
Colombia	283,35	112,43	152,43	264,86
México	148,28	9,52	36,08	45,60
Paraguay	96,31	55,57	-	55,57
Perú	186,25	85,50	32,40	117,90
Costa Rica	60,83	20,48	-	20,48
Guatemala	26,45	8,91	-	8,91
Honduras	34,56	11,64	-	11,64
El Salvador	60,83	20,48	-	20,48
Nicaragua	19,65	6,62	-	6,62
Panamá	62,04	15,51	-	15,51
Total	1.791,44	461,42	220,91	682,33

Fuente: Análisis TAS.

Este ahorro representa 38% del costo actual incurrido por los ISP en adquisición de tránsito.

6.4. ARQUITECTURA TECNOLÓGICA DE IXP

A partir de las recomendaciones de localización de la sección 5.2 se definieron cuatro arquitecturas tecnológicas para los diferentes IXP (ver Cuadro 6.23).

- **Número de puertos:** Cantidad de conectores disponibles para enlazar una red a un dispositivo de administración de red.
- **Tráfico agregado:** Cantidad total de tráfico intercambiado en el punto de interconexión o equipo.
- **Ancho de banda requerido:** Cantidad de bits por segundo que puede bajar un computador en un intervalo de tiempo determinado.
- **Número de ISP:** Cantidad de ISP conectados a un punto neutral.

La configuración técnica fue realizada basada en los seis siguientes principios. Se intentó acomodar un elevado nivel de estandarización en procesos, siguiendo el modelo del Uptime Institute. Se diseñó para cada modelo una configuración adaptable y escalable capaz de acomodar la interconexión nacional de nivel 1 y 2. Los equipos de aire acondicionado de precisión, la UPS¹⁰ y el generador de energía han sido recomendaciones

10. Sistema de alimentación ininterrumpida (*uninterruptible power supply*).

Modelo	Localización	Características
Punto de interconexión	<ul style="list-style-type: none"> • Panamá • Chilca (Perú) • Fortaleza 	Puntos de interconexión internacional conectados con IXP nacionales en tres regiones (con colocación)
Centros de interconexión nacional (nivel 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Ciudad de México • Monterrey • Guadalajara • Bogotá • Medellín 	Puntos de agregación y entrega de tráfico nacional de países grandes (con colocación)
Centros de interconexión nacional (nivel 2)	<ul style="list-style-type: none"> • San José (Costa Rica), Managua (Nicaragua), San Salvador (El Salvador), Guatemala (Guatemala), Tegucigalpa (Honduras), La Paz (Bolivia), Asunción (Paraguay) 	Puntos de agregación y entrega de tráfico nacional de países pequeños y medianos (IXP autónomos)
Centros de interconexión domésticos	<ul style="list-style-type: none"> • México: Tijuana, Mérida, Querétaro y Ciudad Juárez • Colombia: Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira • Perú: Arequipa, Trujillo y Cusco • Bolivia: Santa Cruz y Cochabamba 	Puntos de consolidación de tráfico regional para negociar mejores términos de tránsito e interconectar contenido local

Fuentes: *Análisis TAS*.

estandarizadas de clase mundial. Por ejemplo, el aire acondicionado posee dos unidades (una activa y la segunda de respaldo); sin embargo, en algunos casos, con un sistema de monitoreo adecuado, se puede optar por una sola unidad. De manera similar, la UPS propuesta presenta dos unidades internas especiales que funcionan independientemente tomando una como respaldo. Finalmente, los servidores descritos, como los espejos, DNS (*domain name system*), NTP (*network time protocol*), dan estabilidad a las redes de los miembros y usuarios del IXP.

6.4.1 Arquitectura tecnológica de IXP interregional

Comenzando por los puntos de conexión interregional, las premisas de capacidad para el punto de Panamá son las siguientes (ver Cuadro 6.24):

Indicadores	Capacidad inicial	Capacidad a dos años
Número de puertos	13	20
Ancho de banda	7,32 Gbps	10,9 Gbps
Ancho de banda agregado (*)	24,7 Gbps	37 Gbps
Número de ISP locales	3	4

(*) Nota: Éste es el ancho de banda local mas CDN

Fuente: *Análisis TAS*.

Cuadro 6.23.
Modelos de arquitecturas tecnológicas

Cuadro 6.24.
IXP Panamá:
Supuestos de capacidad

Cuadro 6.25.
IXP Panamá:
Equipamiento requerido

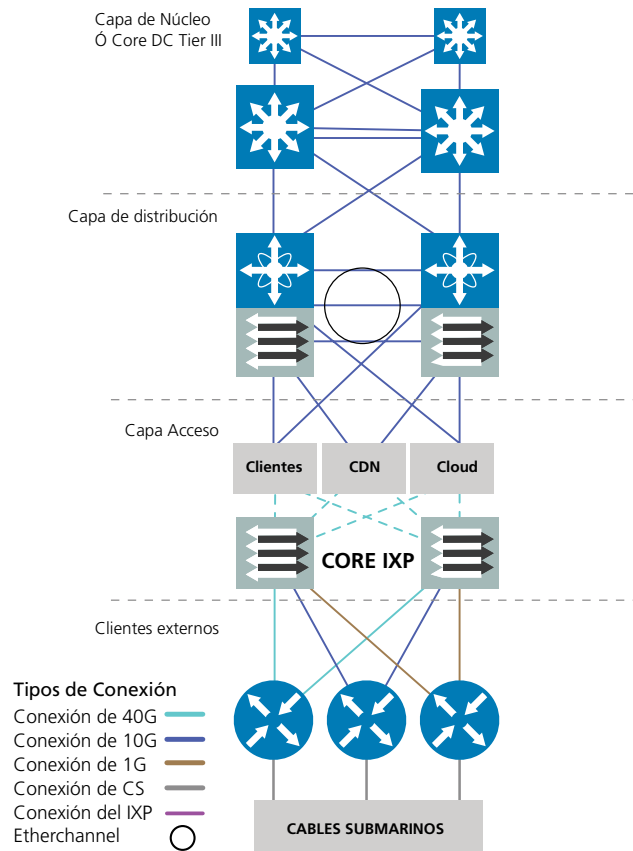
Equipamiento (*)	Marca y modelo	Cantidad
Switches capa 3 de 10 gigas	Cisco C4900M/Black Diamond X8/Brocade MLX-8	2
Racks para servidores	42U Server Cabinet Genérico	100
Organizador de fibra óptica	Panduit	2
Aire acondicionado de precisión	Liebert Datamate Precisión Cooling Sistema 5 ton	2
Planta de energía	Perkins / cumings 60 Kva	2
UPS	UPS APM 40 KVA respaldo interno	2
Servidores de monitoreo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor NTP	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor espejo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidores de DNS caching	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor de respaldo	PowerEdge R210 II Rack Server	1
Equipo de cómputo	Apple Mac Book	2
Servidor web	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Impresora	Genérico	1

(*) Ver definiciones en anexo D
Fuente: Análisis TAS.

A partir de estas premisas se definieron los equipamientos para el IXP de Panamá (ver Cuadro 6.25).

La configuración tecnológica de un centro de interconexión interregional está basada en tres capas o layers (núcleo, distribución y acceso) (ver Figura 6.8).

Figura 6.8.
TIXP Panamá: Configuración tecnológica



Cada IXP interregional incluye un *data center* tier IV para ofrecer servicio de colocación. El equipamiento para colocación de los IXP interregionales sería el siguiente (ver Cuadro 6.26):

Equipamiento	Marca y modelo	Cantidad
**Switches L3 10/40/100G	Catalyst 6500/ 6509/ X8/Brocade MLX-8	2
**Switches L3 10/40/100G	Cisco Nexus 7000	2
Switches capa 3	Cisco C4900M / 3750 / ASR 1004	2
Switches	WS-C3750X-48P-L	2
Seguridad	ASA 5585-X	2
Racks para servidores	42U Server Cabinet Genérico	100
Aire acondicionado de precisión	Liebert Datamate Precisión Cooling Sis. 75 ton	2
Planta de energía	Perkins / cumings 370 Kva	2
UPS	UPS APM 200 KVA respaldo interno	2
Servidores monitoreo, NTP	PowerEdge R210 II Rack Server	4
Servidores DNS caching	PowerEdge R210 II Rack Server	2

Cuadro 6.26.
IXP Panamá:
Equipamiento de colocación (*)

(*) Ver definiciones en anexo D
(**) Configuración para el core, opción 1 y 2
Fuente: Análisis TAS.

La configuración de equipamiento de colocación tier IV para los tres centros interregionales sería la siguiente (ver Figura 6.9):

Diagrama Tier IV

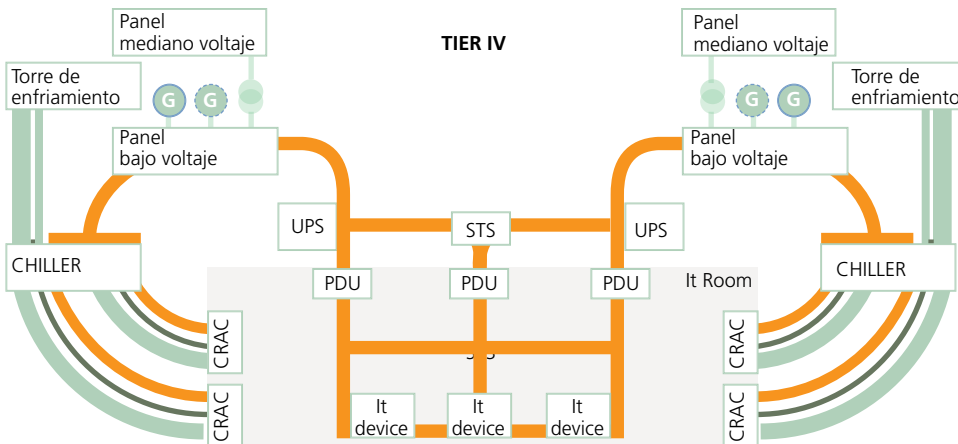


Figura 6.9.
Configuración tecnológica de colocación

6.4.2. Arquitectura tecnológica de IXP nacional (nivel 1)

Las premisas de capacidad para los centros de interconexión nacionales (nivel 1) son las siguientes (ver Cuadro 6.27):

Indicadores	Capacidad inicial	Capacidad a dos años
Número de puertos	7	>20 (*)
Tráfico agregado	12 Gbps	>18 Gbps
Ancho de banda	2,1 Gbps	5,4 Gbps
Número de ISP locales	3	>6

Cuadro 6.27.
Supuestos de capacidad requerida por IXP nacionales (nivel 1)

(*) El número de puertos es más alto que en el caso de IXP inter-regional porque este último cuenta con puertos de 100 GB mientras que la capacidad de los nacionales es de entre 10 y 1 GB
Fuente: Análisis TAS.

En consecuencia, el equipamiento inicial de los centros de interconexión nacional (nivel 1) sería el siguiente (Cuadro 6.28):

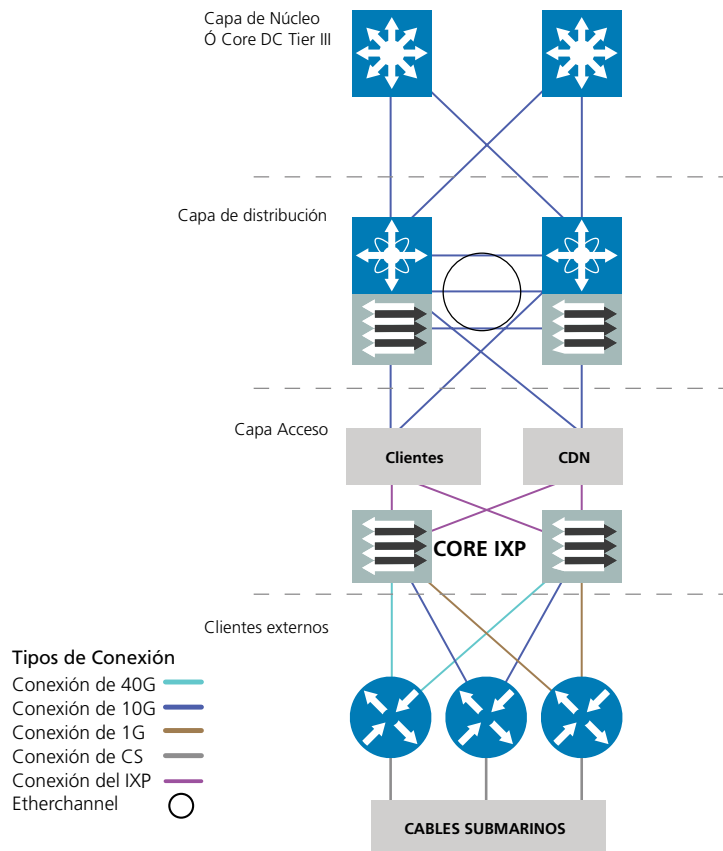
Cuadro 6.28.
IXP Panamá:
Equipamiento requerido

Equipamiento (*)	Marca y modelo	Cantidad
Switches capa 3 de 10 gigas	Cisco C4900M/Black Diamond X8/Brocade MLX-8	2
Racks para servidores	42U Server Cabinet Genérico	5
Organizador de fibra óptica	Panduit	2
Aire acondicionado de precisión	Liebert Datamate Precisión Cooling Sistema 5 ton	2
Planta de energía	Perkins / cumings 60 Kva	1
UPS	UPS APM 40 KVA respaldo interno	1
Servidores de monitoreo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor NTP	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor espejo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidores de DNS <i> caching</i>	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor de respaldo	PowerEdge R210 II Rack Server	1
Equipo de cómputo	Apple Mac Book	2
Servidor web	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Impresora	Genérico	1

Nota: El equipamiento puede cambiar por IXP en el tipo de switch y cantidad, mientras que lo demás debe de constituirse igual; por otra parte, al agregar colocación, cambia la estructura electromecánica
Fuente: Análisis TAS.

La configuración de un IXP nacional (nivel 1) es similar a la de un IXP interregional, aunque la capa de acceso es menos desarrollada (ver Figura 6.10).

Figura 6.10.
Configuración tecnológica de IXP nacional (nivel 1)



(*) Ver definiciones en anexo D
Fuente: Análisis TAS.

De manera similar a los IXP interregionales, la arquitectura tecnológica del punto de interconexión nacional (nivel 1) incluye un *data center* para colocación. Sin embargo, a diferencia de los IXP interregionales, el *data center* es tier III. El equipamiento sería el siguiente (ver Cuadro 6.29).

Equipamiento (*)	Marca y modelo	Cantidad
Switches capa 3 de 10 G	Cisco 4900	2
Switches capa 3	Cisco 3750	2
Switches Capa 2	Cisco 2950	2-4
Racks para servidores	42U Server Cabinet Genérico	20
Organizador de fibra óptica	Panduit	2
Aire acondicionado de precisión	Liebert Datamate Precisión Cooling Sistema 10 ton	2
Planta de energía	Perkins / cumings 75 Kva	2
UPS	UPS APM 80 KVA respaldo interno	1
Servidores de monitoreo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor NTP	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor espejo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidores de DNS <i> caching </i>	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor de respaldo	PowerEdge R210 II Rack Server	1

Cuadro 6.29.

Equipamiento de colocación para cada IXP nacional (nivel 1)

Nota: El equipamiento puede cambiar por IXP en el tipo de switch y cantidad, mientras que lo demás debe de constituirse igual; por otra parte, al agregar colocación, cambia la estructura electromecánica
Fuente: Análisis TAS.

La configuración de equipamiento de colocación tier III para los centros nacionales (nivel 1) sería la siguiente (ver Figura 6.11):

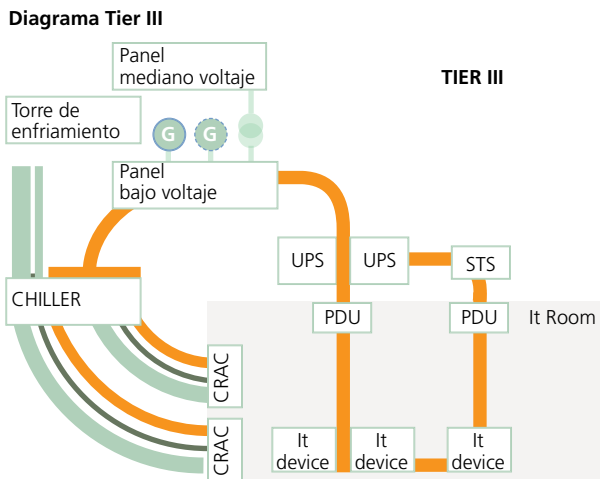


Figura 6.11.

Configuración tecnológica de IXP nacional (nivel 1)

(*) Ver definiciones en anexo D
Fuente: Análisis TAS.

6.4.3. Arquitectura tecnológica de IXP nacional (nivel 2)

A diferencia de los centros nacionales (nivel 1) tratados en la sección anterior, los centros nacionales (nivel 2) consisten en puntos de agregación y entrega de tráfico nacional de países pequeños y medianos (IXP autónomos). Las premisas de capacidad para estos centros varían por país (Cuadro 6.30).

Cuadro 6.30.

Supuestos de capacidad requerida por IXP nacionales (nivel 2)

Indicadores	Costa Rica		El Salvador		Honduras		Guatemala	
	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años
Número de puertos	7	20	7	14	7	12	7	22
Tráfico agregado	6 G	8,64 G	1,6 G	2,3 G	1,5 G	2,16 G	6,7 G	9,65 G
Ancho de banda	0,5 G	0,86 G	0,4 G	0,56 G	0,24 G	0,35 G	0,62 G	0,92 G
Número de ISP	3	6	3	4	3	5	3	7

Indicadores	Nicaragua		La Paz		Asunción		Arequipa	
	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años	Capacidad inicial	Capacidad a dos años
Número de puertos	7	+8	7	+8	7	10	3	6
Tráfico agregado	1,2 G	1,7 G	0,15 G	0,21 G	4 G	1,7 G	0,6 G	0,90
Ancho de banda	0,36 G	0,52	0,05 G	0,02 G	0,36 G	0,52 G	0,06 G	0,08 G
Número de ISP	3	4	3	4	3	10	3	5

Fuente: Análisis TAS.

Dadas las diferencias de capacidad, el equipamiento inicial de los centros de interconexión nacional (nivel 2) puede cambiar por IXP en el tipo de *switch* y cantidad de los mismos. El resto del equipamiento sería el mismo (ver Cuadro 6.31).

Cuadro 6.31.

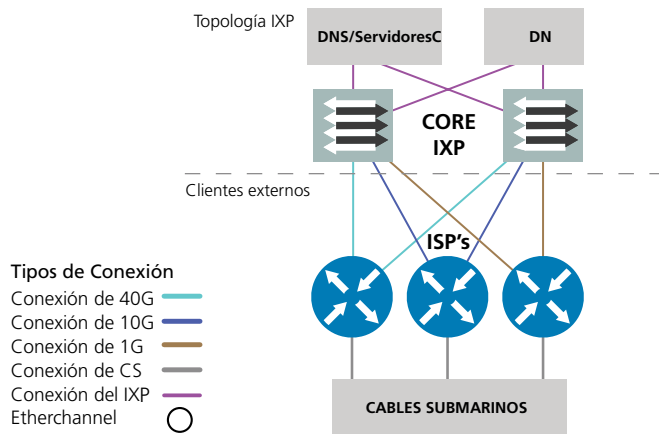
Equipamiento para cada IXP nacional (nivel 2)

Equipamiento	Marca y modelo	Cantidad
Switches capa 3 de 10 gigas	Cisco C4900M	2
Racks para servidores	42U Server Cabinet Genérico	4
Organizador de fibra óptica	Panduit	1
Aire acondicionado de precisión	Liebert Datamate Precisión Cooling Sistema 5 ton	1
Planta de energía	Perkins / cumings 60 Kva	1
UPS	UPS APM 40 KVA respaldo interno	2
Servidores de monitoreo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor NTP	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor espejo	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidores de DNS caching	PowerEdge R210 II Rack Server	2
Servidor de respaldo	PowerEdge R210 II Rack Server	1
Equipo de cómputo	Apple Mac Book	2
Servidor web	PowerEdge R210 II Rack Server	1
Impresora	Generic	1

Fuente: Análisis TAS.

La arquitectura tecnológica de interconexión nacional (nivel 2) es sensiblemente menor a la de los otros IXP (ver Figura 6.12).

Es importante señalar que si en el futuro se desea que exista el servicio de colocación en los centros nivel 2, se debe modificar la topología, ya que el mínimo recomendado por estándar es nivel 1 (tier III).

**Figura 6.12.**

Configuración tecnológica de IXP nacionales (nivel 2)

(*) Ver definiciones en anexo D

Fuente: Análisis TAS

6.4.4. Arquitectura tecnológica de IXP domésticos

Las premisas de capacidad para los centros de interconexión domésticos son las siguientes (ver Cuadro 6.32):

Indicadores	Capacidad inicial	Capacidad a dos años
Número de puertos	4	6
Tráfico agregado	1 Gbps	2 Gbps
Ancho de banda	0,3 Gbps	1,8 Gbps
Número de ISP locales	3	5

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 6.32.

Supuestos de capacidad requerida por cada IXP doméstico

En consecuencia, el equipamiento inicial de los centros de interconexión doméstico es el siguiente (Cuadro 6.33):

Equipamiento	Marca y modelo	Cantidad
Switches capa 2 de 1 G	Catalyst 3560	2
Racks para servidores	42U Server Cabinet Generic	1
Organizador de fibra óptica	Panduit	1
Servidores de monitoreo	PowerEdge R210 II Rack Server	1

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 6.33.

Equipamiento para cada IXP doméstico

6.4.5. Software requerido

Desde el punto de vista de software, estos centros utilizarían versiones *Open Source* de las siguientes aplicaciones y sistemas (ver Cuadro 6.34):

En los últimos años, los *data centers* realizan sus giros de ventas en la colocación; los servicios de almacenaje (*hosting*) y *cloud*, son servicios opcionales. Los clientes potenciales están interesados en 4 variables en un *data center*: enfriamiento, energía, seguridad y conectividad. Por lo general instalan toda su infraestructura física (*router*, *switches*, servidores, sistema operativo y software) dentro del *rack*.

Cuadro 6.34.
Software requerido

Tipo	Software
Sistemas operativos	<ul style="list-style-type: none"> • FreeBSD, OpenBSD • Debian • Centos • RedHat (USD349-USD2500)
Software de Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • openQRM • Nagios • Cacti • Munin
DNS software	<ul style="list-style-type: none"> • Bind • NSD: Name Server Daemon • Unbound
Cloud software (servicio de cloud computing)	<ul style="list-style-type: none"> • OpenStack Open Source Cloud Computing Software • Eucalyptus Open Source Cloud Computing Software • Oracle Private Cloud • RightScale cloud management
<i>Hosting</i> (servicio de <i>hosting</i> , en el caso de que se evaluara como alternativa de producto)	<ul style="list-style-type: none"> • Cpanel (USD300 x Mes)
Licencias de virtual server <i>software</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vmware (USD 3000- USD11000)
Base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • MariaDB, MySQL, Cassandra

Fuente: Análisis TAS.

7.

PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE NEGOCIOS PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

7.1.
Modelos de negocio

7.2.
Identificación de agentes
clave de la región

7.3.
Esquema de modelo
operativo y de gobernanza

7.4.
Modelos financieros

PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE NEGOCIOS PARA LA INTERCONEXIÓN DE INTERNET EN AMÉRICA LATINA

Este capítulo presenta las definiciones del modelo de negocios, marco organizativo y modelo financiero del marco de acción para el desarrollo de IXP en América Latina. En primer lugar, se definen los modelos de negocio de interconexión y colocación, identificando la combinación de ambos modelos de acuerdo a cada uno de los IXP recomendados. A partir de ello, se identifican los agentes que deberían liderar el proceso de despliegue de IXP por país. Definido los agentes clave, se especifican los modelos operativos y de gobernanza más adaptados a las particularidades de cada país de la región. Finalmente, basado en el plan de recursos y modelo técnico, el capítulo define los modelos financieros que permiten determinar el capital de inversión necesario y la rentabilidad de proyecto por cada modelo de IXP.

