



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA SERVICIOS ISP DE CARÁCTER REGIONAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA

ANDRÉS FELIPE HURTADO DEL NIDO

PROFESOR GUÍA:

NICOLÁS BELTRÁN MATURANA.

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

NESTOR BECERRA YOMA.

ALFONSO EHIJO BENBOW.

SANTIAGO DE CHILE

ENERO 2010

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA
POR: ANDRÉS HURTADO DEL NIDO
FECHA: 02/06/2010
PROF. GUÍA: SR. NICOLÁS BELTRÁN M.

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA SERVICIOS ISP DE CARÁCTER REGIONAL

Al analizar el comportamiento de un usuario promedio de Internet en Chile, se observa el uso de diversos servicios tales como visualización de páginas Web, correo, videos en línea, juegos, etc. Sin embargo, estos contenidos se encuentran alojados principalmente en servidores de EEUU y Europa. Esta distribución de la información tiene un costo a considerar, por cuanto cada byte transmitido entre quien hospeda los contenidos y el usuario final debe hacer uso de una extensa red, la cual posibilita la conexión entre estos actores. Así, al considerar el sostenido crecimiento en la penetración nacional de Internet, junto con las constantes alzas de las tasas de transferencia en los servicios ofrecidos, el pago por el uso de las redes internacionales se vuelve cada vez más gravitante, convirtiéndose en una componente influyente en la estructura de costos de los ISP's y, en definitiva, de los usuarios. Sin embargo, este no es sólo un problema económico, pues a mayor lejanía entre los contenidos y su suscriptor, este verá más deteriorada la calidad del servicio entregado.

Al buscar una solución a esta problemática, es posible generar un conjunto de alternativas, todas ellas enmarcadas en "Redes de contenidos distribuidos", las que, entre otros beneficios, generan una optimización en el uso de los enlaces internacionales. El modelo planteado, propone el traslado de contenidos desde los hosts originales que prestan los servicios, a otros nacionales o regionales. Se genera así, una primera mirada a los aspectos técnicos y económicos involucrados en dicha propuesta, basados en una "fotografía" realizada al mercado chileno, su evolución en los pasados años y su proyección en un mediano plazo.

Luego, se analizan de modo general, tanto las componentes técnicas como económicas involucradas, donde se esclarece si un proyecto bajo estas características generará ahorros reales para los ISP nacionales y, en consecuencia, para los usuarios. Un resultado importante muestra que la implementación de este tipo de redes, se justifica no sólo por los ahorros generados, sino también por la limitada capacidad de los enlaces internacionales existentes. Se genera así, no sólo un uso más eficiente del ancho de banda internacional, sino que también una mejor experiencia para los usuarios, disminuyendo los tiempos de despliegue de las páginas y servicios Web, así como en los servicios de descarga de archivos.

La implementación de un proyecto de estas características, requerirá el esfuerzo de un conglomerado de compañías junto a entes gubernamentales, con tal de establecer confianzas en los generadores de contenidos, lo cual permita el traslado de los contenidos y servicios a servidores regionales. Un trabajo futuro debe considerar las condiciones necesarias a desarrollar para la instalación de la solución, así como un estudio acabado sobre el tráfico cursado por los internautas nacionales en diversos niveles.

Agradecimientos

A todo mis amigos (verdaderos y no tanto), por darme siempre un cable a tierra, el cual me ayudó a permanecer siempre centrado (o intentándolo por lo menos), junto con permitirme desarrollar nuevas ideas y ver el mundo desde variadas perspectivas.

A todos quienes me acompañaron en política, a quienes trabajaron codo a codo, dieron una palabra de aliento, o sólo una buena discusión.

A mis padres por su paciencia, comprensión y apoyo en todo momento, en toda iniciativa emprendida, en el triunfo y sobre todo el fracaso.

A mis hermanos, por, por ser como son para bien o para mal.

A toda mi familia por el cariño, la amistad y los buenos ratos.

Finalmente a la Mia Bella Ragazza! Por su amor, cariño, compañía, incondicional apoyo, comprensión y paciencia!

Gracias a todos!

Índice de contenidos

Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de anexos.....	xii
Glosario.....	xiii
1.- Capítulo I: Introducción	1
1.1.- Objetivo general	4
1.2.- Objetivos específicos.....	4
1.3.- Metodología de trabajo.....	5
1.4.- Alcance y limitaciones de la memoria	6
1.5.- Indicación de cómo se estructura el informe	6
2.- Capítulo II: Revisión bibliográfica y contextualización	8
2.1.- Antecedentes generales.....	8
2.1.1.- Concepto de red	8
2.1.2.- Arquitectura de redes.....	8
2.1.3.- Modelo OSI	12
2.1.4.- TCP/IP	14
2.2.- Redes para la distribución de contenidos (CDN)	17
2.2.1.- Problemática que abordan las CDN	17
2.2.2.- Tipos de solución	18
2.2.3.- Definiciones relevantes.....	19
2.2.4.- Componentes funcionales de las redes de contenidos	20
2.2.5.- Técnicas de CDN.....	21
2.2.6.- Ahorros en ancho de banda	29
2.3.- Comunicaciones internacionales.....	30

2.3.1.- Enlaces satelitales	31
2.3.2.- Enlaces de fibra óptica.....	35
2.3.3.- Comparación entre la fibra óptica y sistema de satélites	42
2.4.- Normativa que enmarca las telecomunicaciones en Chile.....	43
2.4.1.- La subsecretaria de telecomunicaciones (Subtel).....	43
2.4.2.- Servicios de telecomunicaciones.....	45
2.4.3.- Concesiones y permisos.....	46
2.4.4.- Decretos tarifarios y mecanismos de tasación	47
3.- Capítulo III: Desarrollo	50
3.1.- Caracterización del medio.....	50
3.1.1.- Legislación.....	50
3.1.2.- Infraestructura internacional	55
3.1.3.- Usuarios y mercado.....	66
3.2.- Propuesta de solución.....	104
3.2.1.- Adaptación del ISP	106
3.2.2.- Implementación de un CDN.....	109
4.- Capítulo IV: Análisis de Resultados.....	111
4.1.- Análisis técnico que sustenta las alternativas.....	111
4.1.1.- Contenidos altamente concentrados	111
4.1.2.- Capacidad de crecimiento limitada.....	111
4.1.3.- Adaptación del ISP versus la instalación de un CDN	112
4.2.- Análisis económico de las alternativas.....	112
4.2.1.- Consideraciones previas a costo del enlace	112
4.2.2.- Costo del enlace	113
4.2.3.- Impacto del costo de enlace en planes	117
5.- Capítulo V: Conclusiones.....	118
Referencias.....	120

Índice de figuras

Figura 1.1: Tráfico de Internet a Nivel Mundial	2
Figura 1.2: Capacidad Total de Enlaces Internacional en Chile	3
Figura 1.3: Distribución de la Capacidad en los Enlaces Internacionales Existentes	3
Figura 1.4: Evolución del Tráfico Efectivo (Promedio) en Enlaces Internacionales	4
Figura 1.5: Metodología de trabajo	5
Figura 2.1: Redes de difusión a)Bus b)Anillo	9
Figura 2.2: Posibles topologías para una subred punto a punto a)Estrella b)Anillo c)Árbol d)Intersección de Anillos f)Irregular	9
Figura 2.3: Subred y Hosts.....	10
Figura 2.4: Capas, protocolos e interfaces.....	11
Figura 2.5: Modelo de referencia OSI	12
Figura 2.6: Ejemplo de uso del Modelo Referencial OSI. Algunos de los encabezados pueden ser nulos.....	14
Figura 2.7: Comparación modelo de capas TCP/IP – OSI.....	15
Figura 2.8: Protocolos y redes en el modelo TCP/IP inicial	16
Figura 2.9: Problema de escalabilidad por servidores centralizados	18
Figura 2.10: Ejemplo de uso para redes de contenidos.....	21
Figura 2.11: Ejemplo de uso forward proxy.....	22
Figura 2.12: Ejemplo de uso reverse proxy.....	23
Figura 2.13: Ejemplo de uso interception proxy	24
Figura 2.14: Reemplazo de caché para streaming de medios.....	26
Figura 2.15: Caché dinámico	26
Figura 2.16: Solución WebDNS	28
Figura 2.17: Reescritura HTML	29
Figura 2.18: Ejemplo de ahorro por uso de técnicas de caché en un ISP	30
Figura 2.19: Satélites de Comunicaciones y algunas de sus propiedades, incluyendo altitud sobre la tierra, retraso en ida y vuelta de mensaje, y número de satélites necesarios para lograr cobertura global.....	32

Figura 2.20: IP-Trunking.....	34
Figura 2.21: Anillo de fibra óptica con repetidores activos.....	37
Figura 2.22: Conexión en estrella pasiva en una red de fibra óptica	37
Figura 2.23: Participación de mercado banda ancha Telefónica	47
Figura 2.24: Conexiones ADSL sobre 128 kbps Telefónica.....	47
Figura 2.25: Procedimiento de Fijación de Bases Técnico Económicas.....	48
Figura 2.26: Procedimiento de Fijación Tarifaria.....	49
Figura 3.1: Estructura del trabajo	50
Figura 3.2: Diagrama PIT ENTEL	53
Figura 3.3: Diagrama PIT Impsat	53
Figura 3.4: Diagrama PIT Intercity	53
Figura 3.5: Diagrama PIT Telmex.....	53
Figura 3.6: Diagrama PIT NAP Chile	54
Figura 3.7: Diagrama PIT Orange.....	54
Figura 3.8: Participación de mercado ISP	55
Figura 3.9: Ancho de banda internacional para Chile [Mbps]	56
Figura 3.10: Distribución de capacidad en enlaces internacionales por país	56
Figura 3.11: Tráfico internacional promedio [Mbps].....	57
Figura 3.12: Ocupación promedio de enlaces.....	57
Figura 3.13: Enlaces de fibra óptica desde Chile.....	59
Figura 3.14: Malla de fibras que conectan Latinoamérica con EEUU y Europa consecutivamente.....	60
Figura 3.15: Cable Submarino SAC	61
Figura 3.16: Cable LANautilus	63
Figura 3.17: Cable submarino SAM-1	63
Figura 3.18: Cable submarino Panamericano.....	65
Figura 3.19: Cable submarino Unisur.....	65
Figura 3.20: Cable submarino Atlantis-2	66