7.1 MODELOS DE NEGOCIO

Un IXP puede implantar uno de dos modelos de negocio alternativos: la interconexión pura o la interconexión sumada a la colocación. La interconexión pura alberga un modelo de *peering* abierto de “todos contra todos”. Este está basado en una malla donde cada uno de los miembros se conecta directamente con los otros miembros, mientras que el IXP es un observador que monitorea los anuncios de BGP¹ y asegura que todos estén interconectados con todos. Bajo este modelo todos los participantes menos los CDN² pagan ingresos para apoyar inversiones futuras, generalmente estructurados como pagos anuales y por puerto.

El modelo de interconexión con colocación combina el negocio de *data center* con el de interconexión. En este caso, el negocio no solo funciona como punto de interconexión, sino que además presta servicios conexos de alojamiento. Bajo este modelo, pueden interconectarse desde grandes *carriers*, hasta pequeñas empresas que requieren de poco espacio (tan solo unos *racks*). Este IXP / *data center* podría además cumplir el papel de redundancia/espejo/*backup* a otros IXP. Los ISP pueden conectarse solamente para vender o comprar tránsito, y el *peering* multilateral no es mandatorio. El modelo tiene la

1. BGP (*Border Gateway Protocol*) es un protocolo de red que utilizan todos los ISP para conectarse y anunciar sus redes. Con este protocolo se comparte la información de cada uno de los ISP y de esta forma se intercambia el tráfico.

2. Los CDN se incluyen en ambos modelos, ya que para que el IXP sea atractivo es recomendable que tenga contenido.

posibilidad de realizar enrutamiento gestionado³, proveer servicios de *cross-connect*⁴ y de redes privadas virtuales VLAN⁵.

En términos generales, dados los beneficios de la integración vertical, la proximidad comercial entre el *data center* y el IXP es crítica para los centros interregionales y nacionales. La relación entre el *data center* y el IXP es altamente sinérgica. En general, los sitios de colocación están compitiendo por alojar la infraestructura del IXP, aunque preservando la independencia y la neutralidad del mismo. En muchos casos, en la medida de que el IXP actúa como atractivo para la venta de espacio de colocación, los *data center* no cobran a los IXP por la provisión de espacio, electricidad y servicios. En este sentido, cuando los IXP exploran oportunidades de expansión geográfica, están guiados por la disponibilidad de *data center*.

La integración vertical trae los siguientes beneficios: Un IXP por si solo está limitado a los ISP y otros clientes; la integración con un *data center* trae consigo que todos los usuarios del *data center*, por defecto, puedan beneficiarse del IXP (por ejemplo, un sistema de VoIP, un sistema de correo (correos del gobierno u otras instituciones), páginas web del país, etc.) El *data center* trae consigo más clientes y más tráfico intercambiado dentro del IXP. En este sentido, una estrategia de desarrollo del sector debe involucrar la creación de incentivos para el despliegue de *data centers* ligados al IXP. Una infraestructura de centros de cómputo atrae a los proveedores de contenido globales con lo que estos pueden actuar como anclas para el desarrollo de IXP (ver la importancia de grandes clientes en el modelo financiero).

En este contexto, cada IXP recomendado asume una combinación específica de los dos modelos de negocio. Los tres puntos interregionales (Panamá, Fortaleza y Chilca) ofrecen interconexión y colocación.

Los modelos de negocio de IXP nacionales de nivel 1 (Bogotá, Medellín, Ciudad de México) y nivel 2 (San José, Tegucigalpa, San Salvador, Ciudad de Guatemala, La Paz y Asunción) pueden adoptar dos modelos de negocio alternativos: IXP autónomo o IXP y colocación. Para definir si se establece un IXP autónomo o un IXP con colocación se tiene en cuenta la inversión que se desea realizar y el tamaño del mercado. Un IXP autónomo incluye servidores CDN, equipo de los ISP y organizadores de fibra óptica. Un IXP con colocación implica funcionar como un *data center*, atraer más clientes y además tener el IXP dentro del catálogo de servicios.

3. Enrutamiento gestionado es la posibilidad de hacer el tráfico más inteligente con el fin de aprovechar 100% de los CDN dentro del IXP, ya que el ISP no va a tener un límite de consumo como lo tiene con los cables submarinos.

4. *Cross-connect* es una posibilidad de que dos ISP se conecten dentro del IXP, con el fin de que uno le venda servicios o ancho de banda internacional al otro; sin embargo, esto dependerá de las políticas de cada país.

5. VLAN son redes privadas virtuales. Esto significa que, por ejemplo, si un ISP, por alguna razón debe conectar otra red que está fuera de su rango de direccionamiento, en lugar de poner otro cable físico de fibra óptica, por su mismo cable y puerto asignado puede configurar otra red. Compartiendo su infraestructura (puerto y cable de fibra óptica), esto solo se lograría si las políticas del IXP lo permiten a nivel de los sistemas y es legal.

De la misma manera, los puntos domésticos principales en Colombia (Medellín) y México (Monterrey y Guadalajara) pueden adoptar los modelos de IXP autónomo o IXP y colocación. El resto de los puntos domésticos (Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Tijuana, Querétaro, Santa Cruz, Cochabamba, Trujillo, Arequipa, y Cuzco) deben ser estructurados con base en un negocio de IXP autónomo.

Ambos modelos de negocio están basados en una fórmula de ingresos simplificada con base en la experiencia internacional. En el negocio de IXP, los ISP son miembros del IXP y pagan una cuota de inscripción, una cuota anual y una tarifa por puerto y capacidad (generalmente no se cobra tarifa por instalación). La cuota de inscripción está destinada a un fondo se reserva para inversiones futuras. La cuota anual y la tarifa por puerto cubre gastos operativos. Las tarifas por puerto son definidas de manera escalonada: 1 GB, USD 1.500; 10GB, USD 3.000; 40GB, USD 4.500; 100 GB, USD 8.500. Los ISP adquieren también un puerto adicional para redundancia y se les aplica 50% de descuento. Los clientes (bancos, universidades, gobiernos) pagan por puerto, generalmente de 1 GB. El número de clientes y los ISP crecen al mismo tiempo que el tráfico local; el *cache* internacional crece en proporción determinada por las matrices de tráfico (ver Capítulo 4).

En el negocio de colocación, se vende espacio en el *data center*, medido en precio por *rack* unificado (USD 4.500/mes). En este caso, el precio por puerto es gratuito (es un subsidio cruzado). Asimismo, se considera que el centro no empieza a funcionar a menos que tenga un 60% del espacio pre-vendido.

Todos los modelos de negocio recomendados arriba suponen ciertas consideraciones clave para asegurar una escalabilidad progresiva. Como se analiza en las mejores prácticas internacionales, las categorías de costos a considerar en el lanzamiento de un IXP deben incluir equipamiento de conmutación (principalmente *switches*), energía eléctrica, circuitos de telecomunicaciones y costos de seguridad. En términos generales, muchos IXP utilizan equipamiento reacondicionado para reducir costos y asignan un grupo reducido de recursos humanos. Sin embargo, en la experiencia de algunos IXP en el terreno internacional, este modelo no es escalable en el sentido de que no puede aceptar altos flujos de tráfico, solamente servido por equipamiento más grande. Por lo tanto, el modelo de negocios supuesto incluye la compra de equipamiento nuevo y la estructuración de una plantilla de personal a tiempo completo para garantizar un crecimiento sostenido.

A nivel de OPEX, se consideran los salarios, arriendos de fibra y/o tránsito, servicios públicos y mantenimiento. Los arriendos de fibra y/o tránsito son costos claves en los modelos y se supone que disminuyen en la medida que el tráfico aumenta y hay más poder de negociación. En este sentido, es posible que se necesite la participación del ente regulador en la definición de techos que permitan la adecuada comunicación entre los IXP regionales con el IXP nacional.

Finalmente, el modelo incorpora algunas de las mejores prácticas de lanzamiento e incubación identificadas en el análisis de la experiencia internacional. Por ejemplo, el capital

de trabajo debe ser igual a 25% de las ventas. Las reservas por gastos impredecibles (*unforeseen*) deben ser aproximadamente USD 1,3 millones (en los IXP sin fines de lucro se tiende a asignar la renta anual al fondo de reserva). En el modelo financiero, los gastos impredecibles son considerados en el fondo de reserva.

El principio fundamental en el lanzamiento de un IXP es considerarlo un *start-up* en el que se controlan los costos fijos cuidadosamente hasta alcanzar la masa crítica. Como principio basado en economías de escala, hasta que alcanza los 20 miembros, y pueda generar suficiente tráfico para cubrir los costos operativos, no es necesario reclutar más que un solo FTE. Ahora bien, si uno de los primeros miembros es un proveedor de contenido (por ejemplo, Google, Akamai), esto modifica los parámetros debido al volumen de tráfico generado por este solo miembro.

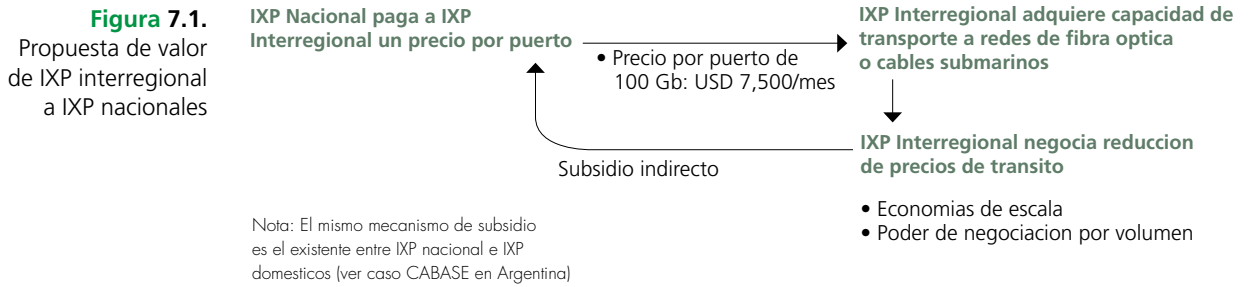
Para alcanzar una masa crítica se pueden lanzar promociones como garantizar 50% de descuento para el primer año y tres meses de prueba gratuita para los primeros cinco clientes que adquieran puertos. La incorporación de un miembro grande (Google, Akamai) resulta en una reducción significativa de costos — se estima que aproximadamente hay un ahorro de 35% en los enlaces internacionales, por lo que los ISP pueden tener un crecimiento de hasta un 20% sin invertir en la compra de más capacidad internacional. Esto se debe a que el CDN instala su propio equipamiento y genera una reducción en costos de tránsito internacional y ahorro en ancho de banda⁶. El ahorro en ancho de banda justifica la entrega de un puerto gratis al CDN para que realicen *caching* en el punto de colocación.

Es en este marco que el IXP debe adoptar principios dinámicos de gestión. En términos puramente teóricos, el IXP no debe ser desplegado si no existe suficiente masa crítica de miembros y tráfico interconectado — como mínimo, se requieren 3 ISP más al menos uno de los CDN de mayor participación. Bajo este escenario, esto hace que otros ISP o posibles usuarios consideren atractivo unirse, ya que el ahorro de tráfico es significativo.

En realidad, la experiencia muestra que dos efectos son posibles. En primer lugar, el despliegue ocurre, en muchos casos, bajo la premisa de que una vez construido, los miembros se adherirán, lo que crea un desequilibrio entre el capital invertido y la tasa de retorno. La ocurrencia de este efecto se debe a que, en muchos casos, factores políticos o de “exuberancia irracional” entran en juego, modificando las variables del caso de inversión. El segundo efecto se debe al *churn* natural de miembros, lo que determina que lo que en un momento determinado era una masa crítica, desaparece si uno de los miembros decide retirarse del IXP y encarar la interconexión de manera privada porque esta es una alternativa más rentable. Si estos efectos ocurren, el IXP debe tener suficiente flexibilidad para poder realizar cambios en su perfil económico-financiero para adaptarse a la nueva situación o asegurarse desde un inicio que cuenta con la participación de los agentes mínimos requeridos.

6. El mayor porcentaje de consumo de un ISP son los CDN (YouTube, Akamai) que contienen más de 7 millones de páginas web, servidores espejos de Linux, Netflix, etc. Todo este tráfico sumado da alrededor de un 35% de ahorro fijo en los enlaces internacionales; al ISP tener esa capacidad ociosa, puede desplegar promociones para sus clientes y tener un crecimiento de clientes de hasta un 20% o más sin invertir en compra de más capacidad internacional.

Para finalizar, uno de los aspectos esenciales para asegurar la viabilidad de los centros interregionales de Panamá, Chilca y Fortaleza es la capacidad de atracción de tráfico de los IXP nacionales. En este sentido, para atraer tráfico internacional a los centros interregionales se supone un modelo de subsidio de los mismos a los IXP nacionales (ver Figura 7.1).



Corresponde mencionar que el mismo mecanismo de subsidio es el existente entre el IXP nacional e IXP domésticos (ver caso CABASE en Argentina).

7.2. IDENTIFICACIÓN DE AGENTES CLAVE DE LA REGIÓN

La determinación de agentes clave para el desarrollo de IXP está basada en la infraestructura desplegada por país (ver Figura 7.2).

Figura 7.2. Metodología para la identificación de agentes clave

Recomendaciones de localización de IXP	Identificación de agentes potenciales	Definición de criterios de selección	Determinación de agentes clave
<ul style="list-style-type: none"> • Panamá • América Central (Costa Rica, Guatemala, Honduras y Belice) • Colombia (Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Pereira) • México (México D.F., Tijuana, Monterrey, Mérida, Queretano, Guadalajara, Ciudad Juárez) • Perú (Chilca, Arequipa, Cuzco, Trujillo) • Bolivia (La Paz, Santa Cruz, Cochabamba, Paraguay (la Asunción) 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones de ISP • Cámaras empresarias • Empresas privadas (<i>carrier de carrier, data centers, etc.</i>) • Asociaciones de redes universitarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite acuerdos bilaterales y multilaterales • Es operado de forma neutral sin prácticas discriminatorias • Detenmina precios de orientados a costos • Nopresenta limitaciones en el acceso o coubicación • E.E.U.U. redundancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Si existe en la actualidad como IXP, que no presente obstáculos planteados por sus miembros

El análisis de la experiencia latinoamericana ha permitido identificar un número de agentes potenciales para liderar el despliegue de IXP en los países bajo consideración en la propuesta marco⁷. Los agentes potenciales han sido categorizados en cuatro grupos:

7. Esto excluye Brasil y Argentina, dado que ambos países ya cuentan con una infraestructura desarrollada.

- **Asociaciones de ISP:** Son considerados como la instancia más interesada y la que se encuentra reflejada en gran parte de la experiencia internacional.
- **Cámaras empresarias:** En algunos países, las cámaras empresariales pueden asumir el liderazgo en el despliegue (sobre todo si la asociación de ISP no está muy desarrollada).
- **Operadores:** Dadas las tendencias a la integración vertical entre transporte e interconexión, haciendo la salvedad respecto la preservación de neutralidad, es importante considerar a operadores, especialmente *carriers de carriers*, como agentes clave.
- **Asociaciones de redes universitarias:** Se incluyen considerando su participación histórica en el lanzamiento de ISP y su permanencia en algunas de las experiencias de la actualidad (Hong Kong, Seattle).

El siguiente Cuadro resume los agentes potenciales identificados (Cuadro 7.1):

Cuadro 7.1.
Identificación de agentes clave

Colombia	Asociaciones de ISP	Cámaras empresarias	Operadores	Asociaciones de redes universitarias
		CCIT-Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones	Internexa	RENATA: Redes académicas de tecnología avanzada y las redes regionales: RUAN (Valle), RUTA CARIBE y RIESCAR, RADAR (Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima) y UNIREN (Santanderes y Boyacá)
Panamá	Intered	CAPATE—Cámara Panameña de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones	Internexa	RedCyT: Red Científica y Tecnológica
Perú	NAP Perú (asociación de telecom e ISP)		Internexa	
México	AMIPCI: Asociación Mexicana de Internet		CFE	CUDI
Costa Rica	Cámara de Telecomunicaciones y Proveedores de Servicio de Internet	CAMTIC-- Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación	REDCA	RedCONARE: Consejo Nacional de Rectores
Guatemala		Gremial de Empresas Informáticas de Guatemala		RAGIE--Red Avanzada Guatemalteca de Investigación y Educación
Honduras		CCIC: Cámara de Comercio e Industria de Cortes		
Bolivia		CBTI--Cámara Bolivariana de Tecnologías de la Información	Entel, COTAS	Adsib: Agencia para el desarrollo de la sociedad de la información en Bolivia
Paraguay		CAPADI—Cámara Paraguaya de Internet	COPACO	Arando
El Salvador	IXSAL (asociación de ISP a cargo de IXP)			

Fuentes: Análisis TAS.

Sobre la base de esta lista, se identificaron los agentes más adecuados para liderar el esfuerzo de construcción y despliegue de IXP para cada alternativa (ver Cuadro 7.2).

7.2.1 Internexa (Colombia, Panamá y Perú)

Para el despliegue de los IXP en Colombia y el IXP interregional de Panamá se recomienda Internexa. Internexa es un *carrier de carriers* que se ha integrado verticalmente para prestar servicio de interconexión y de *data center* en la región. La empresa ha

Cuadro 7.2.
Recomendaciones de agentes clave
para cada IXP

País	Agente clave para implantación de IXP
Colombia	Internexa/NAP Colombia
Panamá	Internexa
Perú	Ganador de la Licitación de la Red Dorsal/NAP Perú
México	SCT y CFE con varios socios (CUDI, Kio Networks, Megacable, Nextel, Redit)
Costa Rica	Cámara de Telecomunicaciones y Proveedores de Servicio de Internet
Belice	PuntoBZ
Guatemala	Gremial de Empresas Informáticas de Guatemala
Honduras	CCIC: Cámara de Comercio e Industria de Cortés
Bolivia	ENTEL - Operador público
Nicaragua	IXP Nicaragua (dependiente de la Universidad Nacional de Nicaragua)
Paraguay	CAPADI—Cámara Paraguay de Internet

Fuentes: *Análisis TAS.*

desplegado más de 21.000 km de red terrestre en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, Brasil y próximamente en América Central. La red de infraestructura de comunicaciones terrestres se soporta sobre la red de transmisión eléctrica de ISA, que es una empresa estatal colombiana. Sin embargo, en otros países de la región, Internexa es una entidad privada. Internexa únicamente presta servicio a operadores en la región que tengan las licencias correspondientes en cada uno de los países⁸.

Internexa ha instalado también dos *data centers*, en São Paulo y Medellín, y busca promover el traslado de contenido en la región (por ejemplo, firmando un acuerdo con Netflix). Para el usuario final, su propuesta de valor incluye una disminución de la latencia.

Internexa está interesada inicialmente en liderar el despliegue de IXP en Colombia y Perú. La propuesta de localización de IXP es consistente con la visión de la empresa. El operador está de acuerdo con los puntos de despliegue tanto en Colombia como en Perú, ya que ve a este último país como punto de interconexión entre la Región Andina y el Cono Sur. Por otra parte, la propuesta de localización se puede beneficiar directamente de la infraestructura de Internexa ya existente.

El operador ve a Colombia como un sitio apropiado para iniciar un esfuerzo de IXP, si existe el apoyo de MINTIC para estimular el acercamiento con el NAP Colombia para la creación de un IXP nacional basado en Bogotá. La entrada de Internexa en el sector de IXP colombianos deberá sumar la presencia del NAP Colombia. NAP Colombia se creó hace 15 años bajo la administración de la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT). El NAP Colombia es el principal punto de intercambio de tráfico local en Colombia y su objetivo es optimizar el uso de la infraestructura local permitiendo que los usuarios consulten el contenido local sin hacer uso de los canales internacionales. La entidad concentra 18 miembros que representan más de 90% de los usuarios de Internet en el país — entre los que están todos los operadores móviles y principales ISP, proveedores de infraestructura, *data centers* y proveedores de servicios corporativos de comunicaciones (ver Cuadro 7.3).

8. Fuente: Entrevistas con Internexa.

Cuadro 7.3.

NAP Colombia: Lista de miembros

Categoría	Miembros	Descripción
Operadores/ISP	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica • Telmex • Comcel • UNE-EPM • ETB • Tigo 	<ul style="list-style-type: none"> • Principal ISP del país con más del 34% de cuota de mercado • Segundo ISP del país con más del 25% de cuota de mercado • Principal operador móvil con más del 62% del mercado • Tercer ISP del país con más del 16% del mercado • Quinto ISP del país con más del 8% del mercado • Cuarto ISP del país con más del 9% del mercado
Carrier de carriers	<ul style="list-style-type: none"> • Internexa • Columbus Network • Global Crossing • IFX Networks • Azteca 	<ul style="list-style-type: none"> • Compañía de infraestructura de conectividad (Principalmente en Sudamérica) • Compañía de infraestructura de conectividad (Centro América) • Compañía de infraestructura de conectividad (A nivel mundial) • Infraestructura de conectividad que une en el NAP de las Américas • Compañía de infraestructura de conectividad (Colombia) – Despliegue de fibra óptica
Data centers	<ul style="list-style-type: none"> • Diveo 	<ul style="list-style-type: none"> • Filial colombiana de UOL Diveo, el mayor proveedor de datos e infraestructura de TI de Brasil
Servicios corporativos	<ul style="list-style-type: none"> • Media Commerce • British Telecom • Orange • Red Uno • Synapsis • Marc@net 	<ul style="list-style-type: none"> • Operador de redes de fibra óptica • Servicios administrados de TI sobre redes • Servicios corporativos • Telefonía IP y servicios dedicados • Data center y soluciones TI empresariales • Soluciones empresariales en TI

Fuentes: Análisis TAS.

La combinación de Internexa y el NAP Colombia podría asumir la forma de cooperación técnica. Para asumir una posición de IXP nacional a la que se adiciona el negocio de *data center*, el NAP Colombia debería expandir su infraestructura para acomodar el tráfico adicional a generar, además de la necesidad de espacio en un centro de cómputos. Para ello, el NAP Colombia podría subcontratar a Internexa los servicios para operar su infraestructura.

El despliegue de centros regionales en las ciudades del interior debería ser hecho bajo un régimen diferente. Hasta el momento, el NAP Colombia no tiene planes de expandirse bajo una estructura de IXP regionales. En el pasado, el NAP Colombia había examinado la oportunidad de montar otro IXP en Colombia (en ciudades como Medellín y Barranquilla), pero esto no se concretó. El principal argumento en ese momento fue que el desarrollo de fibra óptica en Colombia hace que no sea muy caro a los diferentes asociados llegar a la ubicación actual del NAP en Bogotá, lo que hace decaer los beneficios resultantes de crear IXP regionales.

Si bien este argumento tiene peso, por el lado positivo, los IXP regionales ayudan a la creación de contenido local y también favorecen la creación y desarrollo de ISP pequeños. En este contexto, se podría considerar que el despliegue de IXP en Medellín, Cali, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga sería responsabilidad de Internexa. Un IXP nacional (nivel 1) en Medellín con base en una oferta de interconexión y colocación podría estar sustentado en el data center ya construido por Internexa en esta ciudad. Los IXP restantes estarían conectados por la red de Internexa ya existente.

Simultáneamente con el despliegue en Colombia, Perú también puede ser un punto inicial de despliegue de un IXP interregional para Internexa, ya que la empresa tiene buenas

relaciones con el gobierno. Por lo tanto, la utilización de Internexa en el caso peruano estará sujeta a su participación en el despliegue de la red dorsal en la medida de que su licitación esté ligada al despliegue de IXP en el país.