Figura 3.21: Conexiones instaladas (Fija + 3G).....	67
Figura 3.22: Tasa de crecimiento de las conexiones totales	68
Figura 3.23: Evolución por tipo de conexión	69
Figura 3.24: Tipo de conexiones fijas.....	69
Figura 3.25: Distribución por velocidades de conexión.....	70
Figura 3.26: Evolución anchos de banda por velocidad 2007-2009	71
Figura 3.27: Evolución anchos de banda por velocidad 2002-2009	71
Figura 3.28: Requerimientos para el ancho de banda	72
Figura 3.29: Penetración de banda ancha en América Latina	75
Figura 3.30: Penetración en países adscritos a la OECD.....	75
Figura 3.31: Evolución de la penetración de Internet en Chile y países OECD.....	76
Figura 3.32: Comparación velocidades de bajada en Mbps	78
Figura 3.33: Distribución acumulativa de contenidos [%] versus nº proveedores.....	79
Figura 3.34: Estructura previa Internet.....	80
Figura 3.35: Estructura actual Internet (propuesta).....	80
Figura 3.36: Evolución P2P medida en puertos típicos del servicio.....	81
Figura 3.37: Evolución de servicio de descarga directa en servidor Carpathia	82
Figura 3.38: Evolución principales CDN.....	83
Figura 3.39: Top 300 Países	86
Figura 3.40: Top 200 Países	86
Figura 3.41: Top 100 Países	86
Figura 3.42: Top 50 Países	86
Figura 3.43: Top 10 Países	86
Figura 3.44: Top 300 ISP en EEUU	88
Figura 3.45: Top 200 ISP en EEUU	88
Figura 3.46: Top 100 ISP en EEUU	88
Figura 3.47: Top 50 ISP en EEUU	88
Figura 3.48: Top 10 ISP en EEUU	88

Figura 3.49: Proyección 2008-2013	91
Figura 3.50: Penetración v/s PIB per cápita PPP M\$ USD	92
Figura 3.51: Porcentaje de usuarios con acceso a Internet	94
Figura 3.52: Penetración hogar	94
Figura 3.53: Motivos para no tener Internet	95
Figura 3.54: Modelo lineal según estrategia digital GOV	96
Figura 3.55: Ajuste modelo polinomial	97
Figura 3.56: Proyección 2010 – 2014 modelo polinomial CNX.....	97
Figura 3.57: Proyección 2010 – 2014 modelo polinomial PEN/PIB	98
Figura 3.58: Proyecciones ancho de banda.....	99
Figura 3.59: Capacidad internacional versus local.....	100
Figura 3.60: Proyección capacidad internacional versus local.....	101
Figura 3.61: Proyecciones para la capacidad local instalada	102
Figura 3.62: Proyecciones escogidas	103
Figura 3.63: Proyecciones de capacidad internacional.....	104
Figura 3.64: Mapa de red ISP modelo	107
Figura 3.65: Nodo regional propuesto como solución para un ISP	107
Figura 3.66: Mapa de red CDN modelo	110
Figura 4.1: Aplicaciones soportadas	115
Figura 4.2: Ahorro estimado en la conexión del ISP	116

Índice de tablas

Tabla 2.1: Capacidad ofrecida	42
Tabla 3.1: Listado de ISP's.....	54
Tabla 3.2: Satélites accesibles en Chile.....	58
Tabla 3.3: PoP's para SAC.....	62
Tabla 3.4: PoP's para LANutilus	62
Tabla 3.5: PoP's para Emergia.....	64
Tabla 3.6: Conexiones por velocidades	70
Tabla 3.7: Valores planes 2008.....	73
Tabla 3.8: Valores planes 2009.....	74
Tabla 3.9: Precio más bajo por Mbps en USD PPP	77
Tabla 3.10: Precio más alto por Mbps en USD PPP	77
Tabla 3.11: Principales proveedores.....	80
Tabla 3.12: Participación de aplicaciones en tráfico	81
Tabla 3.13: Sitios asociados al dominio 74.125.45.103	84
Tabla 3.14: Listado Top 300 por país.....	85
Tabla 3.15: Listado Top 300 por ISP en US.....	87
Tabla 3.16: Dominios nacionales alojados en US.....	90
Tabla 3.17: Tasas consideradas en proyección.....	90
Tabla 3.18: Proyección 2008-2013	91
Tabla 3.19: Proyección con datos actualizados 2008-2013.....	91
Tabla 3.20: Resumen proyecciones penetración	101
Tabla 3.21: Resumen proyecciones ancho de banda	101
Tabla 3.22: Modelo capacidad internacional versus local.....	102
Tabla 3.23: Casos proyección capacidad local.....	103
Tabla 3.24: Aplicaciones basadas en la Web	105
Tabla 4.1: Cálculo costo de trama.....	114

Tabla 4.2: Participación de aplicaciones en tráfico	115
Tabla 4.3: Ahorros estimados en la conexión	116
Tabla 4.4: Tráfico adicional generado	116
Tabla 4.5: Costo del Mbps para usuario	117
Tabla 4.6: Precios banda ancha año 2008.....	117

Índice de anexos

Anexo A Satelites accesibles desde Chile

Anexo B Ranking de 300 dominios más visitados desde Chile

Anexo C Puntos de presencia en Latinoamérica

Glosario

- AC&M: Acuerdo de Construcción y Mantenimiento.
- AR&R: Assignment, Routing & Restoration.
- ASN: Autonomous System Number.
- Backbone: Tramo con conectividad para alta densidad de tráfico en cualquier red de telecomunicaciones.
- Backhaul: En una estructura jerarquizada para las redes de telecomunicaciones, hace referencia a enlaces entre la red principal (backbone) y una subred del sistema.
- CBP: Convergent Billing Platform.
- CDN: Content Delivery Network.
- DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing – Multiplexación por división de largo de onda densa.
- EDA: Equipment Distribution Area - Área de distribución de equipos.
- E-1: Unidad básica de transmisión digital a través de 2 pares conductores entre centrales telefónicas, capaz de transmitir 30 canales de voz. Permite tasas de transmisión de 2.048 Mbps. Generalmente corresponde a líneas arrendadas. Pertenece al estándar europeo.
- E-3: Conjunto de 16 circuitos E-1. Permite una tasa de transmisión de 34.368 Mbps. Pertenece al estándar europeo.
- Fibra Oscura: Es una fibra óptica que ha sido instalada pero no “iluminada”, correspondiendo a capacidad de reserva del sistema.
- F&A: Financial and Administrative – Administrativo y Financiero.
- GSLB: Global Server- Load Balancing - Balanceo de carga de servidor global.
- HDA: Horizontal Distribution Area - Áreas de distribución horizontal.
- IDC: International Data Corporation – Corporación Internacional de Información.
- IRU: Derecho Irrefutable de Uso.
- IMF: International Monetary Fund – Fondo Monetario Internacional.
- ISDN: Integrated Services Digital Network, en español RDSI (Red Integrada de Servicios Digitales).

- ISP: Internet Service Provider – Proveedor de servicio de Internet.
- ITIF: The Information Technology & Innovation Foundation.
- IXP: Internet Exchange Point.
- LGT: Ley General de Telecomunicaciones.
- MAC: Mid Atlantic Crossing.
- MDA: Main Distribution Area - Área de distribución principal.
- MDE: Memorándum de Entendimiento.
- MIU: Minimum Investment Unit – Mínima unidad de inversión.
- MO&E: Maintenance, Operation & Engineering.
- MRTG: Multi Router Traffic Grapher.
- NAP: Network Access Point.
- OECD: Organization for Economic Co-operation and Development.
- PAC: Pacific Crossing.
- PIT: Punto de Intercambio de Tráfico.
- PoP: Point of Presence. Corresponde a un punto de encuentro, el cual provee conexión y acceso entre los Carriers locales y regionales – globales.
- PPP: Purchasing Power Parity – Paridad del poder de compra.
- RAS: Remote Access Server – Servidor de Acceso Remoto.
- RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.
- ROI: Return On Investment - Retorno sobre la inversión.
- SAC: South American Crossing.
- SAm-1: South America -1, conocida inicialmente como Emergia.
- ScTP: Screened unshielded twisted pair (S/UTP) – Cable UTP apantallado.
- SDH: Synchronous Digital Hierarchy - Jerarquía Digital Síncrona.
- SLA: Service Level Agreement - Niveles de Acuerdo en el Servicio.
- SONET: Synchronous Optical Network – Red óptica Síncrona. Es una interfaz estándar para transmisiones ópticas síncronas, aplicable a la capa física el modelo de referencia OSI.

- STM-1: Synchronous Transport Module level 1 – Módulo síncrono de transporte de nivel 1. Diseñada dentro de la jerarquía SDH, para optimizar las transmisiones a través de fibra óptica. Permite tasas de transmisión de 155.520 Mbps.
- Subtel: Subsecretaría de Telecomunicaciones, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.
- TDM: Time Division Multiplexing – Multiplexación por división de tiempo.
- TIA: Telecommunications Industry Association - Asociación para la Industria de las Telecomunicaciones.
- TIE: Terminal, Interconnection Equipment.
- T-1: Unidad básica de transmisión digital, análoga a E-1, pero perteneciente a la norma norteamericana. Permite una velocidad de transmisión de 1.544 Mbps
- T-3: Unidad de transmisión digital, conjunto de 28 circuitos T-1. Permite una tasa de transmisión de 44.736 Mbps. Pertenece al estándar norteamericano.
- UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU en inglés).
- UTP: Unshielded Twisted Pair - Par trenzado no apantallado.
- VPN: Valor Presente Neto.
- WDM: Wavelength Division Multiplexing – Multiplexación por división de largo de onda.
- ZDA: Zone Distribution Area - Área de distribución de zonas.

1.- Capítulo I: Introducción

Durante estos últimos años, el uso de Internet, así como de los servicios basados y asociados a ella, han crecido de manera explosiva no sólo en nuestro país, sino que a nivel global. Dejando de lado las implicaciones culturales y económicas que esto pueda implicar, está claro que ninguna acción se hubiese producido sin una infraestructura adecuada que soporte dicho servicio, llevándolo no sólo hasta el usuario final (en la última milla), sino que además conectándolo a los diversos puntos de intercambio de información existentes a nivel internacional y nacional.

Si bien al usuario le interesa contar con este servicio, a través de alguna de las múltiples tecnologías de conexión existentes, esto sólo ocurrirá si el costo del servicio se ajusta a sus posibilidades de pago, por lo cual es gravitante conocer y trabajar la estructura de costo del servicio.

En una primera aproximación, se puede aseverar que la estructura de costos para un proveedor de Internet (ISP - Internet Service Provider) está explicada por tres factores principales:

- **Infraestructura:** Requerida para sus propias instalaciones, tanto técnicas como administrativas. Para efectos prácticos se incluirá en este punto los costos operativos de la empresa. Considera además su conexión con otros ISP a través de los NAP (Network Access Point) seleccionados por el proveedor.
- **Acceso a Usuarios:** Este es un costo relacionado íntimamente con la tecnología utilizada por el proveedor para alcanzar la última milla. Pasa a ser relevante cuando el proveedor hace uso de la red física de otra empresa, por ejemplo, la red de pares de cobre de Telefónica.
- **Enlace Internacional:** Costo que debe ser pagado a empresas de comunicaciones e ISP extranjeros con tal de entregar a los usuarios, contenidos alojados en servidores fuera de Chile, es decir, es el costo de acceder a estos servicios. Dicho costo puede variar de acuerdo con la tecnología de transmisión utilizada, siendo las dos más comunes: transmisión terrestre o submarina por fibra óptica y transmisión satelital.