En Perú, Internexa estaría interesada en liderar el despliegue de IXP, aunque debería considerarse este esfuerzo en coordinación con el NAP Perú. El NAP Perú es una institución privada que agrupa a los principales operadores de telecomunicaciones e ISP del país (BT, Movistar/Telefónica, RCP, Claro/Telmex, Level (3), Americatel, Optical Networks, Nextel, Internexa y Viettel). El NAP está posicionado como punto de interconexión neutral, gobernado por un consejo directivo, conformado por representantes de cinco de los asociados. La asociación ofrece *multilateral free settlement peering*. Pese al interés de Internexa en liderar el despliegue de IXP en Chilca (interregional), Arequipa, Trujillo y Cuzco, sería importante que este esfuerzo se coordine con la actividad del NAP Perú, residente en Lima/Callao.

7.2.2. Secretaría de Comunicaciones y Transporte (México)

La situación desde el punto de vista de agentes clave en México está, por el momento, en proceso de definirse. Por un lado, tal como se describe en el capítulo 3, el Consejo Universitario para el Desarrollo de Internet (CUDI) ha patrocinado el lanzamiento de un IXP en la Ciudad de México. El alcance de esta iniciativa es limitado, aunque es conveniente continuar estimulando el esfuerzo por su valor de demostración en un país sin desarrollo de la interconexión.

Por otro lado, el protagonismo del despliegue de IXP puede ser asumido por el Estado. La reciente reforma constitucional ha estipulado que el contrato de concesión de telecomunicaciones de la Comisión Federal de Electricidad sea transferido a Telecomm/Telégrafos, que es una empresa paraestatal adscrita a la SCT. La transferencia no incluye los activos, que continuarán siendo propiedad de la CFE. Telecomm deberá planear y ejecutar el crecimiento de la red troncal sobre la infraestructura de la CFE. Aún está por definirse exactamente cuál es el alcance de la transferencia del contrato y cómo se hará la expansión de la red. Dada la inversión requerida (se requieren al menos USD 1000 millones), es muy posible que se recurra a un esquema de asociación público privada (APP). Sin embargo, esto podría aplicar para la operación de la red actual y para la expansión y operación de la nueva red, pero no para la propiedad de la red ya existente. Esto será definido en los próximos meses, junto con el esquema que se utilizará para la red mayorista de última milla que utilizará la banda de 700 MHz. Las decisiones recaen principalmente en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Subsecretaría de Comunicaciones). En la planeación y despliegue de la nueva red, que en principio contempla la construcción de aproximadamente 900 puntos adicionales de entrada (llamados "hoteles" o "mini-hoteles"), puede estipularse que varios de ellos cumplan el papel de IXP. El incremento en la inversión necesaria sería poco significativo, dados los montos del proyecto completo y los ahorros sustanciales que podrían alcanzarse al hacer un despliegue conjunto. Los estudios de viabilidad y la preparación de unas posibles bases de licitación para la asignación de los múltiples contratos de

APP deberán iniciarse en breve y ser concluidos a mediados de 2014, para poder cumplir con las fechas que fueron fijadas en el texto de la reforma.

7.2.3. Cámara de Telecomunicaciones y Proveedores de Servicio de Internet (Costa Rica)

En Costa Rica un acuerdo societario está en proceso de legalización para la creación de una entidad encargada de desplegar el IXP. Este acuerdo está enmarcado en la Ley de Telecomunicaciones y el Reglamento de Interconexión, los que representan el marco regulatorio para su implantación. Por otra parte, el organismo de Política Pública (Vice-rectoría de Telecomunicaciones) está interesado en desplegar un IXP en el país.

Un acuerdo ya ha sido firmado entre los socios fundadores, que incluyen a Tigo, Telefónica y Coopelesca. La asociación recibe el apoyo de Cisco, y la *Internet Society* (ISOC). Sin embargo, el proceso de lanzamiento está demorado momentáneamente debido a las fusiones y adquisiciones en la industria de telecomunicaciones que están ocurriendo en la región⁹.

7.2.4. Entel (Bolivia)

En Bolivia, los operadores telefónicos, liderados por Entel, asumirían la responsabilidad de desplegar los IXP. Entel, las cooperativas telefónicas y los operadores móviles privados (Entel, Telecel, AXS, Cotas, Comteco) han desarrollado una propuesta para desplegar y gestionar tres IXP. Es probable que Entel asuma la posición líder en la estructuración del IXP.

7.2.5. Resto de los países (El Salvador, Nicaragua, Belice, Guatemala, Honduras)

En el resto de los países en la región, la alternativa más clara es replicar el modelo costarricense (ver Cuadro 7.4).

9. En el mes de mayo de 2013, Telefónica vendió 40% de sus acciones en las operaciones de El Salvador, Nicaragua, Guatemala y Panamá por un valor de USD 500 millones a Corporación Multiinversiones (CMI).

Cuadro 7.4.

NAP Colombia: Lista de miembros

País	Situación actual	Recomendación
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> Existe un IXP (IXSAL, administrado por SUVNET), aunque no se encuentra operando a un 100% de capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar diálogo con la Junta Directiva de IXSAL Alternativamente, comenzar un proceso <i>de novo</i> en la definición de IXP
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> Existe un IXP (IXP Nicaragua), alojado en Universidad Nacional de Nicaragua (quien administra también el .ni), con obligaciones de interconexión para vender al gobierno No consta de registro de participación 	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar diálogo con IXP Nicaragua para determinar la factibilidad de apalancar su existencia, bajo condición de modernización
Belice	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP 	<ul style="list-style-type: none"> Considerar .bz como organización para liderar el esfuerzo
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP 	<ul style="list-style-type: none"> Apalancar la Gremial de Empresas Informáticas de Guatemala, bajo consideración de su factibilidad financiera y técnica
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> No existe un IXP La ISOC está intentando fundar un capítulo para estimular la creación de un IXP 	<ul style="list-style-type: none"> Comenzar diálogo con ISP para considerar la factibilidad de construcción de IXP

7.3. ESQUEMA DE MODELO OPERATIVO Y DE GOBERNANZA

Debido a la naturaleza diferente de cada uno de los IXP a desplegar, el modelo operativo a adoptar tendrá características específicas por país (ver Cuadro 7.5).

Cuadro 7.5.
Modelo operativo y de gobernanza de IXP recomendados

IXP	Modelo operativo	Modelo de gobernanza
Panamá y Perú (*)	Organización autónoma operando como parte de la unidad mayorista de transporte de Internexa	Indirectamente, el consejo de dirección de la empresa
México	Entidad neutral sin fines de lucro	El consejo está conformado por los socios fundadores
América Central	Organización sin fines de lucro administrada de forma cooperativa	La gerencia responde a un consejo directivo
Colombia	Organización autónoma operando como parte de la unidad mayorista de transporte	La gerencia reporta a un comité administrativo
Bolivia	Organización autónoma operando como parte de la unidad mayorista de transporte	Responsables de la unidad de negocios reportan a la unidad mayorista de transporte
Paraguay	Organización autónoma operando como parte de la unidad mayorista de transporte	La gerencia reporta a un comité administrativo

(*) El modelo del IXP de Fortaleza sería similar al de Panamá y Perú, aunque la gobernanza reflejaría las características específicas del sector de PTT brasileiro.

De acuerdo con estos principios, se recomienda que el IXP de Panamá sea organizado como una unidad de negocios autónoma (ver Figura 7.3).

Figura 7.3.
IXP de Panamá: Modelo operativo



Como está indicado en la Figura 6.3, la organización del IXP de Panamá tendría una estructura funcional conformada con base en cuatro unidades: administración, marketing, ventas y atención a clientes, e ingeniería de redes. Esta estructura es similar a la encontrada en las mejores prácticas de IXP a nivel internacional. Acompañando a la tasa

de crecimiento proyectada en el modelo técnico (ver capítulo 5) y financiero (ver abajo), la plantilla inicial comienza con 9 FTE y llegaría a 26 a los 10 años (ver Cuadro 7.6).

Función	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gerente general	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Subgerentes	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Ingenieros	2	2	2	2	2	3	3	3	3	6
Administrativos	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6
Atención a clientes	2	2	2	2	2	4	4	4	4	10
Total	9	9	9	9	9	15	15	15	15	26

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 7.6.

Panamá: Recursos humanos

Nuevamente, estos ratios son consistentes con la experiencia internacional presentada en el Capítulo 2.

Cada uno de los IXP de América Central tendría una estructura organizativa más liviana (ver Figura 7.4).

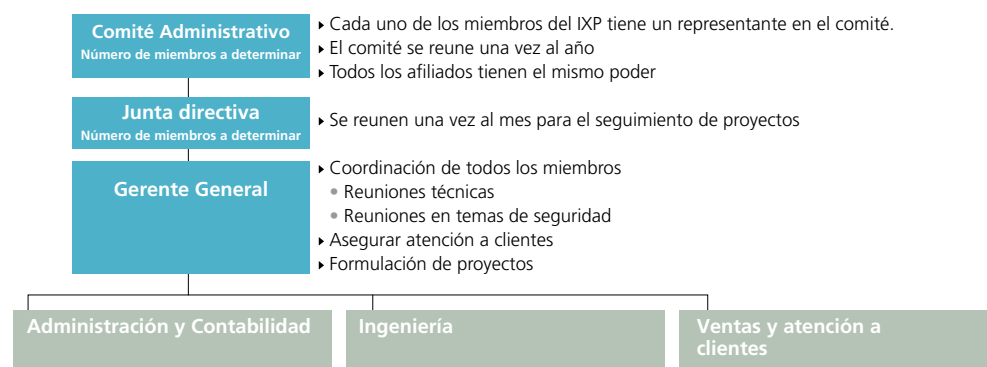


Figura 7.4.

IXP de América Central:
Modelo operativo

La plantilla inicial de recursos humanos para la red de IXP de América Central es de 44 profesionales (ver Cuadro 7.7).

Función	San José	El Salvador	Guatemala	Honduras	Total
Gerente general	1	1	1	1	4
Subgerentes	2	2	2	2	8
Ingenieros	2	2	2	2	8
Administrativos	4	4	4	4	18
Atención a clientes	2	2	2	2	8
Total	11	11	11	11	44

Fuente: Análisis TAS.

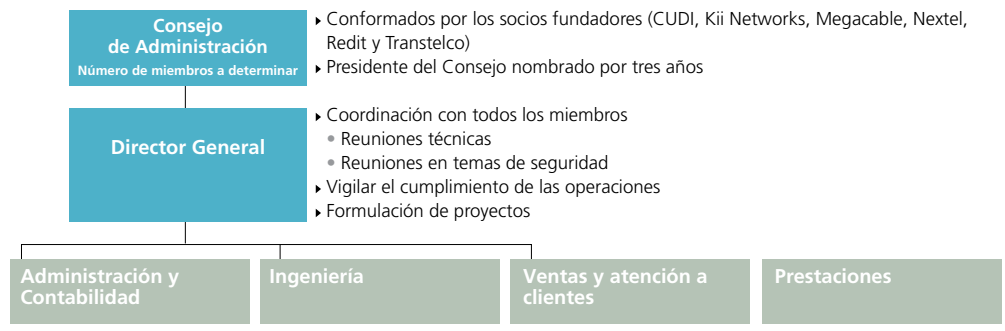
Cuadro 7.7.

IXP de América Central:
Recursos humanos

Esta estructura supone que cada IXP funcionaría de manera autónoma y, por lo tanto, no considera posibles sinergias en áreas como la administrativa e ingeniería.

De acuerdo al modelo ya establecido por los socios fundadores, el IXP de México está plasmado alrededor de un convenio de colaboración entre el gobierno, la Comisión Federal de Electricidad y varias empresas del sector privado (ver Figura 7.5).

Figura 7.5.
IXP de México: Modelo operativo



Debido al despliegue de múltiples centros a nivel regional, la plantilla inicial de recursos humanos para la red mexicana de IXP es de 50 profesionales (ver Cuadro 7.8).

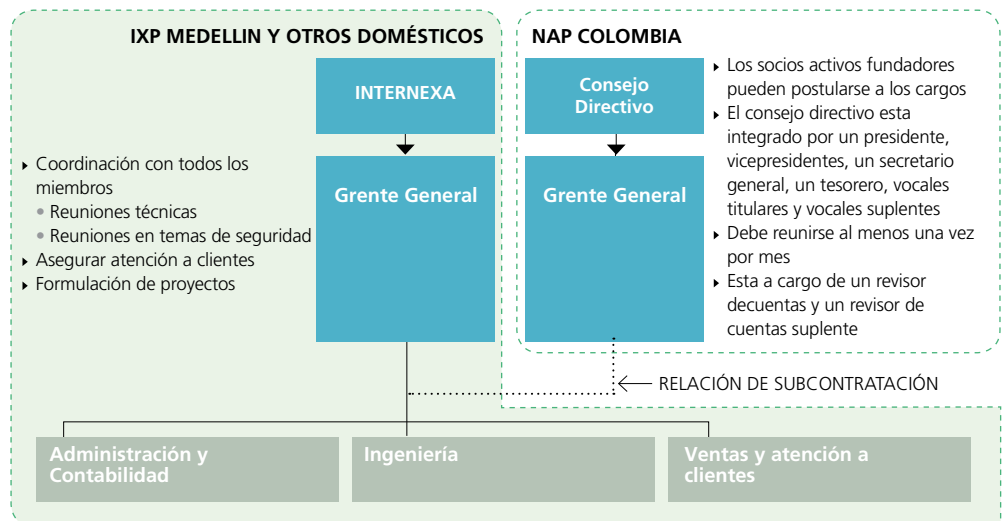
Cuadro 7.8.
IXP de México:
Recursos humanos

Función	México	Monterrey	Tijuana	Mérida	Querétaro	Ciudad Juárez	Guadalajara	Total
Gerente general	1	--	---	---	---	---	--	1
Subgerentes	2	2	---	---	---	---	2	6
Ingenieros	4	4	1	1	1	1	3	15
Administrativos	5	5	1	1	1	1	4	18
Atención a clientes	3	3	---	---	---	---	2	8
Total	15	15	2	2	2	2	12	50

Fuente: Análisis TAS.

En el caso colombiano, dada la existencia actual del NAP Colombia, el organizativo de IXP para el país debería asumir una estructura híbrida. Por un lado, el NAP Colombia preservaría su modelo de gobernanza actual, pero tercerizaría las operaciones del IXP de Bogotá a Internexa. Este modelo es similar al que existe en la actualidad, dado que el NAP Colombia subcontrata las operaciones del IXP a terceros. Por otro lado, la organización y gobernanza del resto de los IXP estaría plasmada alrededor de una estructura funcional bajo la responsabilidad directa de Internexa (ver Figura 7.6).

Figura 7.6.
IXP de Colombia: Modelo operativo



La plantilla inicial de recursos humanos para la red colombiana de IXP es de 25 profesionales (ver Cuadro 7.9).

Función	Bogotá	Medellín	Bucaramanga	Cali	Pereira	Barranquilla	Total
Gerente general	1	--	---	---	---	---	1
Subgerentes	2	2	---	---	---	---	4
Ingenieros	2	2	1	1	1	1	8
Administrativos	2	2	1	1	1	1	8
Atención a clientes	2	2	---	---	---	---	4
Total	9	8	2	2	2	2	25

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 7.9.
IXP de Colombia:
Recursos humanos

De manera similar al caso colombiano, dada la existencia previa del NAP Perú, el modelo organizativo de la red peruana de IXP podría reflejar una estructura híbrida (ver Figura 7.7).

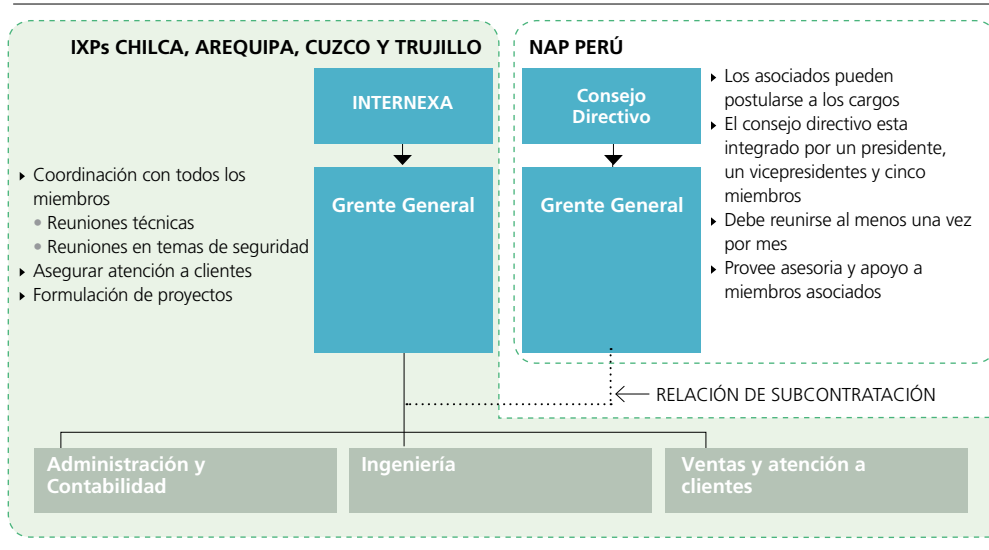


Figura 7.7.
IXP de Perú: Modelo organizativo

Los IXP de Bolivia deberán ser organizados como una unidad de negocios autónoma dependiendo de Entel (ver Figura 7.8).



Figura 7.8.
IXP de Bolivia: Modelo organizativo

La dependencia de este modelo de la voluntad del incumbente de establecer los mecanismos de interconexión se encontraría contrarrestada por el empuje del regulador (ATT). La plantilla inicial de recursos humanos para la red boliviana de IXP es de 11 profesionales (ver Cuadro 7.10).

Cuadro 7.10.
IXP de Bolivia:
Recursos humanos

Función	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Total
Gerente general	1	---	---	1
Subgerentes	2	---	---	2
Ingenieros	4	1	1	6
Administrativos	5	1	1	7
Atención a clientes	3	---	---	3
Total	7	2	2	11

Fuente: Análisis TAS.

En resumen, el despliegue de IXP recomendados requeriría inicialmente el reclutamiento de un total de 156 FTE (ver Cuadro 7.11).

Cuadro 7.11.
IXP recomendados(*):
Total inicial de recursos humanos

Función	Panamá	América Central (**)	México	Colombia	Bolivia	Total
Gerente general	1	4	1	1	1	8
Subgerentes	3	8	6	4	2	23
Ingenieros	6	8	15	8	6	43
Administrativos	6	18	18	8	7	57
Atención a clientes	10	8	8	4	3	33
Total	26	44	50	25	11	156

(*) Excluye Brasil, Perú y Paraguay

(**) No se consideran sinergias

Incluye Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras (sin sinergias)

Fuente: Análisis TAS.

7.4. MODELOS FINANCIEROS

El atractivo financiero de los IXP recomendados se evaluó con base en un modelo a diez años de flujos de caja descontados con y sin valor terminal. Se construyeron cuatro modelos (Panamá, Colombia, Bolivia y Costa Rica), extrapolables a los otros IXP que forman parte del marco propuesto (ver Cuadro 7.12).

Cuadro 7.12.
Lista de modelos financieros desarrollados

Modelo	Negocios	Ejemplo desarrollado	Aplicable a otras localizaciones
IXP Interregionales	Interconexión y colocación 2 Centros nacionales	Panamá	Brasil (Fortaleza), Perú (Chilca)
Nacional 1	(interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Colombia • Centros nacionales: Bogotá, Medellín • Centros regionales: Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Cali	México
Nacional 2	1 Centros nacional (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Bolivia • Centro nacional: La Paz • Centros regionales: Santa Cruz, Cochabamba	Perú
Nacional 3	1 Centro nacional (interconexión y colocación)	Costa Rica	Guatemala, Honduras, El Salvador, Paraguay

En el caso particular de Colombia, el modelo financiero fue desarrollado de acuerdo a tres escenarios de crecimiento (pesimista, base, y optimista). Se pasará revista a las premisas generales de todos los modelos, para luego presentar las premisas específicas y los resultados de cada uno.

7.4.1. Premisas

Todos los modelos están basados en una serie de premisas comunes en lo que respecta a ingresos y crecimiento (ver Cuadro 7.13).

Componente	Presupuesto
Datos de usuarios del IXP	El número de usuarios es siempre menor que el número de ASN Los CDN no pagan cuota al IXP Los ISP y clientes tienen como mínimo dos puertos con la misma capacidad para redundancia Distribución de tráfico por ISP se supone que sigue una distribución Poisson
Precios	Pago por inscripción: USD 6.700 Pago anual: USD 4.000 Precios mensuales por puerto: 1 GB: USD 1.000 - USD 750; 10 GB: USD 2.150 - USD 1.600; 40 GB: USD 4.000 - USD 3.000; 100 GB: USD 6.500 - USD 4.785 El segundo puerto adquirido tiene 50% de descuento Precio mensual por <i>rack</i> de colocación: USD 4.500
Distribución de ingresos	Los ingresos por inscripción son destinados a un fondo de reserva para nuevas inversiones; los pagos anuales y por puerto cubren gastos operativos
Anualidad de crecimiento	5%

Cuadro 7.13.

Premisas de ingresos de modelos financieros

De manera similar, los modelos comparten una serie de supuestos respecto de costos operativos (ver Cuadro 7.14).

Componente	Presupuesto
Opex ⁽¹⁾	Los costos operativos se desagregaron a nivel de salarios, asesorías contable y legal, servicios públicos, alquiler en el caso de IXP sin colocación y mantenimiento. Los supuestos se realizaron para IXP inter-regional, IXP nacional e IXP doméstico Los costos operativos totales como porcentaje de ingresos se compararon con <i>benchmarks</i> (AMS-ix)
Servicios públicos	Mensuales entre USD 600 para IXP de domésticos, USD 1.200 para IXP nacionales y USD 4.500 para regionales En el caso de colocación, se supuso un consumo de 3,5 kW por <i>rack</i> y se tiene en cuenta el precio por kWh de cada país
Salarios	Prorrateados por mercado e incluye las prestaciones sociales de cada país
Asesoría contable y legal	Se consideraron USD 1.500 para IXP interregionales y nacionales y USD 750 para IXP domésticos
Mantenimiento	Se estimó en USD 5.000 para IXP interregionales, USD 1.000 para IXP nacionales y USD 500 para domésticos
Página web	Se supuso un gasto de USD 800 de mantenimiento por país y USD 50 de hospedaje
Gastos de papelería y oficina	Se estimaron en USD 1.500 para IXP interregionales o IXP nacionales con colocación, USD 150 para IXP nacionales y USD 75 para IXP domésticos
Alquiler	Se supusieron USD 2.000 para IXP nacionales sin colocación y USD 1.500 para IXP domésticos — los IXP interregionales e IXP con colocación construyen su propia planta

Cuadro 7.14.

Premisas de costos operativos de modelos financieros

Nota: (1) Todos los supuestos están en USD mensuales

Adicionalmente, los costos salariales considerados por cada modelo financiero fueron ajustados por PIB per cápita y el plan de negocios (ver Cuadro 7.15).

Cuadro 7.15.
Salario mensual por función
(en USD)

Función	Panamá	Colombia	Bolivia	Costa Rica
Gerente general	10.000	10.000	5.100	8.000
Subgerentes	5.000	5.000	2.550	5.000
Ingenieros	3.000	3.000	1.530	2.500
Administrativos	1.000	1.000	510	700
Atención a clientes	800	800	408	500

Fuente: Análisis TAS.

7.4.2. Modelo financiero del IXP de Panamá

El modelo financiero del IXP interregional de Panamá supone lo siguiente (ver Cuadro 7.16):

Cuadro 7.16.
IXP de Panamá: Supuestos
específicos del modelo financiero

Categoría	Métrica	Supuesto
Ingresos	Número Inicial de ISP	3
	Número final de ISP	10
	Ancho de banda inicial (Gbps)	30,86
	Crecimiento de ancho de banda	22 %
	Clientes iniciales	1
	Clientes al final de 8 años	20
	Número de puertos	Inicial: 11; final: 45
	Precio mensual por puerto (*)	1GB: USD 1.500; 10 GB: USD 3.000; 40 G: USD 4.000; 100 GB: USD 7.500
	Número de racks	100
	Precio por rack	USD 4.500
OPEX	Ocupación inicial	B60 %
	Ocupación en 8 años	90 %
OPEX	Plantilla	1 gerente general; 2 subgerentes; 2 ingenieros; 2 administrativos; 2 centro de atención a clientes al inicio y en el 2023 llega a 1 gerente general; 3 subgerentes; 6 ingenieros; 6 administrativos; 10 centro de atención a cliente
	Tránsito	Se subsidia el tránsito hasta Panamá — inicia en USD30 por Mbps y se reduce 21% en promedio anual hasta llegar a USD3,6 por Mbps
CAPEX	Equipamiento inicial	Determinado por el modelo técnico

(*) Nota: Debido a los subsidios implícitos en la estructura de precios, se eliminó el descuento por el segundo puerto

Fuente: Análisis TAS.