Analizando el costo de estos componentes, se puede afirmar que los dos primeros (infraestructura y acceso a usuarios) tienden a disminuir en el tiempo, ésto porque en el caso de la Infraestructura, la mayor parte de los proveedores basan sus servicios en redes físicas existentes (par de cobre, cable, etc.) con inversiones ya realizadas. Por otra parte, los avances tecnológicos hacen cada vez más eficiente y rentable el uso de las redes existentes, entregando más y mejores servicios con mínimos niveles de inversión.

Sin embargo, al analizar el costo del enlace internacional de los operadores el panorama cambia, por cuanto se hace necesaria una constante inversión en nuevos enlaces (FO o satelital), con el objetivo de mantener equiparada la capacidad del

sistema a los constantes aumentos en la demanda por parte de los consumidores durante los últimos años.

Considerando el tráfico a nivel mundial, y observando en detalle el listado de las 100 páginas más visitadas¹, se encuentra que 72 de ellas están alojadas en EEUU, donde 42 sitios dentro de este conjunto pertenecen a la compañía Google Inc; las 28 páginas restantes no alojadas en EEUU, corresponden a sitios europeos.

Al analizar luego el tráfico de Internet a nivel regional, se encuentra que el 70% del tráfico existente en América Latina, está orientado a servidores en EEUU, lo cual no ocurre sólo en esta área geográfica. Al ver la Figura 1.1 presentada más abajo, queda claro como ésto se replica a nivel global, donde las rutas en colores cercanos al rojo representan niveles mayores de tráfico, con un máximo de 500 Gbps.

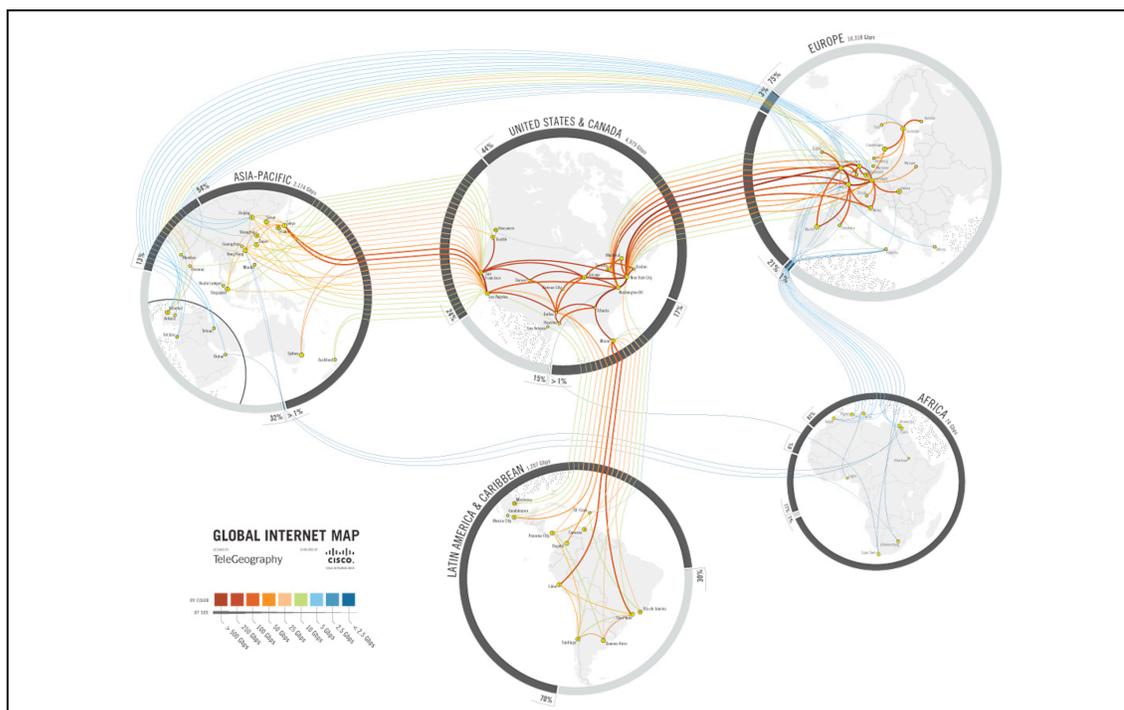


Figura 1.1: Tráfico de Internet a Nivel Mundial

En el caso del tráfico internacional a nivel nacional, se confirma lo expuesto debido a dos claros indicadores: Capacidad Instalada de Banda Ancha Internacional y el Tráfico Internacional Efectivo.

- Capacidad Instalada de Banda Ancha Internacional: Como su nombre lo indica, corresponde a la capacidad actual de la conexión internacional para los proveedores nacionales de Internet. Dicha capacidad está dividida en diversos enlaces (con distintos países) y más de una tecnología (comúnmente fibra óptica y enlace satelital). Se presenta en las Figura 1.2 y Figura 1.3 respectivamente el crecimiento del ancho de banda en Mbps (Mega bits por segundo), así como su

¹ Fuente: <http://toolbar.netcraft.com/stats/topsites>

distribución con respecto a los países que son puntos de llegada de dichos enlaces (en porcentaje, la capacidad de cada uno con respecto al total).

- Tráfico Internacional Efectivo: Se presenta como el tráfico medio total para el país a través de los enlaces ya mencionados. Su evolución a través de los años se presenta en la Figura 1.4 a continuación (Datos en Mbps).

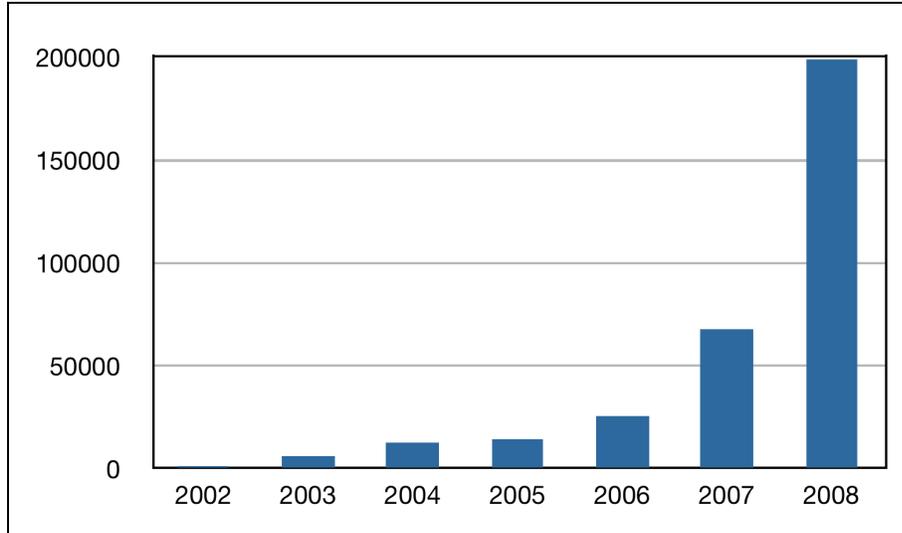


Figura 1.2: Capacidad Total de Enlaces Internacional en Chile

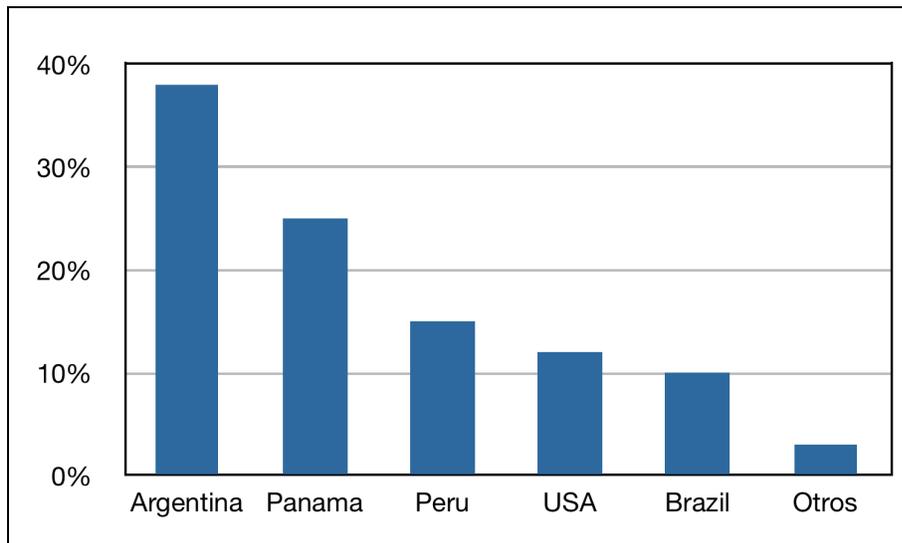


Figura 1.3: Distribución de la Capacidad en los Enlaces Internacionales Existentes

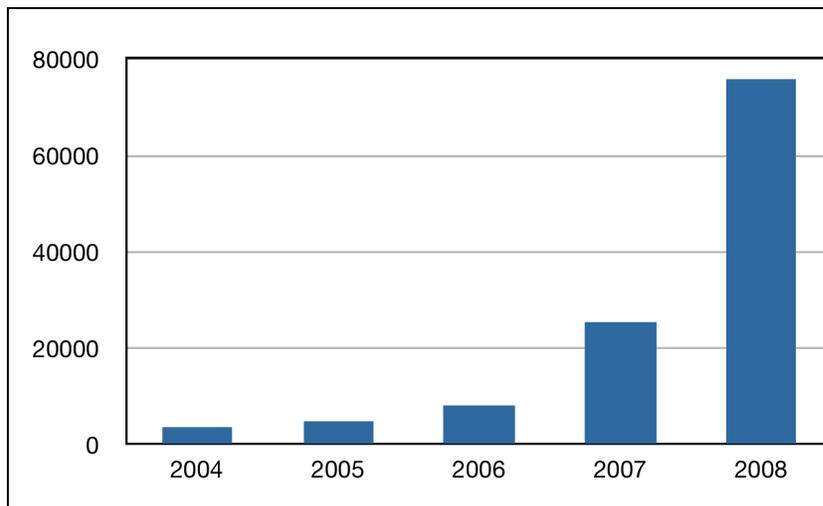


Figura 1.4: Evolución del Tráfico Efectivo (Promedio) en Enlaces Internacionales

De lo expuesto anteriormente se puede concluir que:

- Si bien existe una gran capacidad de ancho de banda en enlaces internacionales (aprox. 200M Mbps), al analizar el tráfico medio (aprox. 80M Mbps) éstos aún entregan algo de holgura al sistema, considerando eso sí que debido a los requerimientos de los servicios prestados, todo enlace debe contar con un respaldo disponible de su misma capacidad. Demás está decir, que tanto capacidad como demanda del servicio, han crecido de manera proporcional durante los últimos años.
- El tráfico medio efectivo en enlaces internacionales presenta tasas de transmisión en constante y fuerte crecimiento, lo cual implica un aumento en el peso de dicho componente, al momento de calcular el costo de los ISP actuales.

1.1.- Objetivo general

Estudio de factibilidad en disminución de costos de servicios de Internet para proveedores ISP.

1.2.- Objetivos específicos

- Determinar si es posible lograr una rebaja de costos para el ofrecimiento de servicios de Internet a nivel local (Chile).
- Conocer la estructura del negocio para el eventual de ofrecimiento de servicios específicos.
- Generación de propuestas técnicas para la implementación de un servicio ISP a nivel regional.

1.3.- Metodología de trabajo

Este trabajo nace bajo la hipótesis de que es factible disminuir los cargos de accesos de los ISP's nacionales, a contenidos alojados en servidores ubicados en otros países, principalmente EE.UU. (cargo por uso de enlace internacional). De acuerdo a esto, la línea de trabajo seguirá la metodología expuesta en la Figura 1.1.

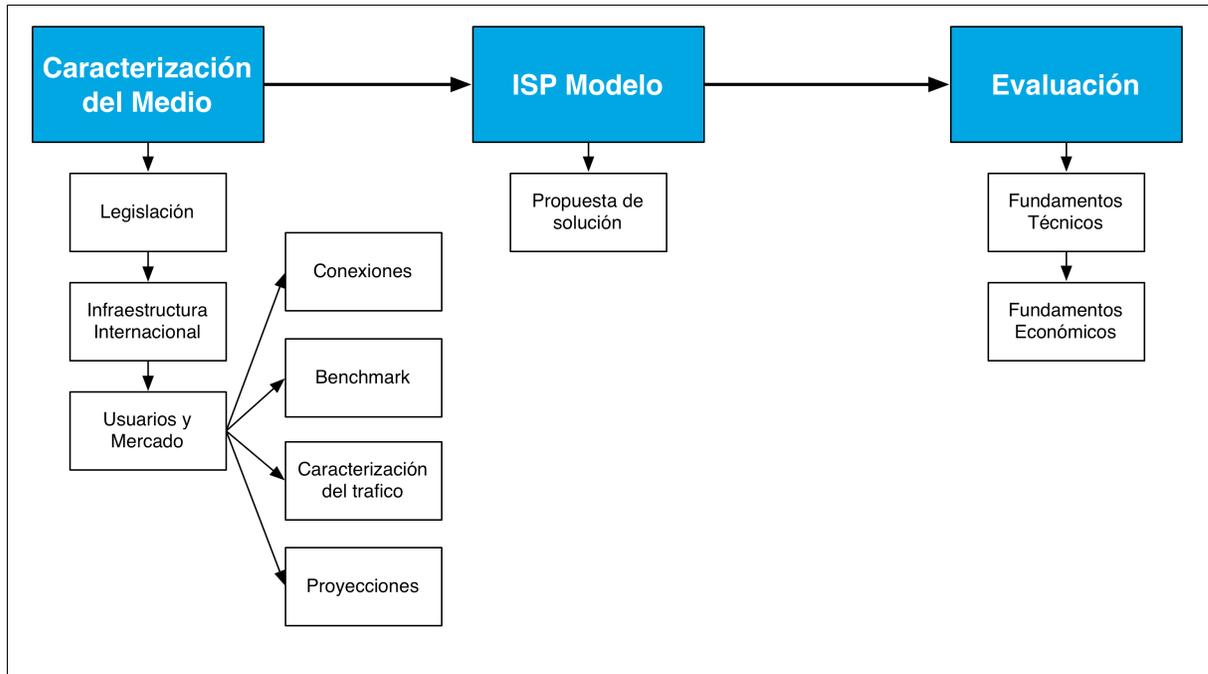


Figura 1.5: Metodología de trabajo

Así, se dividirá este trabajo en 3 fases de trabajo, cada una con sus acciones específicas. En grandes rasgos cada una de estas áreas se refiere a:

- **Caracterización del medio:** Establecer toda la información relevante que permita la caracterización del medio involucrado por la acción de la solución propuesta.
 - **Legislación:** Relativa al marco regulatorio en torno a la industria.
 - **Infraestructura:** Desarrollo de la infraestructura internacional a la cual están conectados los ISP (enlaces internacionales).
 - **Usuarios y Mercado:** Caracteriza el desarrollo del mercado a través de indicadores clave (conexiones, penetración, velocidad, etc.), junto con una comparación a nivel regional y mundial, que permita establecer metas del corto y mediano plazo al realizar proyecciones del mismo. Finalmente buscará caracterizar el tráfico de los usuarios (destino y tipo de páginas).
- **ISP Modelo:** Plantea la primera propuesta de solución, en conjunto con un diseño inicial de la misma.

- Propuesta de solución: Desarrollará cual es el modelo de solución propuesto y la forma en que realizará una contribución mediante esta memoria.
- Evaluación: Se discutirán tanto los aspectos técnicos como económicos de las propuestas planteadas.

Mediante las acciones descritas, se buscará determinar la factibilidad tanto técnica como económica de generar ahorros para el acceso de contenidos a ISP's nacionales e indirectamente disminuir el costo en los planes de Internet en los usuarios finales.

1.4.- Alcance y limitaciones de la memoria

Se considerarán los siguientes supuestos como dados o por comprobar en cada caso:

- Se asumirá realizado el logro de establecer alianzas con empresas interesadas, o implementados los cambios regulatorios eventualmente necesarios.
- Se dará por sentado un cambio en la normativa actual asociada, la que debe apoyar un servicio como el presentado por cuanto las condiciones actuales (conexión sin discriminación entre ISP's) dificulta establecer fórmulas de financiamiento para el servicio que se diseñará.
- Los alcances del trabajo son demostrar que el cargo de acceso a Internet a nivel nacional, está fuertemente influido por los cargos de acceso de ISP extranjeros.
- Se buscará evaluar económicamente si el traslado de parte de estos contenidos a un proveedor regional, disminuirá significativamente los cargos de acceso a usuarios en Chile.

1.5.- Indicación de cómo se estructura el informe

Antes de continuar, se presenta una breve descripción de los capítulos que serán expuestos, esto con el objetivo de facilitar al lector el entendimiento sobre la estructura elegida para este informe:

- Capítulo II - Revisión Bibliográfica: Se presentan todas las herramientas y tecnologías, desde un punto de vista tanto técnico como metodológico que permitirán abordar el problema expuesto.
- Capítulo III – Desarrollo: Este capítulo se encuentra dividido en las 3 fases del trabajo:
 - Investigación: Se realizará una investigación práctica con tal de obtener la información necesaria que permita caracterizar el tráfico internacional de los ISP's chilenos.

- Propuesta: Se analizará(n) en la literatura el(los) modelo(s) que permita(n) realizar una disminución de costos dadas las condiciones encontradas en la fase anterior de trabajo.
- Capítulo IV – Discusiones: A partir del diseño propuesto, se expondrán fundamentos técnicos y económicos que permitan determinar si la solución es beneficiosa para un proveedor ISP tipo.
- Capítulo V – Conclusiones: Se presentan las conclusiones finales del tema.

2.- Capítulo II: Revisión bibliográfica y contextualización

2.1.- Antecedentes generales

2.1.1.- Concepto de red

Enmarcando en el ámbito de las telecomunicaciones, el concepto de Red encuentra su equivalente como Red de Computadores, el cual, según la definición de la TIA (Telecommunications Industry Association) corresponde a una “Red de nodos de procesamiento de información, los cuales están interconectados con el propósito de realizar la comunicación de la información”. También puede ser caracterizada como una “Red de comunicaciones, en la cual los instrumentos finales son computadores”.

En base a la definición anterior, queda claro el concepto de red a nivel general, sin embargo, dentro de éste se generará un gran número de clasificaciones, las cuales variarán considerando la tecnología de transmisión, protocolos de comunicación, estructuras de red, el uso y la propiedad de las redes. Dentro de estas clasificaciones, sin duda la más importante y popular de las redes es Internet, la cual según la TIA está definida como “Una interconexión mundial de redes individuales operadas por gobiernos, industria, academia y participantes privados”. Es interesante notar que si bien originalmente Internet sirvió para la interconexión de laboratorios relacionados con investigación del gobierno estadounidense, actualmente se ha expandido para servir a millones de usuarios y una multitud de propósitos, por lo cual se ha tomado lentamente un carácter público, llegando a ser considerada en varios países incluso un servicio público de telecomunicaciones, junto con la telefonía en sus variadas expresiones.

2.1.2.- Arquitectura de redes

Cuando se habla de arquitectura, ésta hace relación a todos los componentes de diseño, tanto de hardware como software que componen una red de telecomunicaciones. A continuación se especificarán algunos de estos elementos.

2.1.2.1 Clasificación por topología y hardware

Una de las formas de clasificar las redes es a través de la tecnología de transmisión que utilizan. Éstas pueden ser redes de “difusión” o redes “punto a punto”. Las primeras tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas. Los mensajes que envía una máquina son recibidos por todas las demás, pero un campo de dirección dentro del frame (paquete) especifica a quien se dirige. En contraste, las redes punto a punto consisten de muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para llegar a su destino puede ser que el paquete deba pasar antes por varias máquinas, lo cual hace muy importante el ruteo que se da a este paquete. En la Figura 2.1 se muestran posibles topologías para las redes de difusión, mientras que en la Figura 2.2 se presentan las topologías para redes de punto a punto.