El costo promedio de capital prorrateado para Panamá es de 10,4% (ver Cuadro 7.17).

Equity	USD
Tasa libre de riesgo (EEUU) ⁽¹⁾	1,2%
prima por riesgo país ⁽²⁾	1,3%
Tasa libre de riesgo local	2,6%
Asset Beta ⁽³⁾	89,5%
Equity Beta ⁽⁴⁾	110,4%
Prima de riesgo mercado (EEUU) ⁽⁵⁾	8,4%
Equity Risk Premium	9,35
Costo de equity	11,9%
Prima por liquidez y Tamaño	0,0%
Costo de equity ajustado	11,9%
Deuda	
Costo de la deuda ⁽⁶⁾	8,7%
Tasa de Imp. A las Gerencias efectiva ⁽⁷⁾	30,0%
Costo de la deuda	6,1%

Asset Beta	
Period	2 years
Metric	Mean
Country(11)	2

Wacc	USD
Estructura de Capital	
Deuda Neta / Firm Value ⁽⁸⁾	25,0%
Equity/ Firm Value	75,0%
Costo del Equity ⁽⁹⁾	11,9%
Costo de la Deuda	6,1%
WACC⁽¹⁰⁾	10,4%

Cuadro 7.17.

Panamá:
Costo promedio
de capital prorrateado

Financial info per country

País	Country Risk Premium ⁽²⁾	Tax rate ⁽¹²⁾
Colombia	1,36%	33,0%
Panamá	1,34%	30,0%
Perú	1,35%	30,0%
Brasil	1,54%	34,0%
Bolivia	3,71%	24,0%

Size Premium⁽¹³⁾

Below USD170mm	6,25%
USD170mm < USD270mm	3,00%
USD270mm < USD300mm	1,50%

Fuente: Análisis TAS.

- (1) E.E.U.U. Risk free rate, Credit Suisse as of Apr-13
(2) LatAm countries PRP-E.E.U.U. PRP, Credit Suisse as of Apr-13
(3) Promedio o Mediana, según selección, de muestra de compañías comparables, CIQ as of May 2,2013
(4) Equity beta=Asset beta*(1+(1-Tasa Impositiva)*(Deuda/Equity))
(5) E.E.U.U. Equity market risk premiums, Credit Suisse as of Apr-13
(6) Costo de la deuda=DTF+4.5%, as of Apr-13
(7) Tasa de impuesto a la renta en Colombia, Ministerio de Hacienda as of Apr-13
(8) Firm Value=Deuda Neta+Valor del Equity;
(9) Costo del Equity=Tasa Libre de Riesgo+(Equity Risk Premium*Equity Beta)+Prima por Riesgo País
(10) Weighted Average Cost of Capital (WACC)=(Costo de la Deuda)*(Deuda Neta/Firm Value)+(Costo del Equity)*(Equity/Firm Value)
(11) Colombia: 1; Panamá: 2; Perú: 3; Brasil: 4; Bolivia:5
(12) Fuentes de las tasas impositivas están en forma de comentario
(13) Fuente: Credit Suisse as of Apr-13

El IXP interregional de Panamá presenta un perfil financiero atractivo: VPN de USD 36,4 millones (ver Cuadro 7.18).

Cuadro 7.18.

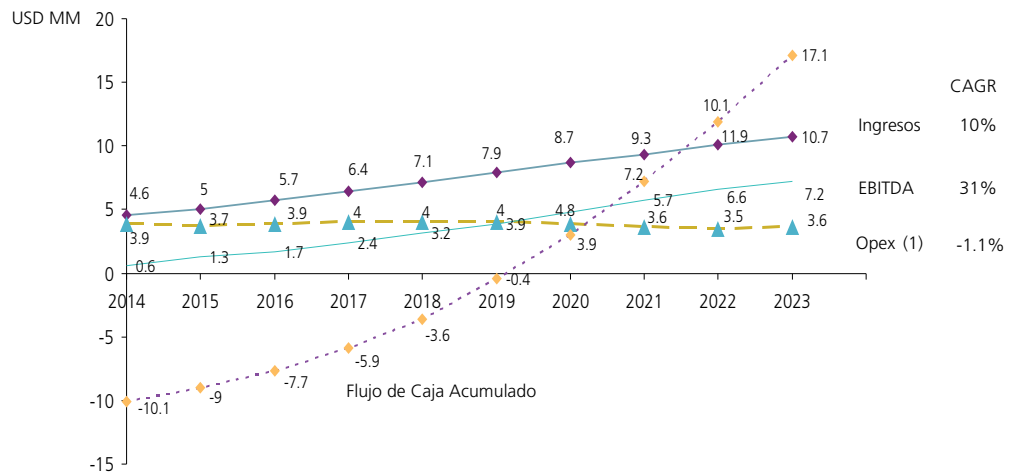
IXP de Panamá: Modelo financiero

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	4.556.000	4.972.000	5.688.000	6.392.000	7.132.000	7.912.000	8.742.000	9.316.000	10.070.000	10.726.000	
OPEX	3.919.656	3.694.774	3.940.746	4.011.391	3.961.991	4.007.586	3.939.337	3.625.990	3.483.386	3.550.656	33%
EBITDA	636.344	1.277.226	1.747.254	2.380.609	3.170.009	3.904.414	4.802.663	5.690.010	6.586.614	7.175.344	
Depreciación	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	989.603	
EBIT	(353.259)	287.623	757.651	1.391.006	2.180.406	2.914.811	3.813.060	4.700.406	5.597.011	6.185.741	
Impuestos	30%	-	86.287	227.295	417.302	654.122	874.443	1.143.918	1.410.122	1.679.103	1.855.722
CAPEX	9.607.416	-	-	-	-	(319.284)	-	-	-	-	4.803.708
Cambio en capital de trabajo	1.139.000	104.000	179.000	176.000	185.000	195.000	207.500	143.500	188.500	164.000	
FCF	(10.110.072)	1.086.939	1.340.959	1.787.308	2.330.887	3.154.255	3.451.245	4.136.388	4.719.011	5.155.622	95.074.573
WACC	10,4%										
G	5%										
VPN sin valor terminal	4.537.365										
VPN con valor terminal	36.492.394										

Nota: Los ingresos por colocación ayudan a cubrir el subsidio de tránsito internacional
Fuente: Análisis TAS.

Así, los ingresos del IXP de Panamá crecen a 10% en promedio anual llegando a USD 10,7 millones, los costos operativos se reducen al 1,1% anual y como consecuencia el EBITDA crece 31% en promedio anual. La inversión genera flujo de caja positivo a partir del sexto año de operaciones (ver Gráfico 7.1).

Gráfico 7.1.
IXP de Panamá:
Dinámica de variables principales
del modelo financiero



Nota: (1) El OPEX se reduce porque se estima que los costos de tránsito caen en promedio 18% anual

Fuente: Análisis TAS.

7.4.3. Modelo financiero de los IXP de Colombia

El modelo financiero de los IXP de Colombia supone lo siguiente (ver Cuadro 7.19):

Cuadro 7.19.
IIXP de Colombia:
Supuestos específicos del modelo
financiero

Categoría	Métrica	Supuesto
Ingresos	Número Inicial de ISP	3
	Número final de ISP	8 (Bogotá y Medellín); 6 (Bucaramanga); 5 (Barranquilla); 4 (Pereira y Cali)
	Ancho de banda promedio (Gbps)	Varía entre 27,98 (Bogotá) y 4,23 (Pereira)
	Crecimiento de ancho de banda	53 %
	Clientes iniciales	1
	Clientes final	1-7
	Número de puertos	Varía entre 18 (Bogotá) y 8 (Pereira)
	Precio mensual por puerto	1GB: USD 1.500; 10 GB: USD 3.000; 40 GB: USD 4.,500; 100 Gb: USD 8.500
	Número de racks	Bogotá: 20; Medellín: 20
	Precio por rack	USD 4.500
	Ocupación inicial	60 %
	Ocupación en 8 años	90 %
OPEX	Plantilla	1 gerente general; 2 subgerentes; 8 ingenieros; 8 administrativos; 2 centro de atención a clientes
	Arriendo de la fibra (*)	USD450 mensual por Gbps — reducción de 15% anual por aumento de tráfico
CAPEX	Equipamiento inicial	Determinado por el modelo técnico

Nota (*): Arriendo de la fibra es un aspecto crítico para lograr la rentabilidad del negocio

Fuente: Análisis TAS.

El costo promedio de capital prorrateado para Colombia es 10,3% (ver Cuadro 7.20).

Equity	USD
Tasa libre de riesgo (E.E.U.U.) ⁽¹⁾	1,2%
prima por riesgo país ⁽²⁾	1,4%
Tasa libre de riesgo local	2,6%
Asset Beta ⁽³⁾	89,5%
Equity Beta ⁽⁴⁾	109,5%
Prima de riesgo mercado (E.E.U.U.) ⁽⁵⁾	8,4%
Equity Risk Premium	9,2%
Costo de equity	11,8%
Prima por liquidez y Tamaño	0,0%
Costo de equity ajustado	11,8%
Deuda	
Costo de la deuda ⁽⁶⁾	8,7%
Tasa de Imp. A las Gerencias efectiva ⁽⁷⁾	33,0%
Costo de la deuda	5,8%

Asset Beta	
Period	2 years
Metric	Mean
Country(11)	1

Wacc		USD
Estrutura de Capital		
Deuda Neta / Firm Value ⁽⁸⁾		25.0%
Equity/ Firm Value		75.0%
Costo del Equity ⁽⁹⁾		11.8%
Costo de la Deuda		5.8%
WACC⁽¹⁰⁾		10.3%

Cuadro 7.20.

Colombia:
Costo promedio
de capital prorrateado

Financial info per country

País	Country Risk Premium ⁽²⁾	Tax rate ⁽¹²⁾
Colombia	1.36%	33.0%
Panamá	1.34%	30.0%
Perú	1.35%	30.0%
Brasil	1.54%	34.0%
Bolivia	3.71%	24.0%

Size Premium⁽¹³⁾

Below USD170mm	6.25%
USD170mm < USD270mm	3.00%
USD270mm < USD300mm	1,50%

- (1) E.E.U.U. Risk free rate, *Credit Suisse as of Apr-13*
- (2) *LatAm countries PRP-E.E.U.U. PRP, Credit Suisse as of Apr-13*
- (3) Promedio o Mediana, según selección, de muestra de compañías comparables, *CIQ as of May 2,2013*
- (4) $Equity\ beta = Asset\ beta * (1 + (1 - Tasa\ Impositiva) * (Deuda/Equity))$
- (5) E.E.U.U. *Equity market risk premiums, Credit Suisse as of Apr-13*
- (6) Costo de la deuda = $DTF + 4.5\%$, as of Apr-13
- (7) Tasa de impuesto a la renta en Colombia, Ministerio de Hacienda as of Apr-13
- (8) $Firm\ Value = Deuda\ Neta + Valor\ del\ Equity$
- (9) $Costo\ del\ Equity = Tasa\ Libre\ de\ Riesgo + (Equity\ Risk\ Premium * Equity\ Beta) + Prima\ por\ Riesgo\ País$
- (10) $Weighted\ Average\ Cost\ of\ Capital\ (WACC) = (Costo\ de\ la\ Deuda) * (Deuda\ Neta / Firm\ Value) + (Costo\ del\ Equity) * (Equity / Firm\ Value)$
- (11) Colombia: 1; Panamá: 2; Perú: 3; Brasil: 4; Bolivia: 5
- (12) Fuentes de las tasas impositivas están en forma de comentario
- (13) Fuente: *Credit Suisse as of Apr-13*

En el caso colombiano, se evaluaron tres escenarios (pesimista, base, optimista) con los siguientes supuestos (ver Cuadro 7.21):

	Escenario pesimista	Escenario base	Escenario optimista
	La participación de mercado de los ISP es conservadora al igual que el crecimiento del tráfico	Es conservadora la participación de mercado de los ISP	Supone que se inicia operaciones con los principales ISP del país
Participación inicial de mercado	33% ⁽¹⁾	33% ⁽¹⁾	78%
Participación final de mercado	67% ⁽¹⁾	67% ⁽¹⁾	94%
Crecimiento de tráfico	37%	53%	53%

NOTA (1): La participación presentada es un promedio ponderado. En el modelo esto varía dependiendo del número de ISP de cada ciudad y el tráfico estimado de cada ciudad – en todos los casos se supuso que se inicia con 3 ISP y al final se capturan la mitad de los ISP activos.

Cuadro 7.21.

IXP de Colombia:
Modelo financiero (escenario base)

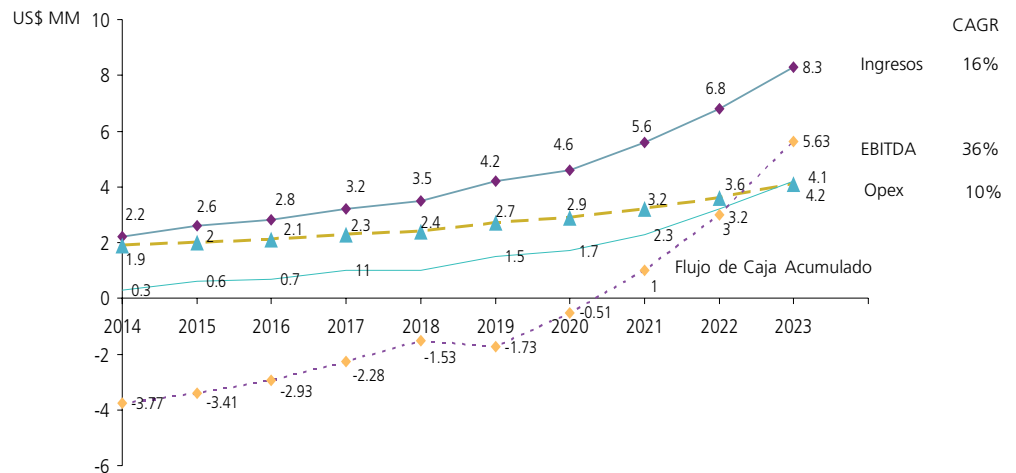
De acuerdo a estos supuestos, el negocio de IXP nacional 1 combinando IXP regionales con dos IXP nacionales ofreciendo servicios de colocación es atractivo: VPN de USD 18 millones (ver Cuadro 7.22).

Cuadro 7.22.IXP de Colombia: Modelo financiero
(escenario base)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos	2.157.000	2.578.000	2.798.000	3.246.000	3.462.000	4.203.000	4.639.000	5.573.000	6.815.000	8.330.000
OPEX	1.885.800	2.006.100	2.130.066	2.287.172	2.437.196	2.688.434	2.913.089	3.242.798	3.619.644	4.096.782
EBITDA	271.200	571.900	667.934	958.828	1.024.804	1.514.566	1.725.911	2.330.202	3.195.356	4.233.218
Depreciación	414.186	414.186	414.186	414.186	414.186	530.026	530.026	530.026	530.026	530.026
EBIT	(142.986)	157.714	253.748	544.642	610.617	984.540	1.195.884	1.800.176	2.665.330	3.703.191
Impuestos	33%	38.777	102.565	134.348	203.943	219.775	324.898	394.642	594.058	879.559
CAPEX	3.462.988	-	-	-	-	1.200.176	-	-	-	-
Cambio en capital de trabajo	539.250	105.250	55.000	112.000	54.000	185.250	109.000	233.500	310.500	378.750
FCF	(3.769.815)	364.085	478.586	642.885	751.029	(195.758)	1.222.269	1.502.644	2.005.297	2.632.415
WACC	10%									
G	5%									
VPN sin valor terminal	1.134.512									
VPN con valor terminal	18.039.895									

Fuente: Análisis TAS.

Los ingresos del escenario base de Colombia crecen 16% en promedio anual, mientras que el OPEX crece a 10% y da como resultado un crecimiento promedio anual de EBITDA de 36%. Los flujos de caja acumulados devienen positivos en el séptimo año (ver Gráfico 7.2).

Gráfico 7.2.IXP de Colombia: Modelo financiero
(escenario base)

Fuente: Análisis TAS.

Al aumentar la cuota de mercado de adherentes en el primer año a 78% de los ISP, el VPN crece a USD 20,3 millones (ver Cuadro 7.23).

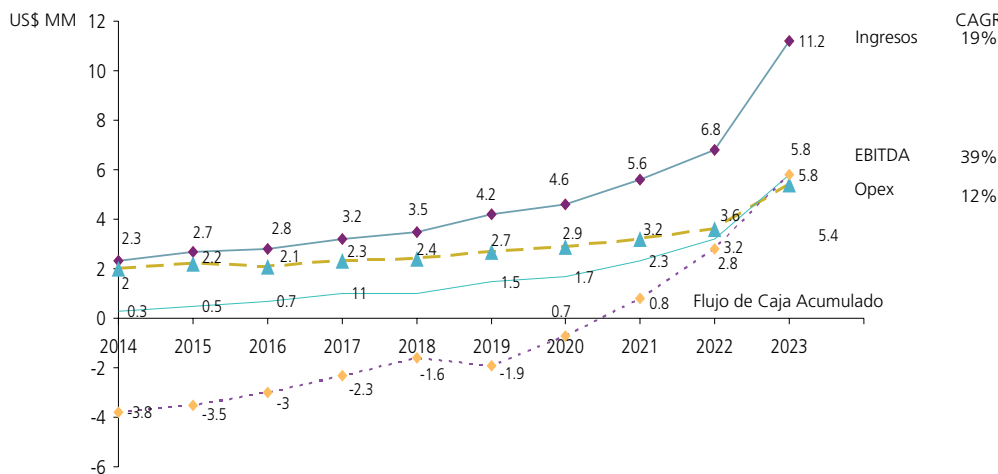
Cuadro 7.23.

IXP de Colombia: Modelo financiero (escenario optimista)

		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos		2.319.000	2.659.000	2.798.000	3.246.000	3.462.000	4.203.000	4.639.000	5.573.000	6.815.000	11.219.000
OPEX		2.026.200	2.189.700	2.130.066	2.287.172	2.437.196	2.688.434	2.913.089	3.242.798	3.619.644	5.412.552
EBITDA		292.800	469.300	667.934	958.828	1.024.804	1.514.566	1.725.911	2.330.202	3.195.356	5.806.448
Depreciación		414.186	414.186	414.186	414.186	414.186	65.226	565.226	565.226	565.226	565.226
EBIT		(121.386)	55.114	253.748	544.642	610.617	949.340	1.160.684	1.764.976	2.630.130	5.241.222
Impuestos	33%	30.713	66.835	134.348	203.943	219.775	313.282	383.026	582.442	867.943	1.729.603
CAPEX		3.462.988	-	-	-	-	1.376.176	-	-	-	-
Cambio en capital de trabajo		579.750	85.000	34.750	112.000	54.000	185.250	109.000	233.500	310.500	1.101.000
FCF		(3.780.651)	317.465	498.836	642.885	751.029	(360.142)	1.233.885	1.514.260	2.016.913	2.975.845
WACC	10%										
G	5%										
VPN sin valor terminal	1.155.209										
VPN con valor terminal	20.361.687										

Fuente: Análisis TAS

Los ingresos del escenario optimista para los IXP de Colombia crecen al 19% en promedio anual, mientras que el OPEX crece a 12% y da como resultado un crecimiento promedio anual de EBITDA de 39%. No hay cambios significativos en el flujo de caja acumulado (ver Gráfico 7.3).

**Gráfico 7.3.**

IXP de Colombia (escenario optimista): Dinámica de variables principales del modelo financiero

Fuente: Análisis TAS.

Alternativamente, si la velocidad de crecimiento de banda ancha se reduce a 37%, el VPN con valor terminal de los IXP de Colombia disminuye a USD 12,6 millones (ver Cuadro 7.24).

Cuadro 7.24.

Colombia: Modelo financiero
(escenario pesimista)

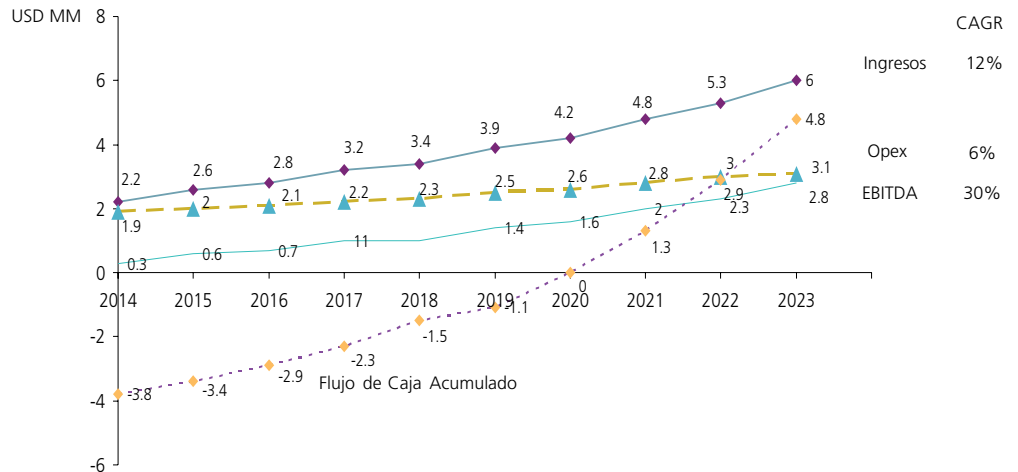
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	2.157.000	2.551.000	2.798.000	3.219.000	3.354.000	3.906.000	4.180.000	4.844.000	5.303.000	5.963.000	
OPEX	1.885.800	1.996.920	2.098.854	2.227.479	2.341.356	2.501.545	2.627.964	2.799.632	2.963.378	3.148.728	
EBITDA	271.200	554.080	699.146	991.521	1.012.644	1.404.455	1.552.036	2.044.368	2.339.622	2.814.272	
Depreciación	414.186	414.186	414.186	414.186	414.186	389.226	389.226	389.226	389.226	389.226	
EBIT	(142.986)	139.894	284.960	577.335	598.458	1.015.229	1.162.809	1.655.141	1.950.396	2.425.046	
Impuestos 33%	38.777	105.595	144.648	223.642	233.582	335.025	383.727	546.197	643.631	800.265	
CAPEX	3.462.988	-	-	-	-	496.176	-	-	-	-	1.958.850
Cambio en capital de trabajo	539.250	98.500	61.750	105.250	33.750	138.000	68.500	166.000	114.750	165.000	
FCF	(3.769.815)	349.985	492.748	662.629	745.312	435.254	1.099.809	1.332.171	1.581.242	1.849.007	34.434.563
WACC 10%											
G 5%											
VPN sin valor terminal	885.019										
VPN con valor terminal	12.556.906										

Fuente: Análisis TAS.

Los ingresos del escenario pesimista para los IXP de Colombia crecen al 12% en promedio anual, mientras que el OPEX crece a 6% y da como resultado un crecimiento promedio anual de EBITDA de 30%, una reducción de nueve puntos porcentuales respecto al escenario optimista (ver Gráfico 7.4).

Gráfico 7.4.

IXP de Colombia
(escenario pesimista):
Dinámica de variables principales
del modelo financiero



Fuente: Análisis TAS.

En resumen, el caso financiero del modelo colombiano presenta un rango importante en términos de los resultados (ver Cuadro 7.25).