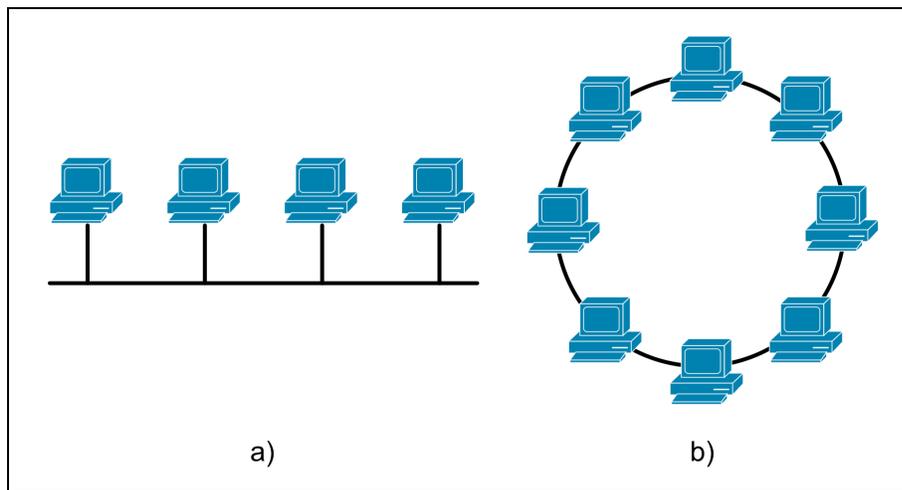


Figura 2.1: Redes de difusión a)Bus b)Anillo

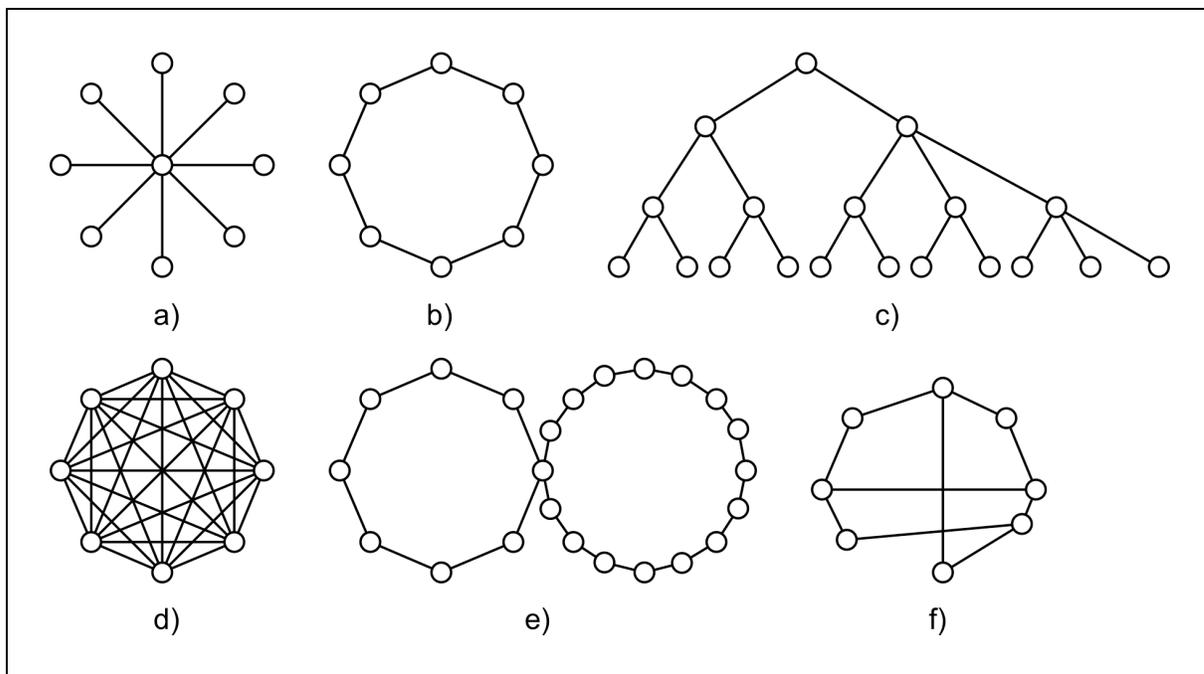


Figura 2.2: Posibles topologías para una subred punto a punto a)Estrella b)Anillo c)Árbol d)Intersección de Anillos f)Irregular

En función de las dimensiones físicas y de hardware, las redes se pueden clasificar como sigue:

- **Redes de Área Local (LAN):** Son redes de propiedad privada dentro de un solo edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Se utilizan para interconectar computadoras dentro de espacios físicos relativamente reducidos (por ejemplo: casas, oficinas, campus, empresas, etc.) con el objetivo de compartir recursos. Pueden ser de difusión o punto a punto, siendo las más conocidas y utilizadas las primeras, como por ejemplo redes de difusión Ethernet, IEEE 802.3 o IEEE 805.5.

- **Redes de Área Metropolitana (MAN):** Es una versión más grande de una LAN y normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar un grupo de oficinas cercanas o una ciudad. Una MAN sólo tiene uno o dos cables y no contiene elementos de conmutación, lo cual simplifica su diseño.
- **Redes de Área Amplia (WAN):** Se extiende sobre un área geográfica extensa, a veces un país o continente. Contiene una serie de máquinas de usuarios (hosts) los cuales se conectan a una subred de comunicación, la cual se encarga de rutear los paquetes entre hosts. La subred se compone de líneas de transmisión y elementos de conmutación. Estos últimos conectan dos o más líneas y se encargan de asignar una línea de salida para cada paquete. Como término genérico se les conoce como “enrutadores” (routers). En la Figura 2.3 se muestra un ejemplo de subred.

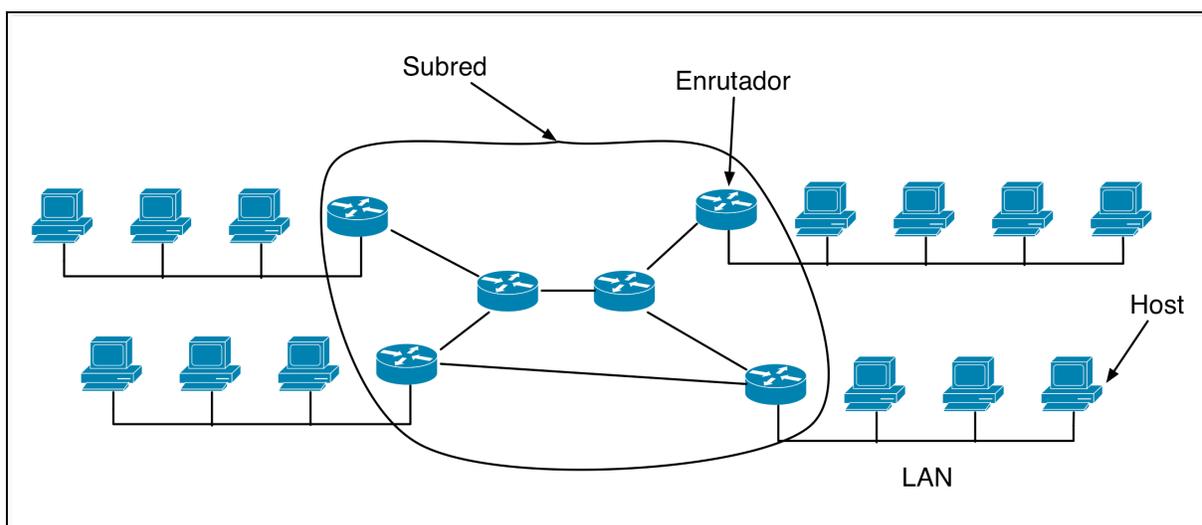


Figura 2.3: Subred y Hosts

Pueden existir muchos tipos de redes alrededor del mundo con distintas tecnologías de software y hardware. Un conjunto de redes interconectadas se le llama “internet” (inter-red). La Internet (con “I” mayúscula) es definida como la red formada por los hosts interconectados con TCP/IP.

2.1.2.2 Tipos de conmutación

La comunicación entre máquina en una red puede describirse desde dos enfoques: “conmutación de circuito” o también conocida como “orientada a conexión”, y “conmutación de paquetes” o “sin conexión”. La primera de ellas, como su nombre lo indica, necesita establecer un canal o circuito físico antes de establecer la comunicación. Una vez establecida, la información se transmite sin pérdida de datos y en orden. El mejor ejemplo de este tipo de conexión es el sistema público de telefonía.

Las redes de conmutación de paquetes funcionan de distinta forma. Éstas dividen la información a ser enviada por la red en pequeñas unidades de hasta unos cientos de bytes, llamados paquetes, a los que se agrega identificaciones de destino y origen. El hardware envía estas unidades hacia un destino y cada uno de ellos viaja de forma independiente de su antecesor. El camino a seguir dependerá de las condiciones de la

subred. Una vez en el destino, el software se encargará de reensamblar los paquetes con la información que estos posean. Un analogía para este tipo de redes se observa en el servicio de correo.

2.1.2.3 Modelo de capas

Como es posible deducir, el problema de la comunicación entre equipos, los cuales puedan ser de fabricantes diferentes, y por ende, de tecnologías incompatibles puede llegar a ser muy complejo de resolver e implica un sin fin de consideraciones de diseño tanto de hardware como software. Una forma de abordar este desafío es dividir el problema en múltiples etapas, cada una independiente de la otra, y que en conjunto sean capaces de entregar una solución a variados requerimientos. Por lo anterior, muchas redes se organizan como una serie de capas o niveles, cada una construida sobre el inferior. El propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores. Esto independiza las labores de cada capa pues a la capa superior no le interesa como la capa inferior se encarga de implementar su servicio. Luego, se llega a un nivel de abstracción tal que permite mirar como si cada capa conversara con la etapa adyacente en otra máquina gracias a un “protocolo” definido para cada nivel. Básicamente, un protocolo es un acuerdo entre las partes que se comunican, sobre cómo va a proceder la comunicación. A modo de ejemplo, en la Figura 2.4 se muestra una red compuesta por cinco capas.

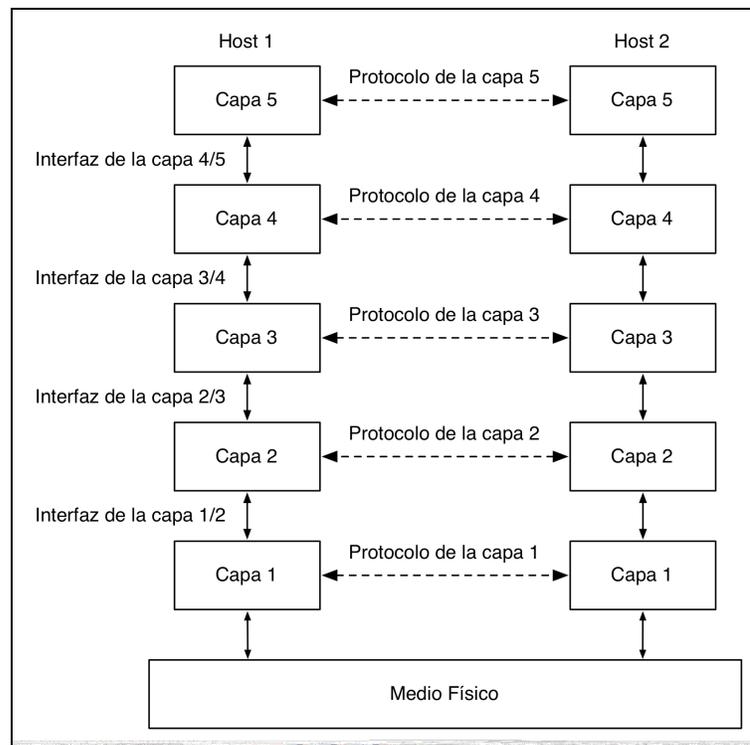


Figura 2.4: Capas, protocolos e interfaces

De acuerdo con la Figura 2.4, los datos no se transfieren de la capa “n” de una máquina a la máquina “n” de la otra, sino que la capa transfiere los datos e información de control a la capa inferior, hasta llegar a la capa más baja. Luego es el medio físico en donde ocurre la comunicación real. Como se ve en la figura, entre las capas existen

interfaces, las cuales definen operaciones y servicios primitivos que ofrece la capa inferior a la superior. La implementación de las funciones que definen las interfaces no se incluye en los protocolos, es decir, es de libre realización. Sólo deben cumplir con asegurar el o los servicios ofrecidos por cada capa.

Un conjunto de capas y protocolos recibe el nombre de “arquitectura de red”. La lista de protocolos empleados por cierto sistema, con un protocolo por capa, se llama “stack de protocolos”.

2.1.3.- Modelo OSI

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), reconoció en 1984 la necesidad de un modelo de red que ayudara a los fabricantes a crear implementaciones de red inter-operables y abiertas. Nace entonces el Modelo de Referencia OSI (Open Systems Interconnection) de la ISO, el cual sigue la idea de una arquitectura de red compuesta por 7 capas, las cuales debían tener funciones bien definidas y a la vez seguir estándares internacionales.

Es importante mencionar que el modelo en sí no es una arquitectura de red pues no especifica los servicios y protocolos exactos que se han de usar en cada capa; sólo menciona lo que se debe hacer en cada una. Sin embargo, la ISO también ha elaborado estándares para todas las capas, aunque no sean parto del modelo de referencia en sí. La Figura 2.5 muestra la estructura de capas del modelo.

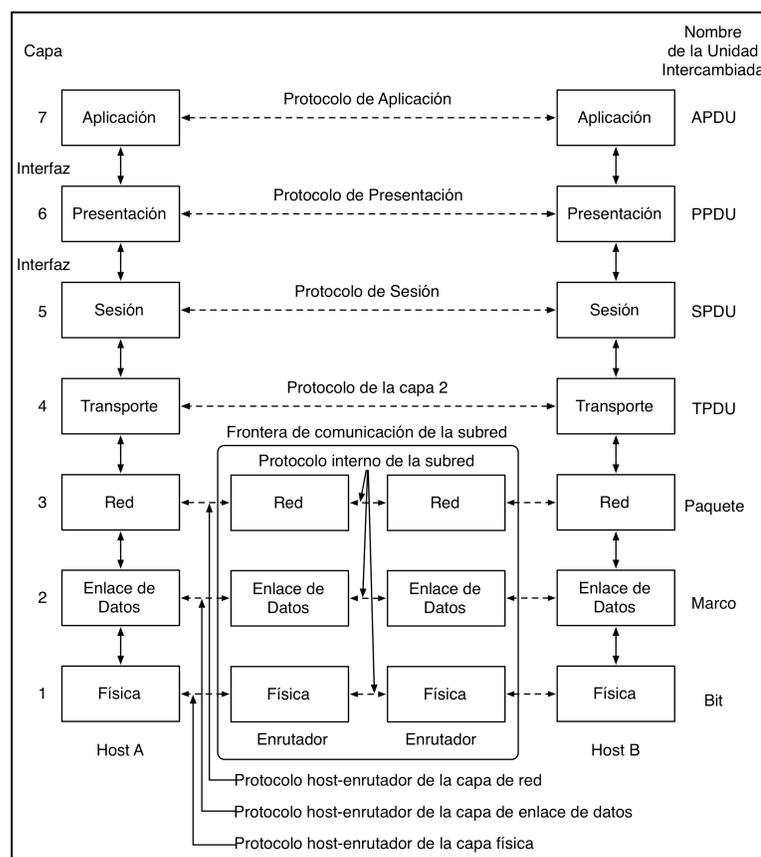


Figura 2.5: Modelo de referencia OSI

2.1.3.1 Capa física

Toma en cuenta las interfaces mecánicas y eléctricas que harán posible la comunicación en un medio (el cual puede ser de difusión o punto a punto). Aquí la información es manejada a nivel de bits, debido a esto es necesario definir niveles de voltaje, tiempo de duración de cada bit, sentido de la comunicación, técnica de modulación, etc. Todas estas consideraciones toman en cuenta el medio físico por el cual se llevará a cabo la comunicación (por ejemplo: fibra óptica, UTP, cable coaxial, etc).

2.1.3.2 Capa de enlace de datos

Se encarga de agrupar los bits de la capa física en “frames” o “marcos” y a la vez lograr que los hosts sean capaces de identificar un principio y un fin de frame. Además, tratará de enviar estos frames de forma de evitar errores y efectuará control sobre el envío, con tal de que un emisor no sature el buffer de recepción del equipo destino. La sofisticación en esta etapa dependerá del medio de transmisión.

2.1.3.3 Capa de red

Es la encargada del funcionamiento de la subred de comunicaciones, es decir, la forma en que los distintos componentes de ésta efectúan el enrutamiento de los paquetes y el control de congestión en los nodos. La capa de subred también es la encargada de comunicar entre sí redes que no necesariamente utilizan el mismo protocolo en niveles inferiores.

2.1.3.4 Capa de transporte

Esta capa es el límite entre las capas concernientes a la aplicación (sesión, presentación y aplicación inclusive) y las capas que guardan relación con el transporte de los datos. Especifica asuntos como la confiabilidad en el transporte sobre una interred, es decir, provee mecanismos para establecer, mantener y terminar circuitos virtuales.

Es posible dar un enfoque de extremo a extremo en esta capa en cuanto a protocolos se refiere, logrando una comunicación directa entre el emisor y usuario final, a diferencia de las capas inferiores en donde la comunicación se realiza entre máquinas o nodos de subred vecinos. Otro punto importante de mencionar es que en esta capa se realiza la multiplexación de mensajes provenientes de distintas aplicaciones por un mismo canal y viceversa.

2.1.3.5 Capa de sesión

Establece, maneja y termina sesiones entre aplicaciones. Una sesión consiste en un diálogo entre una o más entidades de presentación (servicio a la capa superior). Ejecuta un manejo de control de diálogo y sincronización para transferencia, por ejemplo, de archivos de larga duración.

2.1.3.6 Capa de presentación

Asegura que la información enviada por la capa de aplicación sea entendible, al mismo nivel de capas en el otro extremo. En caso de ser necesario, se implementan

traducciones a formatos comunes de presentación. También verifica la estructura semántica y sintaxis de los datos a enviar.

2.1.3.7 Capa de aplicación

Es la capa más cercana al usuario. Contiene varios protocolos los cuales pueden emular terminales virtuales o ser utilizados para transferencia de archivos y otras labores. Esta capa establece la disponibilidad de comunicación con el destino y verifica si existen los suficientes recursos para que la transferencia pueda llevarse a cabo. La Figura 2.6 muestra cómo los datos son transmitidos usando el modelo OSI. El proceso transmisor tiene datos que enviar al proceso receptor, entonces entrega estos datos a la capa de aplicación, la cual agrega su encabezado AH y se lo entrega a la capa de presentación. Ésta a su vez, realiza el mismo trabajo anteponiendo su encabezado y entregando el resultado a la siguiente etapa.

Este proceso se repite hasta llegar a la capa física en donde es enviado, y al llegar a la máquina receptora, ésta saca los encabezados uno por uno en las distintas capas hasta que finalmente llega al proceso receptor.

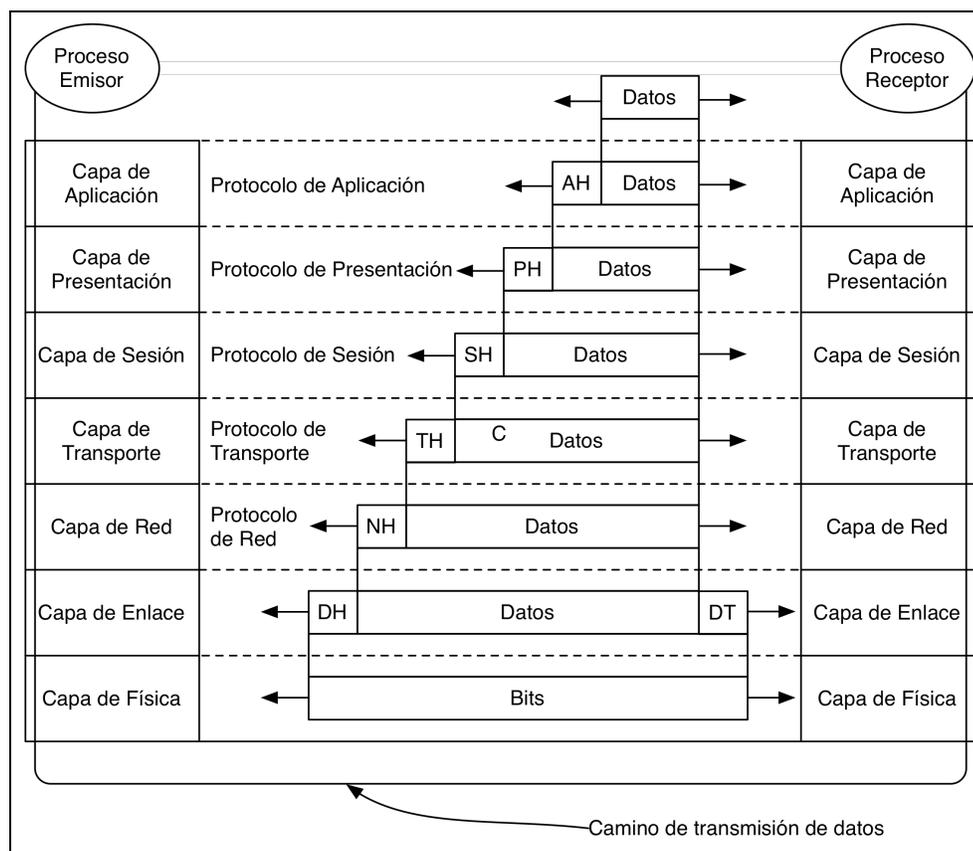


Figura 2.6: Ejemplo de uso del Modelo Referencial OSI. Algunos de los encabezados pueden ser nulos

2.1.4.- TCP/IP

Esta red fue diseñada por la Agencia de Investigación para Proyectos Avanzados de Defensa de los EEUU (Defense Advanced Research Projects Agency -DARPA), la

cual buscaba desarrollar una plataforma de comunicaciones con características principales tales como ser funcional para tecnologías disímiles de red, junto con ser robusta a la pérdida de uno de sus nodos causada por ataques militares a esta nación.