Variables	Escenario pesimista	Escenario base	Escenario optimista
	La participación de mercado de los ISP es conservadora al igual que el crecimiento del tráfico	Es conservadora la participación de mercado de los ISP	Supone que inicia operaciones con los principales ISP del país
Participación inicial de mercado	33% ⁽¹⁾	33% ⁽¹⁾	78%
Participación final de mercado	67% ⁽¹⁾	67% ⁽¹⁾	94%
Crecimiento de tráfico	37%	53%	53%
Métricas financieras			
Crecimiento ingresos	12%	16%	19%
Crecimiento EBITDA	30%	36%	39%
VPN (sin valor terminal)	885.019	1.134.512	1.155.209
VPN (con valor terminal)	12.556.906	18.099.895	20.361.687
FCF acumulado	34.434.563	46.866.774	56.645.120

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 7.25.

Colombia: Resultados de escenarios alternativos

7.4.4. Modelo financiero de los IXP de Bolivia

El modelo financiero de los IXP de Bolivia supone lo siguiente (ver Cuadro 7.26):

Categoría	Métrica	Supuesto
Ingresos	Número Inicial de ISP	3
	Número final de ISP	7
	Ancho de banda promedio (Gbps)	Varía entre 10,97 (Santa Cruz) y 5,78 (Cochabamba)
	Crecimiento de ancho de banda	22 %
	Clientes iniciales	1
	Clientes en 8 años	5 La Paz y Santa Cruz; 2 Cochabamba
	Número de puertos	Varía entre 14 (La Paz) y 9 (Cochabamba)
	Precio mensual por puerto	1GB: USD 1.500; 10 GB: USD 3.000; 40 GB: USD 4.500; 100 GB: USD 8.500
	Numero de racks	15
	Precio por rack	USD 4.500
OPEX	Ocupación inicial	60 %
	Ocupación en 8 años	90 %
CAPEX	Plantilla	1 gerente general; 2 subgerentes; 4 ingenieros; 5 administrativos; 3 centro de atención a clientes
	Arrendamiento de fibra	USD 2.000 mensual por Gbps — reducción de 15% anual por aumento de tráfico
CAPEX	Equipamiento inicial	Determinado por el modelo técnico

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 7.26.

IXP de Bolivia: Supuestos específicos del modelo financiero

El costo promedio de capital prorrateado para Bolivia es de 12,4% (ver Cuadro 7.27).

Cuadro 7.27.

Bolivia:
Costo promedio de capital
prorrateado

Equity	USD
Tasa libre de riesgo (E.E.U.U.) ⁽¹⁾	1,2%
Prima por riesgo país ⁽²⁾	3,7%
Tasa libre de riesgo local	4,9%
Asset Beta ⁽³⁾	89,5%
Equity Beta ⁽⁴⁾	111,5%
Prima de riesgo mercado (E.E.U.U.) ⁽⁵⁾	8,4%
Equity Risk Premium	9,4%
Costo de equity	14,4%
Prima por liquidez y Tamaño	0,0%
Costo de equity ajustado	14,4%
Deuda	
Costo de la deuda ⁽⁶⁾	8,7%
Tasa de Imp. A las Gerencias efectiva ⁽⁷⁾	25,0%
Costo de la deuda	6,5%

Asset Beta	
<i>Period</i>	2 years
<i>Metric</i>	Mean
<i>Country</i> ⁽¹¹⁾	5

Wacc	USD
Estructura de Capital	
Deuda Neta / Firm Value ⁽⁸⁾	25.0%
Equity/ Firm Value	75.0%
Costo del Equity ⁽⁹⁾	14.4%
Costo de la Deuda	6.5%
WACC⁽¹⁰⁾	12.4%

- (1) E.E.U.U. Risk free rate, *Credit Suisse as of Apr-13*
(2) *LatAm countries PRP-E.E.U.U. PRP, Credit Suisse as of Apr-13*
(3) Promedio o Mediana, según selección, de muestra de compañías comparables, *CIQ as of May 2, 2013*
(4) $Equity\ beta = Asset\ beta * (1 + (1 - Tasa\ Impositiva) * (Deuda/Equity))$
(5) E.E.U.U. *Equity market risk premiums, Credit Suisse as of Apr-13*
(6) Costo de la deuda = $DTF + 4.5\%$, as of Apr-13
(7) Tasa de impuesto a la renta en Colombia, Ministerio de Hacienda as of Apr-13
(8) $Firm\ Value = Deuda\ Neta + Valor\ del\ Equity$,
(9) Costo del Equity = Tasa Libre de Riesgo + $(Equity\ Risk\ Premium * Equity\ Beta) + Prima\ por\ Riesgo\ Pais$
(10) $Weighted\ Average\ Cost\ of\ Capital\ (WACC) = (Costo\ de\ la\ Deuda) * (Deuda\ Neta / Firm\ Value) + (Costo\ del\ Equity) * (Equity / Firm\ Value)$
(11) Colombia: 1; Panamá: 2; Perú: 3; Brasil: 4; Bolivia: 5
(12) Fuentes de las tasas impositivas están en forma de comentario
(13) Fuente: *Credit Suisse as of Apr-13*

Financial info per country

País	Country Risk Premium⁽²⁾	Tax rate⁽¹²⁾
Colombia	1.36%	33.0%
Panamá	1.34%	30.0%
Perú	1.35%	30.0%
Brasil	1.54%	34.0%
Bolivia	3.71%	25.0%

Size Premium⁽¹³⁾

Below USD 170mm	6.25%
USD 170mm < USD 270mm	3.00%
USD 270mm < USD 300mm	1.50%

Fuente: Análisis TAS.

El negocio que combina un IXP nacional con colocación y dos regionales domésticos, como el de Bolivia, también es atractivo: VPN: USD 3,8 millones (ver Cuadro 7.28).

Cuadro 7.28.

IXP de Bolivia: Modelo financiero

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	903.000	1.042.000	1.293.000	1.347.000	1.652.000	1.733.000	1.984.000	2.092.000	2.370.000	2.532.000	
OPEX	783.077	856.417	918.477	972.887	1.046.632	1.087.360	1.179.956	1.223.886	1.315.789	1.377.878	
EBITDA	119.923	185.583	374.523	374.113	605.368	645.640	804.044	868.114	1.054.211	1.154.122	
Depreciación	170.952	170.952	170.952	170.952	170.952	158.872	158.872	158.872	158.872	158.872	
EBIT	(51.030)	14.630	203.570	203.160	434.416	486.767	645.172	709.242	895.339	995.250	
Impuestos 25 %	9.477	6.027	50.893	50.790	108.604	121.692	161.293	177.311	223.835	248.812	
CAPEX	1.383.899	-	-	-	-	232.423	-	-	-	-	801.363
Cambio en capital de trabajo	225.750	34.750	62.750	13.500	76.250	20.250	62.750	27.000	69.500	40.500	-
FCF	(1.499.203)	144.806	260.880	309.822	420.514	271.275	580.001	663.804	760.877	864.809	11.469.582
WACC	12%										
G	5%										
VPN sin valor terminal	578.422										
VPN con valor terminal	3.748.852										

Fuente: Análisis TAS.

Los ingresos de Bolivia crecen al 12% en promedio anual, mientras que el OPEX crece a 6% y da como resultado un crecimiento promedio anual de EBITDA del 29% (Gráfico 7.5).

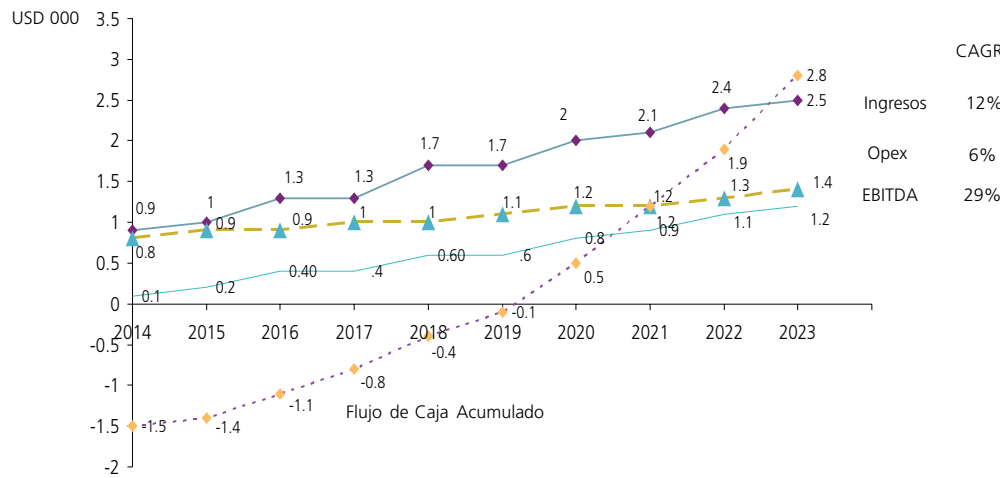


Gráfico 7.5.
IXP de Bolivia:
Dinámica de variables principales del modelo financiero

Fuente: Análisis TAS.

7.4.4. Modelo financiero del IXP de Costa Rica

El modelo financiero del IXP de Costa Rica supone lo siguiente (ver Cuadro 7.29):

Categoría	Métrica	Supuesto
Ingresos	Número Inicial de ISP	3
	Número final de ISP	7
	Ancho de banda inicial (Gbps)	6
	Crecimiento de ancho de banda	36 %
	Clientes iniciales	1
	Clientes al final de 8 años	10
	Número de racks	20
	Precio por rack	USD 4.500
	Ocupación inicial	50 %
	Ocupación en 8 años	90 %
OPEX	Plantilla	1 gerente general; 2 subgerentes; 2 ingenieros; 4 administrativos; 2 centro de atención a clientes
	Tránsito	No hay costos de tránsito a nivel nacional en este modelo porque solo hay un IXP en San José y los costos de tránsito internacionales son subsidiados por Panamá
CAPEX	Equipamiento inicial	Determinado por el modelo técnico

Cuadro 7.29.
IXP de Costa Rica: Supuestos específicos del modelo financiero

Fuente: Análisis TAS.

El negocio de interconexión de los IXP nacionales nivel 2 – como el de Costa Rica– es moderadamente atractivo: VPN de USD 1,4 millones (Cuadro 7.30).

Cuadro 7.30.

IXP de Costa Rica (interconexión):
Modelo financiero

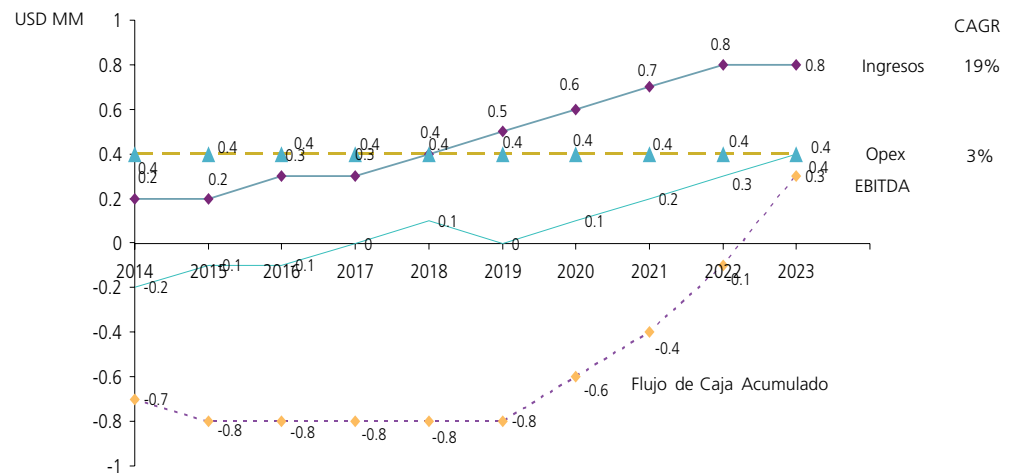
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	174.000	205.000	294.000	325.000	414.000	476.000	583.000	650.000	775.000	824.000	
OPEX	353.616	353.616	353.616	353.616	353.616	443.616	443.616	443.616	443.616	443.616	
	203%	172%	120%	109%	85%	93%	76%	68%	57%	54%	
EBITDA	(179.616)	(148.616)	(59.616)	(28.616)	60.384	32.384	139.384	206.384	331.384	380.384	
Depreciación	41.714	41.714	41.714	41.714	41.714	40.354	40.354	40.354	40.354	40.354	
EBIT	(221.330)	(190.330)	(101.330)	(70.330)	18.670	(7.970)	99.030	166.030	291.030	340.030	
Impuestos	30%	-	-	-	5.601	-	29.709	49.809	87.309	102.009	
CAPEX	318.804	-	-	-	-	70.912	-	-	-	-	318.804
Cambio en capital de trabajo	43.500	7.750	22.250	7.750	22.250	15.500	26.750	16.750	31.250	12.250	
FCF	(541.920)	(156.366)	(81.866)	(36.366)	32.533	(54.028)	82.925	139.825	212.825	266.125	5.269.818
WACC	10%										
G	5%										
VPN sin valor terminal	(417.881)										
VPN con valor terminal	1.429.158										

Fuente: Análisis TAS.

Los ingresos del escenario de Costa Rica sin el negocio de colocación crecen a 19% en promedio anual, alcanzando ingresos por USD 0,8 millones, mientras el OPEX crece a 3% en promedio anual. Los flujos de caja acumulados solamente se vuelven positivos en el noveno año (ver Gráfico 7.6).

Gráfico 7.6.

IXP de Costa Rica
(sin colocación): Dinámica
de variables principales
del modelo financiero



Fuente: Análisis TAS.

Sin embargo, la incorporación del negocio de data center aumenta su atractivo, alcanzando un VPN de USD 5,7 millones (ver Cuadro 7.31).

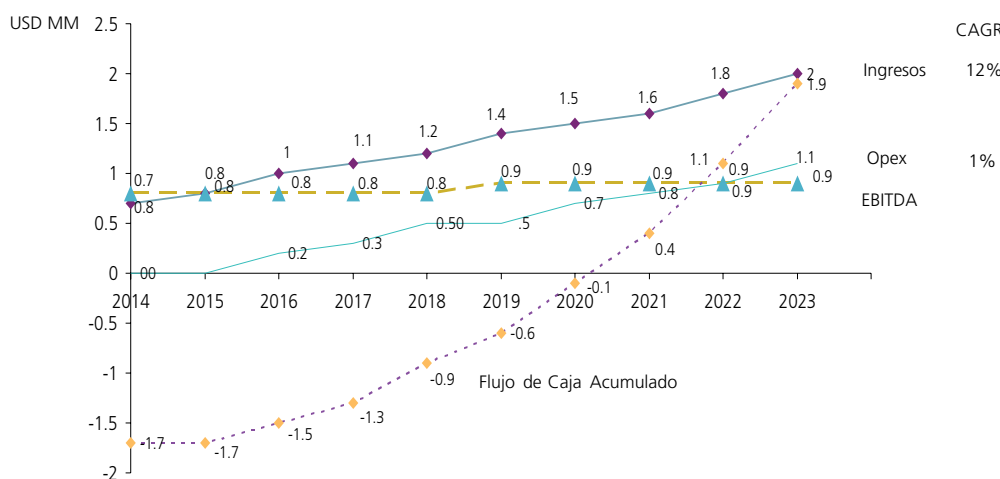
Cuadro 7.31.

IXP de Costa Rica (interconexión y colocación): Modelo financiero

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	714.000	799.000	996.000	1.081.000	1.224.000	1.394.000	1.537.000	1.622.000	1.801.000	1.958.000	
Opex	761.592	761.592	761.592	761.592	761.592	851.592	851.592	851.592	851.592	851.592	
EBITDA	(47.592)	37.408	234.408	319.408	462.408	542.408	685.408	770.408	949.408	1.106.408	
Depreciación	160.602	160.602	160.602	160.602	160.602	159.242	159.242	159.242	159.242	159.242	
EBIT	(208.194)	(123.194)	73.806	158.806	301.806	383.166	526.166	611.166	790.166	947.166	
Impuestos 30%	-	-	22.142	47.642	90.542	114.950	157.850	183.350	237.050	284.150	
CAPEX	1.486.632	-	-	-	-	70.912	-	-	-	-	743.316
Cambio en Capital de Trabajo	178.500	21.250	49.250	21.250	35.750	42.500	35.750	21.250	44.750	39.250	
FCF	(1.712.724)	16.158	163.016	250.516	336.116	314.046	491.808	565.808	667.608	783.008	15.699.859
WACC	10%										
G	5%										
VPN sin valor terminal	237.231										
VPN con valor terminal	5.739.936										

Fuente: Análisis TAS.

Los ingresos del escenario de Costa Rica con colocación crecen al 12% en promedio anual, alcanzando USD 2 millones, mientras el OPEX crece a 1% en promedio anual. Por otra parte, los flujos de caja acumulados se tornan positivos en el séptimo año (ver Gráfico 7.7).

**Gráfico 7.7.**

IXP de Costa Rica (con colocación): Dinámica de variables principales del modelo financiero

Fuente: Análisis TAS.

7.4.5. Conclusión

En resumen, el despliegue de IXP en América Latina, particularmente si se le agrega el negocio de colocación, es atractivo. El análisis financiero de negocios autónomos muestra un perfil financiero positivo (ver Cuadro 7-32).

Cuadro 7.32.

América Latina: Valor presente neto de negocios

Nivel	Modelo	Ejemplo	VPN (sin valor terminal) (USD)	VPN (con valor terminal) (USD)	Aplicable a otras localizaciones
Interregional	Interconexión y colocación	Panamá	4.537.365	36.492.394	Brasil (Fortaleza), Perú (Chilca)
Nacional 1	2 Centros nacionales (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Colombia (caso base)	1.134.512	18.039.895	México
Nacional 2	1 Centro nacional (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Bolivia	578.422	3.748.852 (*)	Perú (nacional) (**)
Nacional 3	1 Centro nacional (interconexión y colocación)	Costa Rica	237.231	5.739.936 (*)	Guatemala, Honduras, El Salvador, Paraguay, Asunción

Nota: (*) El VPN (con valor terminal) de Costa Rica es superior al de Bolivia porque el costo de capital ponderado de Bolivia es 12% mientras que el de Costa Rica es 10%.

(**) Perú (nacional) se asemeja al caso boliviano porque Perú solo tendría dos IXP regionales y un centro nacional igual que Bolivia, mientras que Colombia tiene dos IXP nacionales y más de dos regionales.

Fuente: Análisis TAS.

La inversión de capital inicial por país fue estimada a partir de la configuración técnica y de los costos de obra civil de cada modelo de negocio (Cuadro 7.33).

Cuadro 7.33.

América Latina: Inversión inicial (CAPEX) de IXP

Nivel	Modelo	Ejemplo	CAPEX de ejemplo(1) (USD)	Aplicable a otras localizaciones	CAPEX total (USD)
Interregional	Interconexión y colocación 2 Centros nacionales	Panamá	9.607.416	Brasil (Fortaleza), Perú (Chilca)	28.822.248
Nacional 1	(interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Colombia	3.462.988	México	6.925.976
Nacional 2	1 Centros nacional (interconexión y colocación) Centros regionales (interconexión)	Bolivia	1.383.899	Perú (nacional)	2.767.798
Nacional 3	1 Centro nacional (interconexión y colocación)	Costa Rica	1.486.632	Guatemala, Honduras, El Salvador, Paraguay, Asunción	8.919.792
Total			15.940.935		47.435.814

Nota (1): El CAPEX no incluye el lote o terreno; aproximadamente entre el 45% y 65% corresponde a la obra civil

Fuente: Análisis TAS.

8.

IMPACTO ECONÓMICO DEL MODELO PROPUESTO

- 8.1. Impacto en la reducción en costos de tránsito
- 8.2. Impacto de la reducción de costos de tránsito en tarifas de banda ancha
- 8.3. Impacto económico de la reducción de la latencia
- 8.4. Impacto económico acumulado

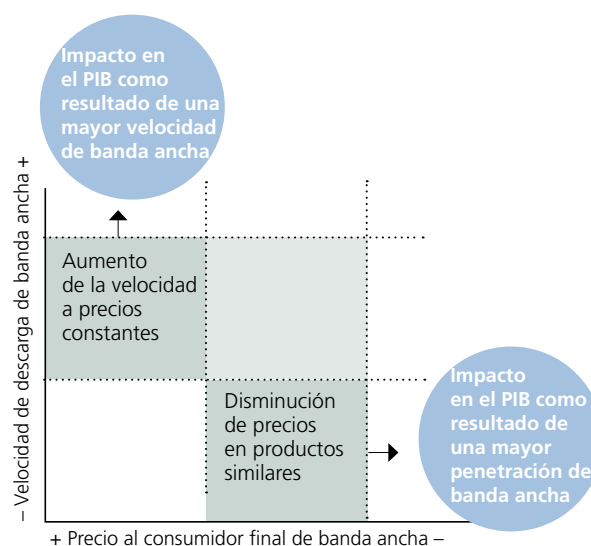
IMPACTO ECONÓMICO DEL MODELO PROPUESTO

El impacto económico del modelo propuesto para el desarrollo de IXP en América Latina ha sido analizado en términos de tres efectos clave: la reducción en los costos de tránsito, su traslado al precio al consumidor final de banda ancha y la disminución de la latencia. En ese sentido, no se han analizado los otros dos efectos económicos identificados en el estudio internacional (desarrollo de emprendimientos locales en la industria de Internet y aumento en la confiabilidad y redundancia de las redes de Internet) en parte debido a la dificultad de cuantificar el nivel de impacto. Sin embargo, se considera que el análisis de los primeros tres efectos incluyen el impacto económico más relevante.

Conceptualmente, el trabajo se enfoca en el análisis de la contribución al crecimiento del producto interno bruto de la reducción de precios de banda ancha, y del aumento de la velocidad de descarga. En este sentido, no se considera un efecto de primer orden referido al aumento del excedente del productor resultante de la reducción de costos de tránsito, aunque es importante remarcar que este es también relevante. En otras palabras, si todo el excedente del productor resultante de la reducción de costos de tránsito no es transferido a los precios de banda ancha, esto significa que los márgenes de ISP se acrecentarían, lo que debería ser incluido también en un análisis de impacto. Sin embargo, en la medida de que el objetivo fundamental de la formulación de este marco de desarrollo sea el despliegue de una infraestructura de interconexión para masificar la banda ancha, se considera que el análisis de impacto en precios es el más relevante.

La estructura analítica a seguir en este capítulo está basada en el diagrama de la Figura 8.1.

Figura 8.1.
Impacto económico
del despliegue de IXP
en América Latina



De acuerdo a la Figura 8.1, el objetivo es cuantificar el impacto potencial en el crecimiento del PIB del despliegue de IXP de acuerdo al modelo propuesto. El área A del diagrama se refiere a la transferencia de excedentes del productor (los ISP) a las tarifas de banda ancha, lo que resultaría, con base en la elasticidad de precios, en un aumento de la penetración. Esta, a su vez, generaría una contribución al crecimiento del PIB. El área B representa el impacto en el crecimiento del PIB de una mayor velocidad de descarga en el servicio de banda ancha como resultado de la disminución de la latencia. Estos efectos no son redundantes y por lo tanto, pueden ser sumados al final del análisis para estimar el impacto total en el crecimiento del PIB.

8.1. IMPACTO EN LA REDUCCIÓN EN COSTOS DE TRÁNSITO

El estudio del impacto del despliegue de IXP en la reducción de costos de tránsito ha sido realizado con base en el análisis del impacto del despliegue de IXP en los costos de transporte en Argentina. El caso de Argentina sirve como referencia para situaciones similares que acontezcan en la región. Se utiliza el caso argentino dado que es el único caso latinoamericano con evidencia cuantitativa que permite medir el impacto¹. De todas maneras, los datos de Argentina se encuentran validados con la evidencia presentada por Kende y Murphy (2012) para los casos de Kenia y Nigeria.

El primer modelo se basa en la situación de dos ISP localizados en el interior de Argentina (ver Cuadro 8.1).