Producto del desarrollo de DARPA, fue la creación del grupo de protocolos de TCP/IP, nombre compuesto por las siglas de los dos estándares principales (Transmission Control Protocol / Internet Protocol). En analogía con el modelo OSI, es posible dividir su arquitectura en capas, cada una con interfaces y servicios diferenciados. Si bien el modelo inicial presentado en 1978 por DARPA constaba de 3 capas, el modelo TCP/IP considera 4, mientras que el modelo OSI tiene 7. Es interesante ver que todas estas definiciones de modelos de capa son comparables entre si, a modo de ejemplo se presenta la Figura 2.7, donde se muestran las distintas capas del modelos TCP/IP en contraste con las del modelo OSI.

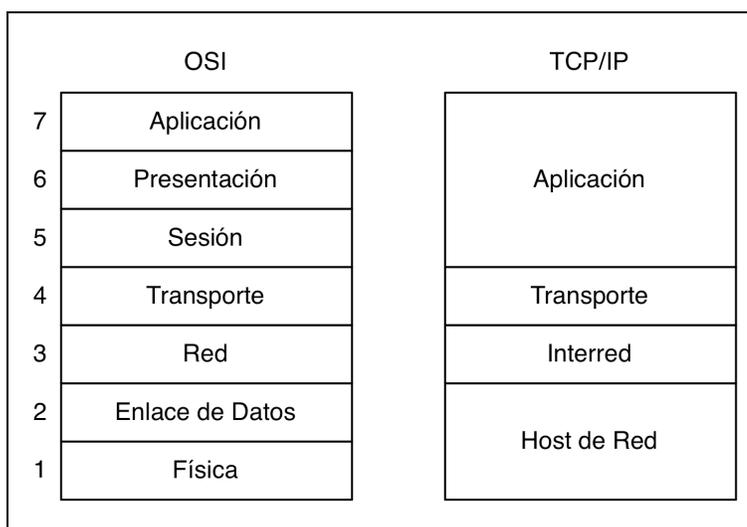


Figura 2.7: Comparación modelo de capas TCP/IP – OSI

A continuación, se describirán las capas consideradas en el modelo TCP/IP.

2.1.4.1 Capa host de red

El modelo de referencia TCP/IP realmente no dice mucho de lo que aquí sucede, fuera de indicar que el nodo se ha de conectar a la red haciendo uso de algún protocolo de modo que pueda enviar por ella paquetes de IP. Este protocolo no está definido y varía de un nodo a otro y de red en red.

2.1.4.2 Capa de interred

Los requerimientos iniciales de DARPA en el desarrollo de la arquitectura, condujeron a la elección de una red de conmutación de paquetes basada en una capa de interred carente de conexiones. Esta capa, es el eje que mantiene unida toda la estructura. La misión de esta capa es permitir que los nodos inyecten paquetes en cualquier red y los hagan viajar de forma independiente a su destino (que podría estar en una red diferente). Los paquetes pueden llegar incluso en un orden diferente a aquel en que se enviaron, en cuyo caso corresponde a las capas superiores reacomodarlos,

se si desea la entrega ordenada. Nótese que aquí se usa “interred” (“Internet” en inglés) en un sentido genérico, aunque esta capa esté presente en la Internet.

Esta capa define un formato de paquete y protocolo oficial llamado IP (Internet protocol). El trabajo de la capa de interred es entregar paquetes IP a donde se supone deben ir. Aquí la consideración más importante es claramente el ruteo de los paquetes, y también evitar la congestión. Por lo anterior es razonable decir que la capa de interred TCP/IP es muy parecida en funcionalidad a la capa de red OSI. La Figura 2.7 muestra la correspondencia.

2.1.4.3 Capa de transporte

Ésta fue diseñada para permitir que las entidades pares en los nodos de origen y destino lleven a cabo una conversación, al igual que en la capa de transporte del modelo OSI. Se definen dos protocolos de extremo a extremo. El primero, “TCP” (transmission control protocol o protocolo de control de transmisión) es un protocolo confiable orientado a la conexión, el cual permite que una corriente de bytes originada en una máquina se entregue sin errores en cualquier otra máquina de la red. Este protocolo fragmenta la corriente entrante de bytes en mensajes discretos y pasa cada uno a la capa de interred. En el destino, el proceso TCP receptor reensambla los mensajes recibidos para formar la corriente de salida. El TCP también se encarga del control de flujo para asegurar que un emisor rápido no pueda abrumar a un receptor lento con más mensajes de los que pueda manejar.

El segundo protocolo de esta capa, el “UDP” (user datagram protocol, o protocolo de datagrama de usuario), es un protocolo sin conexión, no confiable, para aplicaciones que no necesitan asignación de secuencia ni el control de flujo del TCP y que desean utilizar los suyos propios. Este protocolo también se usa ampliamente para consultas de petición y respuesta de una sola ocasión, del tipo cliente-servidor, y en aplicaciones en las que la entrega pronta es más importante que la entrega precisa, como las transmisiones de voz o video. La relación entre IP, TCP y UDP se muestra en la Figura 2.8. Desde que se desarrolló el modelo, el protocolo IP se ha implementado en muchas otras redes.

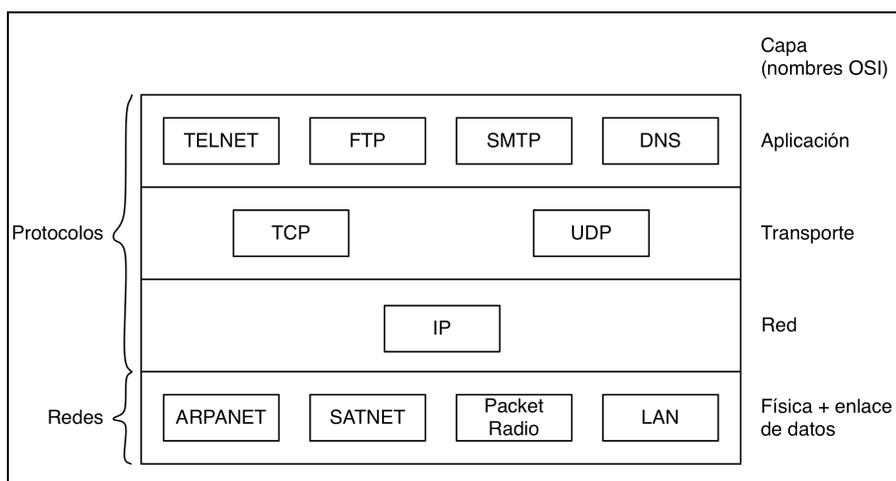


Figura 2.8: Protocolos y redes en el modelo TCP/IP inicial

2.1.4.4 Capa de aplicación

El modelo TCP/IP no tiene capas de sesión ni de presentación. No se pensó que fueran necesarias, así que no se incluyeron. La experiencia con el modelo ISP ha comprobado que esta visión fue correcta, pues se utilizan muy poco en la mayor parte de las aplicaciones.

Esta capa contiene todos los protocolos de alto nivel. Entre los protocolos más antiguos están el de terminal virtual (TELNET), el de transferencia de archivos (FTP) y el de correo electrónico (SMTP), según se muestra en la Figura 2.8. El protocolo de terminal virtual permite que un usuario en una máquina ingrese en una máquina distante y trabaje ahí. El protocolo de transferencia de archivos ofrece un mecanismo para mover datos de una máquina a otra en forma eficiente. El correo electrónico fue en sus orígenes sólo una clase de transferencia de archivos, pero más adelante se desarrolló para él un protocolo especializado; con los años, se le han añadido variados protocolos, como el servicio de nombres de dominio (DNS) para relacionar nombres de los nodos con sus direcciones de la red; NNTP, el protocolo que se usa para transferir artículos noticiosos; HTTP, el protocolo que se usa para recuperar páginas en la World Wide Web y muchos otros.

2.2.- Redes para la distribución de contenidos (CDN)

2.2.1.- Problemática que abordan las CDN

La Web es altamente descentralizada y distribuida. Sin embargo, desde la perspectiva de un sitio Web, el modelo tradicional la convierte en un ente centralizado. Todos los usuarios que solicitan una página Web en particular, son manejados por un único servidor Web, el cual hospeda el contenido solicitado. Esta implementación tiene serios problemas de escalabilidad, tal como se presenta en la Figura 2.9. La carga en el servidor Web, así como en los enlaces de red que lo conectan a la Internet, se ve fuertemente incrementada a medida que aumenta el número de requerimiento por parte de usuarios. Esto no es un problema serio para servidores Web altamente especializados que atienden a un número pequeño de usuarios, sin embargo, sitios Web que gozan de altos niveles de popularidad, se ven rápidamente sobrepasados cuando llega un gran número de requerimientos por parte de usuarios. Cuando uno o más usuarios solicitan contenidos desde un único servidor Web, tanto la capacidad de procesamiento de éste, como el ancho de banda disponible para su conexión se pueden ver rápidamente excedidos. Si esto ocurre, los requerimientos de los usuarios son rechazados, lo que conlleva aumentos en los tiempos de acceso al sitio, o incluso la inhabilitación de este.

Otro problema relativo a la centralización del modelo de servicios Web, hace referencia a la distancia entre el servidor y los potenciales clientes. Esta distancia puede ser medida con diferentes métricas, tales como retrasos, pérdida de paquetes o incluso distancia geográfica. Incluso si un servidor tiene recursos suficientes como para manejar todos los requerimientos entrantes, la distancia entre este y los clientes puede generar considerables retrasos en la transmisión. En el ejemplo de la Figura 2.9, los clientes ubicados en Latinoamérica, deben enviar siempre sus requerimientos hacia el servidor central en EEUU. Esto no sólo incrementa la carga sobre los tendidos de cables submarinos, sino que también aumenta los retrasos en la transmisión. Aún más

importante que la distancia geográfica, es sin embargo el número de routers ubicados en la ruta entre los dos clientes, pues cada uno suma tiempo al requerido para la transmisión. Consecuentemente, es deseable minimizar la distancia de la red entre los clientes y servidores Web, con tal de mejorar los tiempos de respuesta. Por otra parte, la proximidad geográfica no se traduce necesariamente en proximidad de la red, donde un ejemplo claro era la situación existente en Chile antes de la implementación de los PIT's, cuando la conexión entre dos clientes próximos geográficamente (dentro de la misma ciudad o comuna), debían enlazarse a través de conexiones con EEUU, debido a que no existían acuerdos orientados a la conectividad entre los distintos ISP's.

Tecnologías de conexión implementadas, tales como cable módem o ADSL, agravan el desempeño y los problemas de escalabilidad al forzar a los servidores, routers y líneas backbone a transmitir aún más tráfico.