	COPELCO/CALF	CELPL
Localización	Neuquén	Bahía Blanca
Distancia al IXP central	990 km	690 km
Fecha de inauguración	5/10/11	1/1/13
Tráfico intra-ISP (%)	2 %	2 %
Tráfico nacional (%)	8 %	8 %
Tráfico <i>cache</i> (%)	30 %	30 %
Tráfico internacional	60 %	60 %
Costo de transporte previo a IXP (A\$/MB)	US\$ 200	US\$ 100

Cuadro 8.1.
ISP del interior de Argentina

Fuentes: CABASE, ITU, Entrevistas a ISP.

Como se observa en la situación original, el costo de transporte promedio de las localidades originales de estos dos ISP al resto del mundo oscila entre A\$ 100 y A\$ 200 por MB². Una vez desplegado IXP en cada localidad, se genera en una disminución de entre 80% y 60% del precio de transporte original (ver Cuadro 8.2).

1. Se acepta que el impacto en el costo de tránsito no puede necesariamente ser el mismo, ya que el efecto depende de la distancia y de la estructura de mercado de transporte de datos mayorista.

2. El precio de mercado antes de la introducción del IXP era de USD 200. El proveedor de transporte mayorista de datos cobra diferentes precios a nivel regional, en función del nivel de competencia en el sector (fuentes: CELPL; CABASE).

Cuadro 8.2.
Disminución de costos de transporte de ISP del interior de Argentina

Escenario	Tráfico	Costo (USD) por MB	Metodología / Fuente
Anterior al despliegue de IXP	Neuquén – Mundo	200,00	Entrevista ISP/CABASE
	Bahía Blanca – Mundo	100,00	Página web del ISP
Posterior al despliegue de IXP	Neuquén – Bs. As	24,00	Información ITU/ISP
	Neuquén – Internacional	52,00	Información ITU/ISP
	Neuquén Prorrateado (disminución respecto al costo anterior al despliegue de IXP)	40,32 (-80%)	% Tráfico Internacional * USD 52,00 + % Tráfico Nacional * USD 24,00
	Bahía Blanca-Bs. As.	21,60	90 % Costo Neuquén
	Bahía Blanca-Internacional	46,80	90 % Costo Neuquén
	Bahía Blanca Prorrateado (disminución respecto al costo anterior al despliegue de IXP)	36,29 (-64 %)	% Tráfico Internacional * USD 52,00 + % Tráfico Nacional * USD 24,00

Fuentes: CABASE, ITU, Entrevistas a ISP.

Los menores costos para el ISP se logran a través de reemplazar tráfico internacional por tráfico local, y reducir los costos de *carriers* internacionales. La creación de los IXP regionales de CABASE en Bahía Blanca y Neuquén generó una disminución en los costos de transporte de los ISP que se dieron por diferentes canales. En primer lugar, aproximadamente 2% del tráfico del ISP que correspondía a contenido local/regional (diarios locales, entidades gubernamentales municipales) pasó a estar contenido dentro del *cache* del IXP regional. De este modo se logra un costo cero por este tráfico. En segundo lugar, aproximadamente 8% del tráfico que correspondía a tráfico nacional (en Buenos Aires) se logra reducir a un costo de USD 24,00 por Mbps, que antes se pagaba al costo del *carrier* de tráfico mayorista nacional (con un costo por encima del de mercado, ya que el *carrier* también era competidor en el mercado de ISP). En tercer lugar, 30% del tráfico que era internacional pasa a ser local por el contenido alojado en el IXP de Buenos Aires³. De este modo se transfiere tráfico internacional a tráfico local con un costo de USD 24,00 por Mbps. Por último, el resto del tráfico que sigue siendo internacional se logra a mejores costos ya que con la conectividad con el IXP se negocian mejores tarifas con los *carriers* internacionales.

El análisis de la experiencia de Kenia confirma la disminución de costos de tránsito para el ISP como resultado de la instalación del IXP. Kende y Murphy (2012) estiman que en el caso de Kenia el principal beneficio para el ISP se da en un ahorro de costo de los operadores, que genera un aumento en sus beneficios. Para estimar el impacto real en reducción de costos, los autores tienen el problema de la falta de datos exactos sobre costos del Mbps, donde solo se indica que los operadores abonaban entre USD 90 y USD 650 (con un valor promedio de USD 120 por MB). Tomando un valor previo de USD 300 por MB (costo puro de enlace internacional) y aceptando el valor actual promedio de USD 120, la reducción fue de 60%. Este valor es cercano al calculado a la reducción del ISP argentino (CLPEL), que fue de 64%.

3. Si bien este ahorro no considera el costo de traer los contenidos al IXP de Buenos Aires, estos no son incurridos por el ISP sino por el proveedor de contenido.

8.2. Impacto de la reducción de costos de tránsito en tarifas de banda ancha

Validada la contribución que ejerce el despliegue de IXP al costo de transporte de datos, se calcula el impacto del despliegue de IXP en el precio minorista de banda ancha. Para ello, se utilizan dos modelos econométricos con datos de los países más grandes de la región, validado con la experiencia generada en los casos de Argentina y Brasil. El primer modelo evalúa el impacto del despliegue de IXP en el precio de la oferta básica de banda ancha⁴, mientras que el segundo lo hace en el producto medio de banda ancha⁵ (ver Figura 8.2).

IMPACTO DE IXP EN TARIFA DE BANDA ANCHA DE 1 MBPS

$$\ln(\text{Tarifa Residencial de la Banda Ancha Básica})_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 \text{Índice HHI}_{it} + \alpha_3 \text{Existencia de IXP}_{it} + \epsilon_{it} + \text{Efectos Fijos por Año} + \text{Efectos Fijos por País}$$

IMPACTO DE IXP EN TARIFA DE BANDA ANCHA DE 3 MBPS

$$\ln(\text{Tarifa Residencial de la Banda Ancha Medio})_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 \text{Índice HHI}_{it} + \alpha_3 \text{Existencia de IXP}_{it} + \epsilon_{it} + \text{Efectos Fijos por Año} + \text{Efectos Fijos por País}$$

figura 8.2.

Modelos econométricos de impacto de IXP en tarifas de banda ancha

Los modelos se basan en analizar la relación causal entre tarifas minoristas, por un lado, y existencia de un IXP, intensidad competitiva y efectos fijos por año y país⁶. La fuente de las variables está incluida en el Cuadro 8.3.

Variable	Explicación	Fuentes
Tarifa residencial del servicio de banda ancha fija básico	Costo final para usuario residencial del servicio de banda ancha fija con una velocidad de descarga de al menos 1 Mbps (Metodología ITU) y al menos 2 GB de CAP (en USD)	Relevamiento TAS (2013) y Relevamiento CETYS (2010, 2011 y 2012)
Tarifa residencial del servicio de banda ancha fija medio	Costo final para usuario residencial del servicio de banda ancha fija con una velocidad de descarga de al menos 3 Mbps (Metodología ITU) y al menos 6 GB de CAP (en USD)	Relevamiento TAS (2013) y Relevamiento CETYS (2010, 2011 y 2012)
Nivel de competencia	Índice HHI del país en el mercado de banda ancha fija. A través de esta variable se controla por el nivel de competencia (que afecta el nivel de precio que pueden cobrar los oferentes en cada país)	Análisis TAS
Presencia de IXP	Variable que toma valor 1 si existe un IXP en el país y 0 en caso contrario	Análisis TAS

Cuadro 8.3.

Fuente de variables en modelos econométricos

Fuentes: CABASE, ITU, Entrevistas a ISP.

Los países considerados en ambos modelos incluyen Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

4. Costo final para usuario residencial del servicio de banda ancha fija con una velocidad de descarga de al menos 1 Mbps (Metodología ITU) y al menos 2 GB de CAP (en USD).

5. Costo final para usuario residencial del servicio de banda ancha fija con una velocidad de descarga de al menos 3 Mbps (Metodología ITU) y al menos 6 GB de CAP (en USD).

6. Si bien podría incluirse el precio de transporte internacional como sustituto, esta variable está incluida en los efectos fijos del panel. Adicionalmente, como el objeto no es el cálculo de elasticidades cruzadas entre ambos sustitutos, la exclusión de la variable precio del transporte mayorista no es problemática.

Las estimaciones de ambos modelos indican que, si bien no existe un efecto para la tarifa básica, la presencia de IXP reduce la tarifa promedio de banda ancha media en 89% (ver Cuadro 8.4). Es importante, sin embargo, tomar estos resultados como direccionalmente correctos sin asumir ordenes de magnitud, dado que el modelo no es estadísticamente robusto en su totalidad.

Cuadro 8.4.

Estimación del efecto de la existencia de IXP en tarifas minoristas de banda ancha

Variables independientes	Conexión BAF1 Mbps	Conexión BAF 3 Mbps
Presencia de IXP	-0,0144 (0,0144)	-0,8943 (0,1654) ***
Índice HHI de BAF	0,0000296 (0,0000237)	0,0001427 (0,000027) ***
Observaciones	40	40
Efecto fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
R ²	76,56%	91,60%

Fuente: análisis TAS.

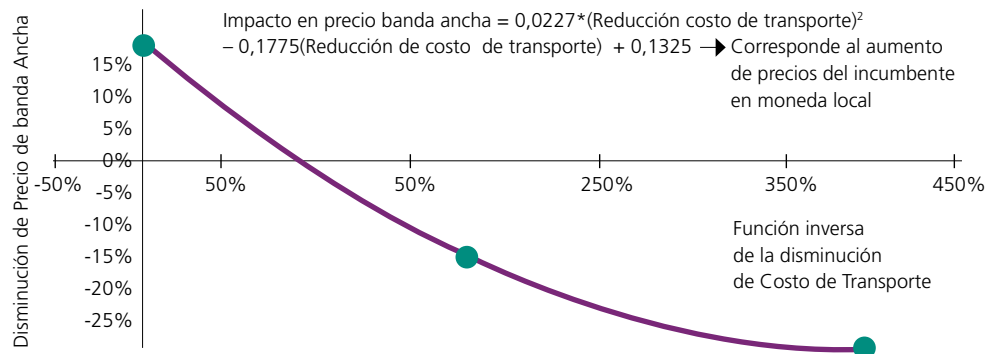
De acuerdo con los resultados del primer modelo, la existencia de IXP no tiene un impacto significativo en la tarifa del servicio de 1 Mbps o similar. Asimismo, el nivel de competencia tampoco parece tener un rol significativo. Esta situación puede deberse a que varios países de la región, como Brasil, Uruguay y Venezuela, tienen planes básicos regulados. Por otro lado, la existencia de IXP impacta tarifas de conexiones de mayor velocidad de descarga (3 Mbps o similar). Así también, como es de esperar, el nivel de competencia afecta el nivel tarifario de este servicio.

En el caso de los ISP del interior de Argentina, se puede comprobar que una porción de la reducción del costo de transporte ha sido transferida a los precios minoristas. En este caso, el precio del servicio de 1 Mbps ha disminuido de A\$ 300,00 (en el caso de Copelco en 2010) a A\$ 145,00 en 2013, y de A\$ 201,11 (en el caso de CELPL en 2011) a A\$ 142,18 en 2013. Esta disminución puede ser especificada en una función inversa⁷ vinculando la disminución de costos de transporte a la reducción de tarifas (ver Gráfico 8.1).

7. Se utiliza la función inversa de la disminución de costo de transporte para generar una correlación con una función de no más de segundo orden.

Gráfico 8.1.

Argentina: Impacto en precio de servicio de 1 Mbps



Fuente: análisis TAS.

Basados en la verificación del efecto de reducción de tarifas minoristas con base en el modelo econométrico de ofertas medias y el caso argentino, se puede proyectar la reducción en tarifas reales (ver Cuadro 8.5).

Reducción de costo de tránsito	Función inversa de reducción de costo de tránsito	Impacto en tarifas reales de banda ancha fija
20 %	25%	-4,30%
33 %	50%	-8,31%
43 %	75%	-12,04%
50 %	100%	-15,48%
67 %	200%	-26,42%
71 %	250%	-30,19%

Fuente: Análisis TAS

Cuadro 8.5.

Estimación del impacto en tarifas residenciales de una reducción del costo de tráfico en función del efecto registrado en Argentina

Estas estimaciones son validadas por la evidencia recogida en Brasil. En este caso, entre diciembre de 2011 y junio de 2013, el costo de tránsito mayorista ha disminuido a una tasa anual de 49% (de R\$ 220,00 a R\$ 80,00)⁸. Esta situación ha resultado en una reducción anual de 29% de la tarifa residencial del servicio de banda ancha de alta velocidad (20 Mbps) y una mejora en velocidad. Como consecuencia de la disminución en costos de tráfico, se duplicó el límite de descarga que permite el plan de “Banda Larga Popular”, pasando de 500 MB mensuales a 1 GB (manteniéndose la velocidad de descarga en 1 Mbps).

Al mismo tiempo, los planes de alta velocidad mejoraron en dos sentidos. La tarifa del plan de 20 Mbps disminuyó a una tasa anual del 29%. Esta situación marca que por cada 1% que disminuyó el costo de tráfico, la tarifa residencial disminuyó en 0,59%. Así también se lanzó la oferta de un plan de 100 Mbps a un costo menor que lo que costaba el plan de 50 Mbps en 2011. Esta situación marca un impacto mayor de la reducción de los costos de tráfico en los planes de mayor velocidad. Por el otro lado, los planes de baja velocidad (10 Mbps o inferior), han mantenido su tarifa para los usuarios residenciales. En conclusión, el efecto de Brasil es el doble que en Argentina para los planes de alta velocidad, aunque en los planes de baja velocidad el efecto es nulo, por lo que en promedio se tiene el mismo efecto total que en Argentina.

En el caso africano no es posible calcular si se produjo una transferencia del excedente del productor al consumidor. Para incluir el caso de Kenia como punto de comparación con lo acontecido a partir de la instalación de los IXP en el interior de Argentina, es necesario contar con la evolución de la tarifa de banda ancha residencial en el tiempo. Al respecto, Kenia no cuenta con un mercado desarrollado de banda ancha fija dado que al año 2011 solo existía 1 conexión por cada 1.000 habitantes⁹. Alternativamente, y dado que el mercado de banda ancha desarrollado en el país es el móvil, se observa que sí hubo un impacto positivo en el mismo. A partir de la reducción de costos de los operadores,

8. Fuente: Telebrás.

9. Fuente: UIT. Esta situación se debe a un problema de asequibilidad. El plan de 256 kbps tiene un costo superior a los USD 30 y el plan de 1 Mbps, que empezó a estar disponible a nivel residencial solo después de la instalación del IXP, tiene actualmente un costo superior a los USD 60. El país tiene un producto per cápita mensual promedio de USD 140, por lo que el plan básico de banda ancha de 256 kbps representa más del 20% del mismo.

los mismos duplicaron el CAP (límite de descarga mensual) de sus planes manteniendo el precio de los mismos. De este modo, mientras que con anterioridad al despliegue de un IXP, una tarifa de USD 1,80 daba acceso a un plan 50 MB de CAP, luego de la instalación del IXP por el mismo precio se puede acceder a 100 MB de CAP.

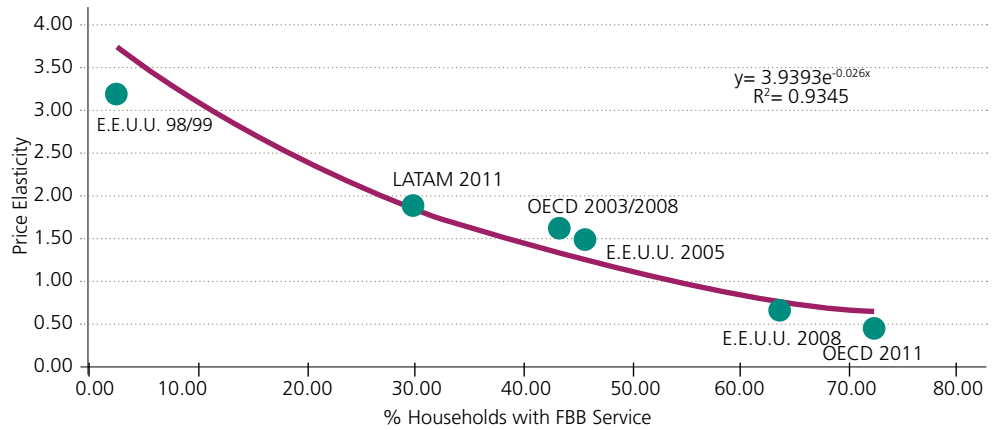
En resumen, toda la evidencia apunta a una transferencia parcial de la reducción de precios de tránsito a las tarifas de banda ancha:

- **Modelo econométrico:** La existencia de IXP impacta tarifas de conexiones de mayor velocidad de descarga (3 Mbps o similar).
- **Caso brasileño:** Por cada 1% que disminuyó el costo de tráfico, la tarifa residencial del plan de 20 Mbps disminuyó en 0,59%.
- **Caso Kenia:** El despliegue de IXP llevó al incremento del límite de descarga móvil de 50 MB a 100 MB por el mismo precio.

Con estos resultados, se estima el impacto en la penetración de banda ancha a partir de la elasticidad de precios existente en los países de la región. La compilación de estudios de elasticidad de precios de banda ancha indica la existencia de coeficientes importantes a niveles bajos de adopción (ver Gráfico 8.2).

Gráfico 8.2.

Correlación entre penetración de banda ancha fija y elasticidad de precios



Fuente: Análisis TAS basado en investigaciones realizadas en países de la OCDE y América Latina.

De acuerdo con estos coeficientes se puede determinar la penetración a alcanzar como resultado de la reducción de precios (ver Cuadro 8.6).

Cuadro 8.6.

Análisis de sensibilidad del aumento de la penetración de banda ancha a la reducción de costo de tránsito

Reducción de costo de tránsito como resultado del despliegue del IXP	Impacto en tarifas reales del servicio de banda ancha	Crecimiento esperado en porcentaje de hogares conectados al servicio de banda ancha					
		Bolivia	Colombia	México	Panamá	Paraguay	Perú
20 %	-4,30%	0,48%	2,26%	2,35%	2,37%	0,59%	1,76%
33 %	-8,31%	0,93%	4,37%	4,54%	4,58%	1,15%	3,41%
43 %	-12,04%	1,35%	6,33%	6,58%	6,64%	1,67%	4,94%
50 %	-15,48%	1,73%	8,14%	8,46%	8,54%	2,14%	6,35%
67 %	-26,42%	2,96%	13,89%	14,44%	14,57%	3,66%	10,84%
71 %	-30,19%	3,38%	15,88%	16,50%	16,65%	4,18%	12,39%

Fuente: Análisis TAS.

Las estimaciones de sensibilidad de penetración a la reducción de costos de tránsito permiten estimar el impacto que la adopción resultante del despliegue de IXP podría tener en el crecimiento del PIB. Para ello se determinaron dos escenarios basados en dos casos probables de reducción de costos de tránsito: 1) los costos de tránsito disminuyen 33%, 2) los costos de tránsito disminuyen 50%. En el primer caso, las tarifas reales de banda ancha se reducirían en 8,31%, mientras que en el segundo las mismas bajarían 15,48%. Bajo estos supuestos, la penetración adicional de banda ancha es diferente por país, dado que la tasa de elasticidad de precios varía con la penetración del servicio. En los países con más baja penetración, donde la asequibilidad es una barrera extremadamente alta, la reducción de precios tiene un efecto de penetración importante: Bolivia, Paraguay y Perú. Aun en los países más avanzados en términos de banda ancha, la disminución de precios contribuiría a la penetración de manera significativa.

Acudiendo a la función que vincula penetración de banda ancha con el crecimiento del PIB¹⁰, se puede proyectar la contribución del despliegue de IXP al PIB. El Cuadro 8.7 resume todos los análisis. Para ello se han usado dos escenarios. El primero retoma los ahorros en tránsito resultantes del análisis del capítulo 5, que indican un ahorro de 38%. En este caso, de manera conservadora, el escenario plantea un ahorro de 33%. El segundo caso plantea una reducción en costos de tránsito más agresivos del 50%.

Reducción de costo de tránsito como resultado del despliegue del IXP	Impacto en tarifas reales del servicio de banda ancha	Crecimiento esperado en porcentaje de hogares conectados al servicio de banda ancha					
		Bolivia	Colombia	México	Panamá	Paraguay	Perú
Escenario 1: Reducción del costo de tránsito del 33%							
33%	-8,31%	0,93%	4,37%	4,54%	4,58%	1,15%	3,41%
Aumento en la penetración de banda ancha		23,20%	14,02%	8,88%	12,17%	22,83%	17,90%
Impacto económico (% PIB)		0,37%	0,22%	0,14%	0,19%	0,36%	0,28%
Escenario 2: Reducción del costo de tránsito del 50%							
50%	-15,48%	1,73%	8,14%	8,46%	8,54%	2,14%	6,35%
Aumento en la penetración de banda ancha		36,01%	23,30%	15,37%	20,51%	35,53%	28,88%
Impacto económico (% PIB)		0,57%	0,37%	0,24%	0,33%	0,56%	0,46%

Fuente: Análisis TAS

Cuadro 8.7.
Impacto del despliegue de IXP en la penetración de banda ancha y PIB

Bajo el escenario de ahorro en costos de tránsito del orden de 33%, el impacto en el crecimiento del PIB sería de aproximadamente 0,20%.

8.3. IMPACTO ECONÓMICO DE LA REDUCCIÓN DE LA LATENCIA

El análisis de impacto económico del aumento de velocidad de banda ancha, como resultado de la disminución de la latencia, está basado en la premisa de que la velocidad del servicio aumenta a precios constantes, y como consecuencia, esta produce un efecto económico. Para ello, se han construido dos modelos:

10. Ver Katz R.(2010). "La contribución de la banda ancha al crecimiento económico", Jordán, V., Galperin, H., Peres, W. *Acelerando la Revolución Digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*. CEPAL: Santiago, Chile.

- Impacto de la disminución de costos de tránsito en las velocidades de descarga.
- Impacto económico de banda ancha como resultado del aumento de la velocidad.

La velocidad de descarga efectiva en América Latina está aumentando a una tasa de 37,65% anual, con un promedio actual superior a los 3,5 Mbps (ver Cuadro 8.8).

Cuadro 8.8.

América Latina: Velocidad de descarga por país (1T10-2T13)

País	1T10	2T10	3T10	4T10	1T11	2T11	3T11	4T11	1T12	2T12	3T12	4T12	1T13	2T13	TACC
Argentina	1.996	2.036	2.011	2.234	-	3.073	3.181	3.789	3.932	3.815	3.639	4.163	4.280	4.406	27,59%
Bolivia	408	434	475	484	444	444	442	665	588	749	1.093	1.375	1.429	1.307	43,06%
Brasil	2.862	3.230	3.686	4.435	4.881	4.733	5.065	5.682	5.953	6.173	5.838	6.549	6.867	7.045	31,94%
Colombia	1.568	1.580	1.617	1.906	-	2.375	2.375	2.679	3.326	3.088	2.935	3.522	4.063	4.077	34,18%
Costa Rica	-	-	-	1.955	1.987	1.998	2.083	2.585	2.397	2.276	2.143	-	2.147	2.135	3,98%
El Salvador	805	536	654	1.498	1.842	1.783	1.684	2.333	2.635	2.863	2.620	2.838	3.115	3.062	50,84%
Guatemala	581	781	758	857	1.019	1.433	1.233	1.925	2.032	2.576	2.657	2.676	2.595	2.993	65,60%
Honduras	1.395	1.662	1.423	1.820	2.085	2.140	2.167	2.311	2.671	2.886	2.948	2.624	2.825	3.152	28,50%
México	2.172	2.148	2.086	2.471	3.152	3.407	5.200	4.172	4.622	4.882	5.589	6.486	6.995	7.906	48,81%
Nicaragua	1.377	945	1.904	2.398	2.006	2.093	1.824	2.727	2.731	3.081	2.954	2.910	3.256	-	33,22%
Panamá	1.595	1.879	2.346	2.283	2.175	2.289	2.289	2.718	2.602	2.981	3.013	3.499	3.332	3.875	31,40%
Paraguay	638	883	1.463	1.401	1.546	1.946	1.605	2.063	2.390	2.121	2.555	2.635	3.246	3.815	73,38%
Perú	1.173	1.145	1.021	1.394	1.402	1.484	1.515	1.770	1.802	-	2.618	2.865	2.963	3.038	34,02%
PROMEDIO	1.513	1.527	1.670	1.934	2.210	2.246	2.359	2.725	2.899	2.981	3.123	3.450	3.624	3.729	37,65%

Fuente: Análisis TAS con base en datos de Ookla Net Index.

Al mismo tiempo, la velocidad de subida efectiva en la región está aumentando a una tasa de 45% anual, con un promedio actual cercano a los 1,5 Mbps.

Si se excluye el caso de México, que tiene el menor costo de tráfico en la región, los países con mayor velocidad de descarga son aquellos que albergan IXP domésticos (Argentina, Brasil, Colombia). México presenta la mayor velocidad de descarga promedio de la región (8 Mbps) al 2T13. Esta situación se puede atribuir al menor costo de tránsito en comparación con el resto de los países analizados¹¹. Brasil y Argentina presentan la segunda y tercera mayor velocidad de descarga a nivel regional (7 Mbps y 4,4 Mbps respectivamente). Ambos países son los únicos en la región que tienen desarrollada una estructura de IXP tanto nacional como subregional que les ayuda a disminuir su costo de tránsito. En el caso de Brasil, a pesar de la falta de interconexión entre IXP, la presencia de puntos regionales mejora la velocidad que pueden ofrecer los ISP debido a menores costos por MB del servicio. La cuarta mayor velocidad de descarga la presenta Colombia, donde ya existe un IXP a nivel nacional, aunque aún no ha desarrollado el alojamiento de contenido y la instalación de IXP subregionales. En conclusión, se encuentra una correlación entre un menor costo de transporte del tráfico y una mayor velocidad efectiva para el usuario final. Obviamente, esta conclusión debería considerar también el efecto de competencia actuando como incentivo para el aumento de velocidad; sin embargo, se considera que, en el contexto de la “batalla por mayores velocidades”, los costos de

11. Ver Anexo D. Precios de tránsito en América Latina.

tránsito actúan como un facilitador (ver estudio de caso de Holanda incluido en el análisis de la experiencia internacional).

Para estimar el impacto de la disminución de costos de tránsito en las velocidades de descarga, se construyó un modelo de regresión logarítmica de costos de transporte y velocidad de descarga. Para este se usó la base de datos del anexo D y la evidencia de ISP en el interior de Argentina (ver Figura 8.3).

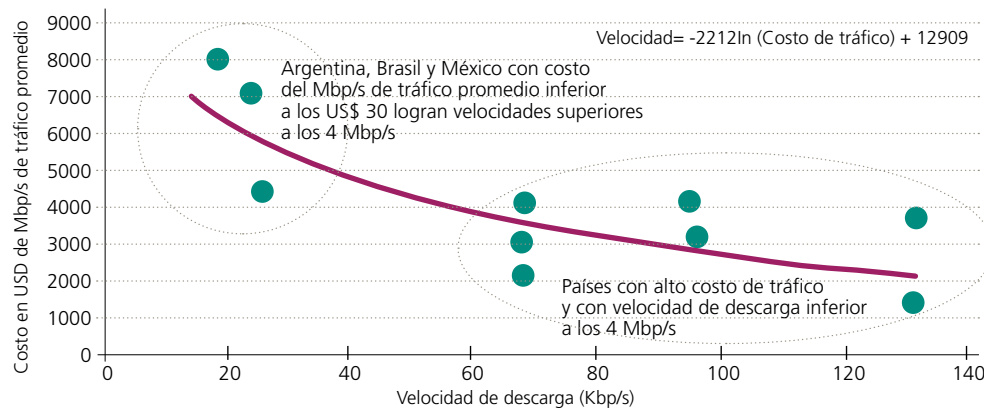


Figura 8.3. América Latina: Precio del tráfico internacional y velocidad de descarga (2T13)

Fuente: Análisis TAS con base en datos de Ookla Net Index y Telegeography

La experiencia de CABASE en Argentina confirma los resultados del modelo anterior. La introducción de IXP regionales domésticos en Argentina logró duplicar la velocidad de descarga, manteniendo el costo, y lanzar productos con mayores velocidades. En el caso del ISP de Neuquén, con la introducción del IXP se logró duplicar la velocidad máxima de descarga ofertada, de 1 Mbps a 2 Mbps, y por el mismo costo (ajustado por inflación). Antes de la introducción del IXP se ofertaba un plan de 256 kbps, luego de la instalación del mismo y de obtener una reducción de 79,84% en sus costos de tráfico, se cuadruplicó la velocidad (a 1 Mbps). En el caso del ISP de Bahía Blanca, al sumarse a CABASE (el IXP local), redujo en un 64% sus costos, y duplicó al mismo precio la velocidad de sus planes. Así también, en el caso de Bahía Blanca, el operador pudo duplicar la velocidad máxima ofertada (de 1 Mbps a 2 Mbps). De este modo se observa un impacto tanto en lanzamiento de nuevos productos de mayor velocidad, como en mejora de velocidad para los usuarios ya existentes.

Para la estimación del impacto en velocidad de la instalación de los IXP en la región se decidió utilizar el escenario más conservador. A partir de la velocidad de descarga de cada país publicada por Ookla, se estima el aumento de velocidad en cada país generada por la reducción de costos de tráfico calculada en la sección previa. Para estimar el impacto en velocidad se aplica la función logarítmica que estima la relación entre costos de tráfico y velocidad de navegación de los usuarios finales en cada país. Esta estimación considera un escenario de mínima, ya que si se toma lo acontecido con los ISP de Argentina el impacto sería mayor. De acuerdo a la función logarítmica, la velocidad de las conexiones aumentarán en un 35% como consecuencia de la introducción de los IXP recomendados en la región (ver Cuadro 8.9).

Cuadro 8.9.
Impacto en velocidad
por la introducción de IXP
en América Latina

País	Velocidad actual de descarga	Variación en costo de tráfico	Aumento en velocidad (kbps)	% Aumento en velocidad
Argentina	4.406	14,87%	356	8,08%
Bolivia	1.307	57,69%	1.903	145,63%
Brasil	7.045	7,47%	172	2,44%
Colombia	4.077	39,68%	1.118	27,43%
Costa Rica	2.135	33,68%	908	42,56%
El Salvador	3.062	33,68%	908	29,67%
Guatemala	2.993	33,68%	908	30,35%
Honduras	3.152	33,68%	908	28,82%
México	7.906	6,43%	147	1,86%
Nicaragua	3.256	33,68%	908	27,90%
Panamá	3.875	25,00%	636	16,42%
Paraguay	3.875	57,69%	1.903	49,87%
Perú	3.815	45,91%	1.359	44,75%
REGIÓN	3.851	14,87%	934	35,06%

Fuente: Análisis TAS.

Como se observa en el Cuadro 8.9, los países con menor costo de tránsito actual, ya sea por su ubicación (México) o por la existencia de IXP tanto nacional como regional subnacional (Argentina y Brasil), tendrán un menor impacto en velocidad. En el caso de estos últimos dos países, el mayor impacto ya aconteció con el despliegue de los IXP iniciales. Por el otro lado, en casos como Bolivia y Paraguay existe la posibilidad de una importante mejora en velocidad.

Cuadro 8.10.
Impacto en la velocidad
de la introducción de IXP
en América Latina

Punto de partida: Velocidad actual de descarga (Mbps)	Efecto: en costo de tráfico (modelo de ahorro)	Resultado: Aumento en velocidad de descarga (modelo logarítmico) (kbps)	Impacto: Aumento en PIB (modelo Rohman y Bohlin) (USD Mi)
Argentina	4.406	14,87%	82,44
Bolivia	1.307	57,69%	87,91
Brasil	7.045	7,47%	122,48
Colombia	4.077	39,68%	217,91
Costa Rica	2.135	33,68%	42,55
El Salvador	3.062	33,68%	14,94
Guatemala	2.993	33,68%	32,82
Honduras	3.152	33,68%	11,22
México	7.906	6,43%	48,49
Nicaragua	3.256	33,68%	6,35
Panamá	3.875	25,00%	13,94
Paraguay	3.875	57,69%	31,47
Perú	3.815	45,91%	202,11
REGIÓN	3.851	14,87%	915

Fuente: Análisis TAS con base en datos de Ookla Net Index y Rohman y Bohlin (2012). "Does Broadband Speed Really Matter for Driving Economic Growth?" e Informe de Ericsson, Arthur Little y Chalmers University of Technology (2013)

A partir del aumento de velocidades se estima el impacto en PIB de la instalación de los IXP en la región. De acuerdo a la evidencia presentada en el Capítulo 2, Rohman y Bohlin (2012) estiman de modo estadísticamente significativo que duplicar la velocidad promedio de la banda ancha en un país de la OCDE genera un aumento en su producto del 0,30%. Sin embargo, los mismos autores¹² encuentran que el impacto es menor para los

12. Resultado del estudio disponible en : <http://www.ericsson.com/news/1729555>

países BRIC en relación a los de la OCDE en un 32%¹³, por lo que duplicar la velocidad llevaría a un aumento en su producto del 0,20%. Por lo tanto, como consecuencia de la introducción de los IXP en la región se genera un PIB adicional de USD 915 millones (ver Cuadro 8.10).

8.4. IMPACTO ECONÓMICO ACUMULADO

El impacto económico acumulado se calcula sumando el efecto de la mayor asequibilidad del servicio, y del aumento en velocidad (efectos simultáneos). En efecto, con la introducción de los IXP en la región, y la consecuente reducción en costos de tráfico para los ISP se generan dos beneficios:

- Manteniendo el nivel tarifario aumenta la velocidad del servicio (beneficio en calidad para usuarios existentes);
- Disminución del precio del plan de menor velocidad como consecuencia de la disminución de costos, lo que aumenta la asequibilidad del servicio, hecho que se ve reflejado en un aumento en el número de usuarios.

La suma de efectos es posible dado que cada uno ocurre de manera simultánea, afectando a poblaciones diferentes. El primero genera beneficios para los usuarios ya existentes del servicio, y el segundo permite atraer nuevos usuarios por el menor precio.

De este modo el efecto económico agregado de la introducción de nuevos IXP en la región llega a los USD 4.472 millones (ver Cuadro 8.11).

13. Rohman y Bohlin (2013) encuentran que si se multiplica por 3 veces la velocidad en los países de la OCDE, el impacto económico en dólares es 8 veces superior en relación a realizar la misma medida en los BRIC. Pero al ajustar por el PIB de ambos grupos de países, se tiene que el impacto en los BRIC es un 32% inferior en relación a los OCDE medido como porcentaje del aumento del producto.

País	Impacto en producto (millones US\$) generado por mayor asequibilidad (escenario 1)	Impacto en producto (millones US\$) generado por aumento en velocidad	Impacto en producto (millones US\$) total
Argentina	-	82,44	82,44
Bolivia	109,20	87,91	197,11
Brasil	-	122,48	122,48
Colombia	854,52	217,91	1.072,43
Costa Rica	-	42,55	42,55
El Salvador	-	14,94	14,94
Guatemala	-	32,82	32,82
Honduras	-	11,22	11,22
México	1.784,95	48,49	1.833,44
Nicaragua	-	6,35	6,35
Panamá	78,82	13,94	92,76
Paraguay	111,09	31,47	142,56
Perú	618,31	202,11	820,42
REGION	3.557	915	4.472

Fuente: Análisis TAS.

Cuadro 8.11.
Impacto económico total de la instalación de IXP propuestos

El impacto total en producto (en millones USD) generado por la instalación de los IXP se encuentra en un rango que va desde 3.557 a los 4.472. La hipótesis de mínima acontece en un escenario donde los beneficiarios de la mayor asequibilidad coinciden con quienes se benefician del aumento de velocidad. Por el otro lado, el escenario de máxima, acontece si estamos hablando de dos grupos poblacionales diferentes.

9.

PLAN DE IMPLANTACIÓN Y HOJA DE RUTA

9.1.
Lista completa de iniciativas

9.1.
Confirmación de agentes
clave por IXP

9.1.
Estudios detallados
de factibilidad técnica
y regulatoria

9.1.
Socialización de agenda
regulatoria

9.1.
Cronograma de despliegue
de IXP

PLAN DE IMPLANTACIÓN Y HOJA DE RUTA

Teniendo presentado el marco de acción y las recomendaciones en las áreas regulatoria, técnica, estratégica y económica, este capítulo presenta la hoja de ruta para la implementación de las sugerencias. Esta hoja de ruta incluye primero aquellas iniciativas que ya se encuentran en proceso de implantación. En este caso, se detallan actividades que podrían contribuir a estimular o acelerar el despliegue de IXP.

Adicionalmente, se detallan aquellas iniciativas basadas en la identificación de nuevas necesidades y oportunidades realizadas en este estudio. Estas iniciativas están estructuradas a modo de coordinar el desarrollo de tareas en el área regulatoria, de gobernanza, técnica y financiera.

9.1. LISTA COMPLETA DE INICIATIVAS

El conjunto de iniciativas identificadas en este estudio han sido resumidas por país (ver Cuadro 9.1).

Cuadro 9.1.
America Latina:
Compilación de iniciativas

PAÍS	Iniciativa
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en La Paz • Instalación de IXP domésticos en Santa Cruz y Cochabamba
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP interregional y <i>data center</i> en Fortaleza
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Bogotá • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Medellín • Instalación de IXP domésticos en Cali, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en San José
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en San Salvador
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Ciudad de Guatemala
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Tegucigalpa
México	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Mexico, DF • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Monterrey • Instalación de IXP domésticos en Querétaro, Ciudad Juárez, Tijuana, Guadalajara y Mérida
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Managua
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP interregional y <i>data center</i> en Ciudad de Panamá
Paraguay	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Asunción
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP interregional y <i>data center</i> en Chilca • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Lima • Instalación de IXP domésticos en Arequipa, Trujillo y Cusco

Estas iniciativas complementan el esfuerzo ya hecho en Argentina y Ecuador en términos de despliegue de IXP. En el caso de Uruguay y Venezuela, los proyectos en curso de

conexión internacional de redes y despliegue de IXP (en Venezuela) también contribuyen a la expansión de la infraestructura de interconexión en la región. Algunas de estas iniciativas ya han comenzado a implantarse (ver Cuadro 9.2).

PAÍS	Iniciativa	Estado actual (9/13)
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en La Paz • Instalación de IXP domésticos en Santa Cruz y Cochabamba 	<ul style="list-style-type: none"> • ATT, la autoridad regulatoria está en proceso de análisis de la propuesta presentada por algunos ISP • Iniciativa no incluye <i>data center</i>
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y <i>data center</i> en Fortaleza 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa bajo consideración del gobierno brasileño • Iniciativa del gobierno no incluye <i>data center</i>
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Bogotá • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Medellín • Instalación de IXP domésticos en Cali, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe el NAP Colombia, propiedad de consorcio de ISP • No tiene <i>data center</i> • Intercambia solo tráfico nacional • Iniciativas recomendadas por este estudio
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en San José 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de consorcio encargado de gestión del IXP en proceso • Iniciativa no incluye <i>data center</i>
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en San Salvador 	<ul style="list-style-type: none"> • IXP existente, IXSAL, no está operando a capacidad • No existe un <i>data center</i>
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Ciudad de Guatemala 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa recomendada por este estudio
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Tegucigalpa 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa recomendada por este estudio
México	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en México, DF • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Monterrey y Guadalajara • Instalación de IXP domésticos en Querétaro, Ciudad Juárez, Tijuana y Mérida 	<ul style="list-style-type: none"> • Consorcio conformado • IXP en proceso de instalación • No incluye <i>data center</i> • Iniciativas recomendadas por este estudio
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Managua 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un IXP (IXP Nicaragua), alojado en Universidad Nacional de Nicaragua (quien administra también el ni), con obligaciones de interconexión para vender al gobierno • No consta de registro de participación
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y <i>data center</i> en Ciudad de Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa recomendada por este estudio
Paraguay	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y <i>data center</i> en Asunción 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativa recomendada por este estudio
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y <i>data center</i> en Chilca • Expansión de IXP nacional y <i>data center</i> en Lima • Instalación de IXP domésticos en Arequipa, Trujillo y Cusco 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas recomendadas por este estudio • Existen dos IXP (NAP Inca, propiedad de Internexa; NAP Perú, propiedad de consorcio de IXP) • NAP Perú intercambia solo tráfico nacional • Iniciativas recomendadas por este estudio • Plan incluido en Licitación de la Red Dorsal (aunque sin identificar localización)

Cuadro 9.2.

América Latina:
Estado de implantación de iniciativas

9.2. CONFIRMACIÓN DE AGENTES CLAVE POR IXP

A partir de este estado de situación, se han definido una serie de tareas que deben ser encaradas de manera inmediata, para asegurar la lista de agentes clave encargados de liderar el proceso de despliegue (ver Cuadro 9.3).

Cuadro 9.3.
Confirmación de agentes clave

PAÍS	Iniciativa	Tareas de confirmación de agentes clave
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en La Paz • Instalación de IXP domésticos en Santa Cruz y Cochabamba 	<ul style="list-style-type: none"> • Completar la revisión de los planes de ISP y determinar la estructuración del consorcio encargado de la propiedad y gestión de los tres IXP (contacto: Cliford Paravicini, Director Ejecutivo, ATT)
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Fortaleza 	<ul style="list-style-type: none"> • Reanudar discusión con el NIC.Brasil (contacto: Milton Kashiwakura) y UIT (contacto: Randall Trevino)
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y <i>data-center</i> en Bogotá 	<ul style="list-style-type: none"> • Proseguir diálogo con el NAP Colombia, explorando la posible extensión de su alcance (contacto: Dr. Alberto Samuel Yohai, Presidente Ejecutivo de la CCIT) • Apalancar el apoyo del MINTIC y CRC para modificación de la misión y alcance del NAP Colombia (contactos: Diego Molano, Ministro TIC, Carlos Pablo Márquez Escobar, Director Ejecutivo, CRC)
	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en Medellín • Instalación de IXP domésticos en Cali, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar diálogos exploratorios con Internexa (contacto: Genaro García Domínguez, CEO-Internexa)
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en San José 	<ul style="list-style-type: none"> • Apalancar apoyo de la Vicerrectoría de Telecomunicaciones para desbloquear proceso de constitución del consorcio ya formado (Contacto: Ing. Carlos Watson, Representante ISOC)
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y data center en San Salvador 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar diálogo con la Junta Directiva de IXSAL (Contacto: Salvador Rafael Ibarra, Responsable del Proyecto) • Alternativamente, comenzar un proceso de novo en la definición de IXP
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en Ciudad de Guatemala 	<ul style="list-style-type: none"> • Convocar la Gremial de Empresas Informáticas de Guatemala, bajo consideración de su factibilidad financiera y técnica (Contacto: Maria Zaghi, Guatemala Campus Tec)
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en Tegucigalpa 	<ul style="list-style-type: none"> • Comenzar diálogo con ISP para considerar la factibilidad de construcción de IXP (Contacto: Carlos Ugarte, Universidad Autónoma de Honduras)
México	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en México, DF • Construcción de IXP nacional y data center en Monterrey • Instalación de IXP domésticos en Querétaro, Ciudad Juárez, Tijuana, Guadalajara y Merida 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar diálogo con la autoridad regulatoria y la Subsecretaría (contacto: gnacio Peralta Sánchez, Subsecretario de Comunicaciones, SCT) • Continuar diálogo con el consorcio encargado de gestionar el IXP de Ciudad de México (contacto: Carlos Casasús, Director de CUDI)
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y data center en Managua 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar diálogo con IXP Nicaragua para determinar la factibilidad de apalancar su existencia, bajo condición de modernización (contacto: Hjalmar Ayestas, Asociación Internet de Nicaragua)

Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Ciudad de Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar interés por parte de Internexa (contacto: Genaro Díaz, Gerente General)
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Chilca • Expansión de IXP nacional y data center en Lima • Instalación de IXP domésticos en Arequipa, Trujillo y Cusco 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar factibilidad con Viceministerio de Comunicaciones (contacto: Raúl Pérez-Reyes, Viceministro de Comunicaciones, Perú) • Desarrollar estudio de factibilidad para Internexa (contacto: Luis Francisco Garnero González, Gerente General Internexa Perú SA)

9.3. ESTUDIOS DETALLADOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y REGULATORIA

Una vez confirmado el interés por parte de agentes clave, sería necesario realizar los siguientes estudios detallados de factibilidad técnica y económica

	Iniciativa	Estudio de factibilidad	Alcance	Costo estimado (USD)
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP Nacional y data center en La Paz • Instalación de IXP domésticos en Santa Cruz y Cochabamba 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideración de sinergias operativas entre tres IXP, y vínculo con la red troncal de ENTEL 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios de IXP integrado con data center • Evaluación de costos de dos IXP adicionales • Evaluación de sinergias del sistema (ahorro en costos) 	150.000
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Fortaleza 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de IXP y data center de Fortaleza 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de factibilidad de IXP puede ser desarrollado por nic.br, utilizando herramientas que ya poseen • Plan de negocios del data center 	100.000
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y data center en Bogotá • Construcción de IXP nacional y data center en Medellín • Instalación de IXP domésticos en Cali, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de expansión del NAP Colombia para acomodar tráfico internacional y colocación • Factibilidad de apalancamiento del datacenter de Internexa en Medellín para construcción de IXP nacional • Consideración de sinergias operativas entre cuatro IXP y vínculo con la red troncal de Internexa 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para NAP Colombia • Propuesta de plan de negocios para Internexa, que incluya un cambio en su negocio de data center en Medellín • Evaluación de costos de cinco IXP utilizando diferentes alternativas de red 	85.000 100.000 50.000
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en San José 	<ul style="list-style-type: none"> • No es necesario 		

Cuadro 9.4.
Recomendación de estudios de factibilidad

El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP y data center en San Salvador 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad alternativa entre escenario de expansión de IXP existente y construcción de IXP nuevo 	<ul style="list-style-type: none"> • Un plan de negocios detallado (IXP nuevo) y una proyección del negocio del IXP existente 	115.000
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP y data center en Ciudad de Guatemala 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad financiera y técnica de IXP en Guatemala, expandiendo resultados de este estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios del IXP y data center 	85.000
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP y data center en Tegucigalpa 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad financiera y técnica de IXP en Guatemala, expandiendo resultados de este estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios del IXP y data center 	85.000
México	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP y data center en México DF 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de expansión del IXP de Ciudad de México para acomodar colocación 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para IXP modificado 	85.000
	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP y data center en Monterrey 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad financiera y técnica de IXP en Monterrey, expandiendo resultados de este estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para IXP y data center 	85.000
	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de IXP domésticos en Querétaro, Ciudad Juárez, Tijuana, Guadalajara y Mérida 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideración de sinergias operativas entre cinco IXP y vínculo con la red troncal de la CFE 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de costos de cinco IXP utilizando diferentes alternativas de red 	50.000
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP y data center en Managua 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de expansión del IXP de Managua para acomodar colocación 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para IXP modificado 	85.000
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Ciudad de Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar interés por parte de Internexa (contacto: Genaro Díaz, Gerente General) 	<ul style="list-style-type: none"> • Será necesario, con y sin su interés, desarrollar un plan de negocios para el IXP inter-regional y el data center 	120.000
Paraguay	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP nacional y data center en Asunción 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar diálogo con la Cámara Paraguaya de Internet para explorar reactivación de IXP y expansión de alcance 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios de IXP y data center 	85.000
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de IXP inter-regional y data center en Chilca 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad técnico-financiera de IXP y data center en Chica 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para el IXP inter-regional y el data center 	120.000
	<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de IXP nacional y data center en Lima 	<ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de expansión de IXP de Internexa al negocio de colocación 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de negocios para IXP modificado 	85.000
	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de IXP domésticos en Arequipa, Trujillo y Cusco 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideración de sinergias operativas entre cuatro IXP y vínculo con la Red Dorsal Peruana 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de costos de cinco IXP utilizando diferentes alternativas de red 	50.000

9.4. SOCIALIZACIÓN DE AGENDA REGULATORIA

En paralelo con la prosecución de los estudios de factibilidad, se deberá iniciar una tarea de concientización sobre iniciativas regulatorias. Para ello, se recomienda realizar una serie de reuniones con representantes de organizaciones internacionales y encargados de desarrollar agendas digitales nacionales. En el caso de las entidades internacionales se recomienda establecer diálogo con los siguientes agentes:

- CEPAL (Contacto: Fernando Rojas, Responsable Agenda IXP)
- CITELE (Contacto: Clovis Batista)
- APEC (Contacto: a determinar)
- NAPLA – Foro de Interconexión Regional
- Regulatel (Contacto: Carlos Raúl Gutiérrez, Presidente)

En paralelo, se recomienda iniciar el diálogo con las principales fuentes de financiamiento para promover cambios regulatorios:

- Banco Mundial / IFC (Contacto: Dr. Tim Kelly, Responsable Banda Ancha)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (Contacto: a determinar)

En lo que respecta a entidades nacionales, si bien la agenda regulatoria general para este programa ha sido desarrollada en el presente trabajo, los asuntos clave varían de país en país, por lo que será necesario desarrollar una agenda específica para cada uno. De todas maneras, el diálogo con entidades regulatorias deberá ser establecido con los agentes incluidos en el Cuadro 9.5.

PAÍS	Ente regulador
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad de Fiscalización y Regulación de Telecomunicaciones y Transportes (ATT) (Contacto: Clifford Paravicini, Director Ejecutivo) • Desarrollar temas a tratar
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • ANATEL: Contacto ya iniciado con Daniel Cavalcanti • Ministério das Comunicações: Genildo Lins (Secretário Executivo) • Nic.br: Contacto ya iniciado con Milton Kashiwakura
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • MinTic: Contacto ya iniciado con Diego Molano (Ministro) • CRC: Contacto ya iniciado con Pablo Márquez (Presidente) • Han pedido el desarrollo de una agenda específica (ya incluida en el presente documento)
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) (Contacto: Carlos Raúl Gutiérrez, Presidente del Consejo) • Desarrollar temas a tratar
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas a tratar
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Superintendencia de Telecomunicaciones (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas a tratar
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas específicos a tratar
México	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Federal de Telecomunicaciones (contacto a determinar) • Subsecretaría de Comunicaciones de la SCT: Ignacio Peralta Sánchez • Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (CSIS) de la SCT: Mónica Aspe • Agenda detallada incluida en el presente estudio

Cuadro 9.5.

Contactos en entes reguladores

Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELCOR) (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas específicos a tratar
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas específicos a tratar
Paraguay	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) (Contacto: a determinar) • Desarrollar temas específicos a tratar
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) (Contacto: a determinar) y Viceministerio de Telecomunicaciones (contacto: Raúl Pérez-Reyes, Viceministro de Comunicaciones, Perú) • Desarrollar temas específicos a tratar

9.5. CRONOGRAMA DE DESPLIEGUE DE IXP

Una vez completados los estudios de factibilidad, y en paralelo con los ajustes de la agenda regulatoria, se deberá proceder a la implantación del programa de construcción de IXP. Se adjunta en la Figura 9.1 un cronograma típico de construcción de un IXP nacional (nivel 2).

Figura 9.1.
Cronograma típico de construcción de un IXP nacional (nivel 2)

	1er. trimestre	2do. trimestre	3er. trimestre
1 Prenegociación con Akami, Google, PCH	■		
2 Negociación con <i>Data Center</i> locales	■	■	
3 Negociación y búsqueda de soporte legal	■	■	
4 Presentación de proyecto al ISPs locales		■	■
5 Solicitud de carta de precompromiso de Akami, Google,PCH		■	■
6 Preparación de estatutos			■
7 Revisión de acuerdos de confiabilidad			■
8 Entrega de MOU de Akami Google,PCH			■
9 Reunión con operadores locales, revisión y observaciones de estatutos			■
10 Selección de autoridades de asociación			■
11 Firma de estatutos			■
12 Reclutamiento de grupo técnico			■
13 Desarrollo de políticas internas			■
14 Inscripción legal de asociación			■
15 Cobro de membresía y mensualidad			■
16 Diseño de página WEB			■
17 Firmans de acuerdos de <i>peering</i>			■
18 Despliege de vínculos de fibra de operadores locales al IXP			■
19 Acondicionamiento de local			■
20 Compra e instalación de servidores, <i>switches</i>			■
21 Compra de equipode cómputo			■

ANEXOS

- Lista de entrevistas
- Modelo de tráfico de Internet en América Latina
- Modelos de localización de IXP
- Glosario de arquitectura tecnológica
- Modelos financieros de IXP
- Precios de tránsito en América Latina

ANEXO A. LISTA DE ENTREVISTAS

A.1. EXPERIENCIA INTERNACIONAL

País	Entidad	Descripción	Individuo	Responsabilidad
Reino Unido	LINX (Londres)	Entidad sin fines de lucro	J. Souter	CEO
Holanda	AMS-IX (Amsterdam)	Entidad sin fines de lucro	J. Witteman	CEO
	NL-IX (La Haya)	IXP privado (KPN)	J. Hoogenboom	CEO & COO
	Euro-IX	Asociación de IXP Europeos	B. Sanghani	Secretario General
Alemania	DE-CIX (Frankfurt)	Entidad sin fines de lucro	H. Summa	CEO
Estados Unidos	SIX (Seattle)	Entidad sin fines de lucro	B. Woodcock	Co-Fundador
	TIE (New York)	IXP privado (ABR Partners, Berkshire Partners)	P. Helmenstine	Arquitecto de la red
Japón	JPIX (Tokyo)	IXP privado (KDDI)	T. Takabayashi	Ingeniero Senior
	JPNAP (Tokyo)	IXP privado (NTT y ISP)	K. Toyama	Director Tecnico
Israel	IIX (ISOC) (Petak Tikva)	Entidad sin fines de lucro	D. Beer	CTO
Hong Kong	HKIX (Hong Kong)	IXP académico	C.H. Cheng	Director
Sudáfrica	JINX (Jo-burg), CINX (Capetown), DINX (Durban)	Propiedad de asociación de ISP (ISPA)	N. Goburdhan	Country Manager

A.2. AMÉRICA LATINA

País	Entidad	Descripción	Individuo	Responsabilidad
Argentina	CABASE	Entidad sin fines de lucro	A. Grazier	Presidente
	LACNIC	Registro de Direcciones	R. Echeverria	Director Ejecutivo
	ISOC	Promoción de desarrollo de IXP	<ul style="list-style-type: none"> • O'Flaherty • S. Bellagamba 	<ul style="list-style-type: none"> • Sr. Education Manager • Regional Bureau Director Latam
Colombia	Internexa	Carrier de carriers regional	A. Gallego	Especialista Linea de negocios
	NAP Colombia	Entidad sin fines de lucro	H. Camayo	Administrador
	MINTIC	Gobierno	J.J. Uribe	Asesor del Ministro
	Renata	Red académica	L. Giraldo	Director ejecutivo
	Comisión de Regulación	Regulador	P. Marquez	Director
Brasil	Anatel	Regulador	D. Cavalcanti	Asesor del Consejero Recende
	PTT.Br/NIC Brasil	Entidad sin fines de lucro	M. Kashiwakura	Director de Proyecto
	RNP	Red académica	<ul style="list-style-type: none"> • N. Simoes • Fernandez Nunez • P. De Almeida 	<ul style="list-style-type: none"> • Director • Director de Servicios • Asesora de la Dirección
México	NIC Mexico	Registro de Direcciones	O. Robles	Presidencia Ejecutiva
	CUDI	Entidad Académica	C. Casarus	Director General
	ISOC Mexico	Promocion de IXP	A. Pisanty	Director
Chile	Subtel	Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • F. Munoz • D. Godoy 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Division Gerencia • Jefe Departamento
	Telefonica Chile	Operador Registro de Direcciones	<ul style="list-style-type: none"> • P. Caceres 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Estrategia y Regulacion • Gerente Ingenieria
			<ul style="list-style-type: none"> • A. Bueno 	<ul style="list-style-type: none"> • Director de Ops. Y Sistemas
	NIC Chile		<ul style="list-style-type: none"> • D. Krell • E. Mercader 	<ul style="list-style-type: none"> • CTO

ANEXO B. MATRIZ DE TRÁFICO

(EN FORMATO MAGNÉTICO)

ANEXO C. MODELOS DE LOCALIZACIÓN

C.1. INTERREGIONALES

Pais	Atractivo del marco regulatorio	Neutralidad geopolítica	Conectividad de redes	Costo energético	Costo de tránsito	Costo de importación e IVA de equipamiento Electrónico	Atractivo total
	(HHI B.A.F.)	Enabling Trade Index	# cables sub y terrestres	US Cents/kWh	USD /kWh	%	
México	3817	4.08	9	0.126	16	26	
Panamá	4400	4.16	9	0.144	70	12	
Colombia	2337	3.78	6	0.125	100	26	
Venezuela	6973	2.95	7	0.025	100	27	
Chile	3195	5.12	4	0.145	38	25	
Argentina	2301	3.68	8	0.049	38	35	
Brasil	2108	3.79	11	0.12	42	32	
MIN	2108	2.95	4	0.025	16	12	
MAX	6973	5.12	11	0.145	100	35	
México	6.49	5.21	7.14	1.58	10.00	3.91	5.72
Panamá	5.29	5.58	7.14	0.08	3.57	10.00	5.28
Colombia	9.53	3.82	2.86	1.67	0.00	3.91	3.63
Venezuela	0.00	0.00	4.29	10.00	0.00	3.48	2.96
Chile	7.77	10.00	0.00	0.00	7.38	4.35	4.92
Argentina	9.60	3.36	5.71	8.00	7.38	0.00	5.68
Brasil	10.00	3.86	10.00	2.08	6.90	1.30	5.69

C.2. COLOMBIA

Provincias	Conexiones de banda ancha cada 100 habitantes (A)	Densidad de Población C	Presencia de IXP	Índice A	Índice B	Índice C	Índice de ubicación de IXP
Amazonas	0.50	0.66	–	0.50	0.50	0.66	1.09
Antioquia	9.82	96.58	–	9.82	9.82	10.00	8.41
Arauca	1.96	10.52	–	1.96	1.96	10.00	6.74
Archipiélago de San Andrés	0.82	1408.10	–	0.82	0.82	10.00	5.50
Atlántico	6.54	692.30	–	6.54	6.54	10.00	6.96
Bogotá	13.29	4705.61	1	13.29	10.10	10.00	9.54
Bolívar	4.23	77.08	–	4.23	4.23	10.00	6.31
Boyacá	2.16	54.74	–	2.16	2.16	10.00	5.68
Caldas	6.23	124.27	–	6.23	6.23	10.00	6.70
Caquetá	1.33	5.10	–	1.33	1.33	5.10	2.97
Casanare	2.37	7.43	–	2.37	2.37	7.43	6.60
Cauca	1.96	45.40	–	1.96	1.96	10.00	4.85
Cesar	2.81	42.71	–	2.81	2.81	10.00	5.80
Chocó	1.35	10.33	–	1.35	1.35	10.00	4.52
Córdoba	1.99	67.03	–	1.99	1.99	10.00	4.96
Cundinamarca	4.20	103.97	–	4.20	4.20	10.00	6.36
Guainía	0.06	0.55	–	0.06	0.06	0.55	0.85
Guaviare	0.06	2.48	–	0.06	0.06	2.48	1.52
Huila	3.52	55.18	–	3.52	3.52	10.00	5.70
La Guajira	1.45	40.61	–	1.45	1.45	10.00	4.92
Magdalena	3.01	52.29	–	3.01	3.01	10.00	5.23
Meta	5.30	10.38	–	5.30	5.30	10.00	8.43
Nariño	1.71	49.90	–	1.71	1.71	10.00	4.64
Norte de Santander	4.42	58.53	–	4.42	4.42	10.00	5.83
Putumayo	1.28	12.85	–	1.28	1.28	10.00	4.87
Quindío	6.77	299.57	–	6.77	6.77	10.00	6.77
Risaralda	8.51	224.76	–	8.51	8.51	10.00	7.46
Santander	8.19	66.17	–	8.19	8.19	10.00	8.82
Sucre	2.18	76.73	–	2.18	2.18	10.00	4.80
Tolima	4.09	59.02	–	4.09	4.09	10.00	5.92
Valle del Cauca	6.79	200.02	–	6.79	6.79	10.00	7.43
Vaupés	0.09	0.79	–	0.09	0.09	0.79	0.72
Vichada	0.16	0.66	–	0.16	0.16	0.66	1.99

C.3. BOLIVIA

Provincias	Conexiones de banda ancha cada 100 habitantes (A)	Producto Bruto Per Cápita (USD) (B)	Densidad de Población C	Presencia de IXP	Índice A	Índice B	Índice C	Índice de ubicación de IXP
Beni	2.98	1384	1.99	–	2,98	1,38	1,99	2,12
Chuquisaca	4.22	1563	11.66	–	4,22	1,56	10,00	5,26
Cochabamba	6.46	1783	34.84	–	6,46	1,78	10,00	6,08
La Paz	6.98	2086	20.46	–	6,98	2,09	10,00	6,36
Oruro	5.11	3125	9.16	–	5,11	3,13	9,16	5,80
Pando	1.44	2632	1.71	–	1,44	2,63	1,71	1,93
Potosí	2.74	2228	6.76	–	2,74	2,23	6,76	3,91
Santa Cruz	10.90	2245	7.49	–	10,00	2,25	7,49	6,58
Tarija	6.33	5366	13.52	–	6,33	5,37	10,00	7,23

C.4. MÉXICO

Provincias	Conexiones de banda ancha cada 100 habitantes (A)	Producto Bruto Per Cápita (USD) (B)	Densidad de Población C	Presencia de IXP	Índice A	Índice B	Índice C	Índice de ubicación de IXP
Distrito Federal	10.60	19706	5976.58	–	10,00	10,00	10,00	10.10
Aguascalientes	5.83	9888	201.45	–	5,83	9,89	10,00	8,57
Baja California	9.67	9134	43.64	–	9,67	9,13	10,00	9,60
Baja California Sur	10.37	11131	7.55	–	10,00	10,00	7,55	9,18
Campeche	4.97	65627	13.71	–	4,97	10,00	10,00	8,32
Chiapas	1.72	3842	60.86	–	1,72	3,84	10,00	5,19
Chihuahua	6.62	9353	13.64	–	6,62	9,35	10,00	8,66
Coahuila de Zaragoza	5.42	10001	20.16	–	5,42	10,00	10,00	8,47
Colima	7.29	8530	106.10	–	7,29	8,53	10,00	8,61
Durango	4.40	8556	12.54	–	4,40	8,56	10,00	7,65
Guanajuato	4.01	7690	164.37	–	4,01	7,69	10,00	7,23
Estado de Hidalgo	2.77	4861	49.27	–	2,77	4,86	10,00	5,88
Jalisco	3.15	6328	115.82	–	3,15	6,33	10,00	6,49
Estado de México	6.97	9182	88.89	–	6,97	9,18	10,00	8,72
Michoacán de Ocampo	5.50	6358	659.97	–	5,50	6,36	10,00	7,29
Morelos	3.55	6412	67.69	–	3,55	6,41	10,00	6,65
Nayarit	6.42	6199	341.03	–	6,42	6,20	10,00	7,54
Nuevo León	5.71	6312	34.75	–	5,71	6,31	10,00	7,34
Oaxaca	8.55	17270	68.86	–	8,55	10,00	10,00	9,52
Puebla	2.06	4319	38.05	–	2,06	4,32	10,00	5,46
Querétaro	3.56	5977	164.20	–	3,56	5,98	10,00	6,51
Quintana Roo	6.46	10113	146.27	–	6,46	10,00	10,00	8,82
San Luis de Potosí	6.76	11081	30.34	–	6,76	10,00	10,00	8,92
Sinaloa	4.17	7033	40.54	–	4,17	7,03	10,00	7,07
Sonora	6.33	7489	46.23	–	6,33	7,49	10,00	7,74
Tabasco	8.18	10597	13.51	–	8,18	10,00	10,00	9,39
Tamaulipas	3.36	16933	82.65	–	3,36	10,00	10,00	7,79
Tlaxcala	6.41	10269	39.60	–	6,41	10,00	10,00	8,80
Veracruz de Ignacio de la Llave	2.90	4520	282.04	–	2,90	4,52	10,00	5,81
Yucatán	3.96	6585	101.18	–	3,96	6,58	10,00	6,85
Zacatecas	4.81	7466	48.15	–	4,81	7,47	10,00	7,42
	3.56	6640	18.31	–	3,56	6,64	10,00	6,73

C.5. PARAGUAY

Provincias	Conexiones de banda ancha cada 100 habitantes (A)	Producto Bruto PerCápita (USD) (B)	Densidad de Población C	Presencia de IXP	Índice A	Índice B	Índice C	Índice de ubicación de IXP
Central (Areguá)	6.74	4119	870.02	–	6,74	4,12	10,00	6,95
Alto Paraná (Ciudad del Este)	6.51	5621	51.67	–	6,51	5,62	10,00	7,38
Distrito Capital (Asunción)	12.97	4960	4417.92	–	10,00	4,96	10,00	8,32
Itapúa (Encarnación)	4.69	4653	32.72	–	4,69	4,65	10,00	6,45
Caaguazú	2.15	4020	42.00	–	2,15	4,02	10,00	5.39
San Pedro	0.01	3857	17.93	–	0,01	3,86	10,00	4,62

C.6. PERÚ

Provincias	Conexiones de banda ancha cada 100 habitantes (A)	Producto Bruto PerCápita (USD) (B)	Densidad de Población C	Presencia de IXP	Índice A	Índice B	Índice C	Índice de ubicación de IXP
Amazonas	0,36	2180	9.58	–	0.36	2.18	9.58	4.04
Ancash	2,73	6213	29.61	–	2.73	6.21	10.00	6.31
Apurímac	0,68	1572	19.34	–	0.68	1.57	10.00	4.08
Arequipa	5,13	6547	18.19	–	5.13	6.55	10.00	7.23
Ayacucho	1,06	2732	13.98	–	1.06	2.73	10.00	4.60
Cajamarca	1,04	3368	43.68	–	1.04	3.37	10.00	4.80
Cuzco	2,02	4366	16.27	–	2.02	4.37	10.00	5.46
Huancavelica	0,32	2816	20.55	–	0.32	2.82	10.00	4.38
Huánuco	0,95	1544	20.68	–	0.95	1.54	10.00	4.16
Ica	3,66	6740	33.38	–	3.66	6.74	10.00	6.80
Junín	1,86	3712	27.73	–	1.86	3.71	10.00	5.19
La Libertad	3,64	4937	63.42	–	3.64	4.94	10.00	6.19
Lambayeque	3,17	4061	78.20	–	3.17	4.06	10.00	5.74
Lima y Callao	8,75	7687	262.56	–	8.75	7.69	10.00	8.81
Loreto	0,26	3033	2.42	–	0.26	3.03	10.00	1.90
Madre de Dios	1,59	7347	1.28	–	1.59	7.35	10.00	3,41
Moquegua	3,88	10041	10.26	–	3.88	10.00	2.42	7.96
Pasco	0,58	6263	11.07	–	0.58	6.26	1.28	5.61
Piura	2,26	3981	46.70	–	2.26	3.98	10.00	5.41
Puno	1,07	3374	17.62	–	1.07	3.37	10.00	4.81
San Martín	0,93	2843	14.22	–	0.93	2.84	10.00	4.59
Tacna	5,00	8996	17.97	–	5.00	9.00	10.00	8.00
Tumbes	2,55	3664	42.90	–	2.55	3.66	10.00	5,40
Ucayali	1,56	3408	4.22	–	1.36	3.41	4.22	3.00

ANEXO D. GLOSARIO DE ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

Capa núcleo o Core: Posee la conectividad de los enlaces WAN o cables submarinos. Equipo diseñado para tolerancia de fallas y cambios de hardware en caliente.

Capa de distribución: Conexión entre clientes y el core de la red, proporciona seguridad, calidad de servicio (QoS), enrutamiento a través de VLAN entre las dos capas.

Capa de acceso: Conexión para los clientes finales del data center.

EtherChannel: Tecnología que permite la sumarización de varios puertos y convertirlos en uno solo, sumando la velocidad de cada uno de los diferentes puertos configurados.

L3 (Layer 3 o Capa 3): El objetivo es que los datos lleguen de su origen a su destino, soporta un sinnúmero de protocolos de enrutamiento, tales como BGP, OSP, EIGRP (Cisco), RIP, IS-IS.

VLAN: Red virtual de Área Local, virtual LAN.

ANEXO E. MODELOS FINANCIEROS DE IXP
(Incluidos en formato magnético)

ANEXO F. PRECIOS DE TRÁNSITO: AMÉRICA LATINA A MIAMI

Ciudad	País	Fecha	Capacidad de puerto	CDR	Average Price/Mbps USD	Median Price/Mbps USD	High Price/Mbps USD	Low Price/Mbps USD
Bogotá	Colombia	31/3/13	STM1-OC3	50		138	6,898	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	STM1-OC3	155	–	126	19,530	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	STM4-OC12	200	–	138	27,552	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	STM4-OC12	672	–	126	78,372	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	GigE	200	–	123	24,546	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	GigE	500	–	118	59,090	NIE
Bogotá	Colombia	31/3/13	GigE	1000	–	100	100,000	NIE
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	GigE	1000	38	25	75	15
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	GigE	500	64	64	97	30
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	GigE	200	67	67	101	33
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	STM4-OC12	672	66	66	101	30
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	STM4-OC12	200	82	82	131	33
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	STM1-OC3	155	71	71	107	34
Buenos Aires	Argentina	31/3/13	STM1-OC3	50	93	93	138	48
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	GigE	1000	38	25	75	15
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	GigE	500	64	64	97	30
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	GigE	200	67	67	101	33
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	STM4-OC12	622	66	66	101	30
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	STM4-OC12	200	82	82	131	33
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	STM1-OC3	155	71	71	107	34
Buenos Aires	Argentina	31/12/12	STM1-OC3	50	93	93	138	48
México D.F.	México	31/3/13	GigE	1000	16	6	40	2
México D.F.	México	31/3/13	GigE	500	20	10	48	2
México D.F.	México	31/3/13	GigE	200	23	18	50	3
México D.F.	México	31/3/13	STM4-OC12	622	32	32	56	9
México D.F.	México	31/3/13	STM4-OC12	200	64	64	109	18
México D.F.	México	31/3/13	STM1-OC3	155	33	20	60	20
México D.F.	México	31/3/13	STM1-OC3	50	75	75	118	32
México D.F.	México	31/12/12	GigE	1000	16	6	40	2
México D.F.	México	31/12/12	GigE	500	20	10	48	2
México D.F.	México	31/12/12	GigE	200	23	18	50	3
México D.F.	México	31/12/12	STM4-OC12	622	32	32	56	9
México D.F.	México	31/12/12	STM4-OC12	200	64	64	109	18
México D.F.	México	31/12/12	STM1-OC3	155	33	20	60	20
México D.F.	México	31/12/12	STM1-OC3	50	75	75	118	32
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	GigE	1000	4	3	10	1
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	GigE	500	5	4	12	2
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	GigE	200	7	6	14	3
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	STM4-OC12	622	8	6	24	2
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	STM4-OC12	200	10	9	31	3
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	STM1-OC3	155	14	10	42	3
Miami	E.E.U.U.	31/3/13	STM1-OC3	50	18	12	50	3
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	GigE	1000	4	3	10	1
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	GigE	500	5	4	12	2
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	GigE	200	7	6	14	3
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	STM4-OC12	622	8	6	24	2
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	STM4-OC12	200	10	9	31	3
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	STM1-OC3	155	14	10	42	3
Miami	E.E.U.U.	31/12/12	STM1-OC3	50	18	12	50	3