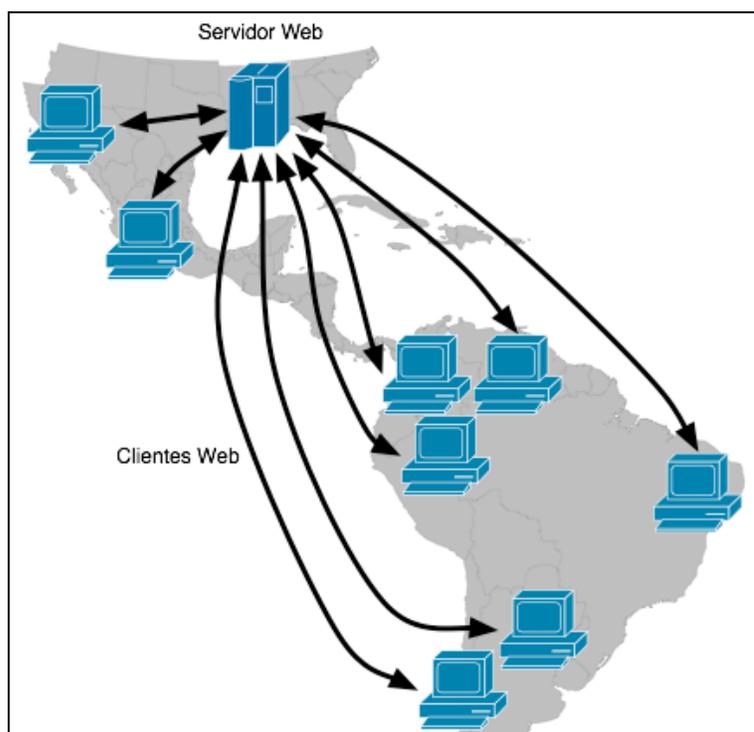


Figura 2.9: Problema de escalabilidad por servidores centralizados

2.2.2.- Tipos de solución

Un potencial cuello de botella en la arquitectura tradicional de la Web es el servidor Web en sí, al cual se le pueden agotar los recursos a medida que mayores solicitudes le llegan. La solución más obvia para este problema es mejorar el hardware del servidor al instalar un procesador de mayor velocidad, junto con más memoria y discos de mayor espacio, o incluso un sistema de multiprocesadores. Esta aproximación sin embargo, no es muy flexible y las mejoras no pueden ser moderadas, sino que sustantivas en la capacidad del sistema. No es posible iniciar mejoras menores y aumentar lentamente las capacidades del sistema a medida que aumenta el tráfico. Así, se hace necesario el desarrollo de soluciones escalables y económicas, las cuales se pueden clasificar en tres tendencias principales de acción:

- Carga distribuida en un servidor centralizado del sitio: Corresponde al establecimiento de una “granja de servidores”, la cual está comprendida por múltiples servidores Web, cada uno de los cuales comparten los requerimientos solicitados por clientes para un mismo sitio Web. Estos servidores suelen estar instalados en la misma ubicación y estar conectados a la misma subred. Los requerimientos entrantes pasan primero por un balanceador de carga, el cual despacha los requerimientos a cada uno de los servidores basado en ciertas métricas, como la capacidad actual de cada servidor. Esta aproximación es más flexible y presenta una mejor escalabilidad, dado que puede iniciar con pocos servidores, los cuales aumentan en número en pasos incrementales a medida de los requerimientos.
- Contenidos distribuidos y servicios centralizados: Esta solución propone distribuir el contenido de manera cercana al usuario, donde se agilizan las velocidades de conexión. Los requerimientos de los usuarios son redirigidos a los servidores locales, los cuales responden a estos requerimientos. La replicación de servidores, así como caché proxy son ejemplos de estas tecnologías. Un caché proxy, se encuentra preferentemente cerca del usuario, almacena los objetos Web requeridos en una ubicación intermedia entre el servidor origen y el cliente. De este modo, las solicitudes recurrentes de contenidos estáticos pueden ser servidos desde el caché, acortando los tiempos de acceso y conservando los recursos de la red, tales como ancho de banda y procesamiento.
- Contenidos y servicios centralizados: A medida que los contenidos dinámicos en la red van en aumento, así como la demanda de los usuarios por servicios más sofisticados, ya no es suficiente con distribuir sólo con contenidos estáticos. En su lugar, desarrollos recientes soportan un modelo de contenido distribuido, el cual incluye servicio operando bajo este concepto. Se han desarrollado arquitecturas y sistemas, los cuales mueven los servicios desde los servidores, hacia los extremos de la red, más cerca de los usuarios. Estos servicios incluyen la creación de páginas Web de manera personalizada, o la adaptación de contenidos para otros servicios y/o dispositivos.

2.2.3.- Definiciones relevantes

Numerosos términos y nombres han sido utilizados en el pasado para referirse a este tipo de tecnologías. Términos tales como “Distribución de Contenidos” y “Entrega de Contenidos” son probablemente los más populares. Otros hablan de “Superposición de Cachés” o “Redes Proxies”.

El contenido de un documento, u objeto en general, hace referencia a lo que le dice al usuario a través del lenguaje natural, imágenes, sonidos, video, animaciones, etc. Para este trabajo, se considerará la definición de contenido como “cualquier información que es accesible para otros usuarios en Internet. Esto incluye, pero no se limita a las páginas Web, imágenes, documentos de texto, audio y video, así como descargas de software , transmisiones en tiempo real, mensajería instantánea y otras formas de la información”.

En particular, el contenido no está limitado a un único tipo de medio y puede ser representado en variadas formas tales como texto, gráficos o video. El contenido puede

ser representado como una combinación de múltiples objetos de contenido, cada uno de los cuales pueden ser de una naturaleza diferente. Estos contenidos son referidos usualmente como “contenidos multimedia”.

Las redes de contenidos, proveen la infraestructura que mejor soporta la entrega de contenido relevante a través de Internet. Utilizan e integran métodos en línea con las tres clases de soluciones planteadas anteriormente, formando un nuevo nivel de inteligencia que se desarrolla por sobre las redes de paquetes. Las redes de paquetes tradicionalmente han procesado la información entre las capas de protocolo 1 y 3, por lo que las redes de contenidos operan sobre los protocolos de las capas 4 a 7.

2.2.4.- Componentes funcionales de las redes de contenidos

En general un red de contenidos está construida sobre componentes funcionales, los que trabajan en conjunto para lograr desempeños sobresalientes al mejorar la entrega de contenidos. Estos componentes incluyen:

- **Distribución del contenido:** Corresponde a servicios para mover el contenido desde su fuente a los usuarios. Estos servicios pueden comprometer los cachés Web u otros dispositivos de almacenamiento de contenido intermediario, en pos de un mejor desempeño del servidor Web de origen. Esta distribución de componentes también abarca los mecanismos actuales y los protocolos utilizados para transmitir información a través de la red.
- **Requerimientos de ruteo:** Se refiere a servicios para orientar los requerimientos de los clientes a una ubicación mejor capacitada para responder por el contenido solicitado. Los usuarios pueden ser tanto por servidores Web como cachés Web. La selección de la ubicación más apropiada, se encuentra típicamente basada en la proximidad de la red y la disponibilidad de los sistemas en la red.
- **Procesamiento de contenido:** Servicios utilizados para la creación o adaptación de contenidos para ajustarse a las preferencias de los usuarios y las capacidades de los dispositivos. Incluye la modificación o conversión tanto de los contenidos, como de los requerimientos por contenidos.
- **Autorización, autenticación y cuentas:** Este tipo de servicios permite el monitoreo, registro, contabilización y facturación por el uso de contenidos. Esto incluye mecanismos que aseguran la identidad y los privilegios de todos los involucrados en la transacción, así como de los derechos de manejo digital.

No es necesario que una red de contenidos utilice todos estos componentes funcionales, así por ejemplo, la red de contenidos presentada en la Figura 2.10 incluye caché Web para mejorar la distribución del contenido estático y el uso de switches Web para re-enrutar los requerimientos., sin embargo, no posee ningún componente para el procesamiento de contenidos.

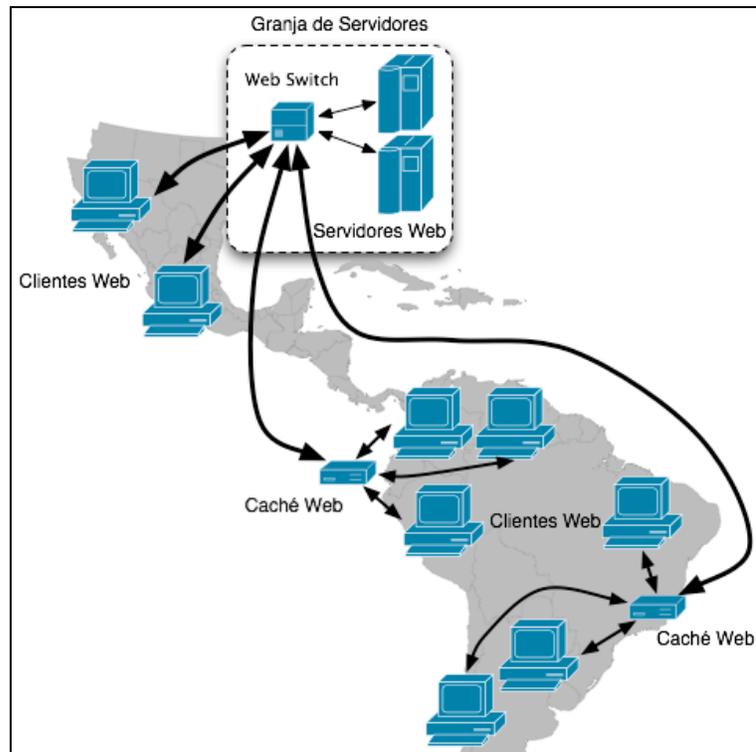


Figura 2.10: Ejemplo de uso para redes de contenidos

2.2.5.- Técnicas de CDN

Se listan las técnicas de CDN que fueron consideradas en el presente estudio, sin dejar de lado, la existencia numerosa de otras técnicas que no fueron consideradas en esta ocasión.

2.2.5.1 Caching de contenido estático

Cachés ubicados en numerosos lugares a través de la red, pueden proveer una variedad de beneficios para los consumidores de contenidos, productores de contenidos y operadores de redes. Sin embargo, este conjunto de técnicas sólo es válida para la optimización en el manejo de contenido estático.

Redes compartidas de caché (llamados usualmente proxies) pueden estar ubicadas en una de tres posiciones posibles en la red. Un “forward proxy” actúa en nombre de un grupo específico de consumidores de contenidos. Un “reverse proxy”, también llamado “acelerador del servidor”, actúa en nombre del servidor de origen y ayuda a un grupo específico de servidores de distribución de contenidos. Un “interception proxy” o proxy de intercepción, sirve al tráfico de la red dirigido a él. Cada uno de ellos se describe a continuación.

2.2.5.1.1 Forward proxy

Un forward proxy maneja el tráfico de Internet en nombre de una organización o grupo de red, el cual a lo largo de su operación, guarda información que pueda ser solicitada nuevamente, evitando así realizar solicitudes innecesarias al servidor de origen de los contenidos.

Se presenta a continuación y en conjunto con la Figura 2.11, el procedimiento de trabajo de uno de estos proxies.

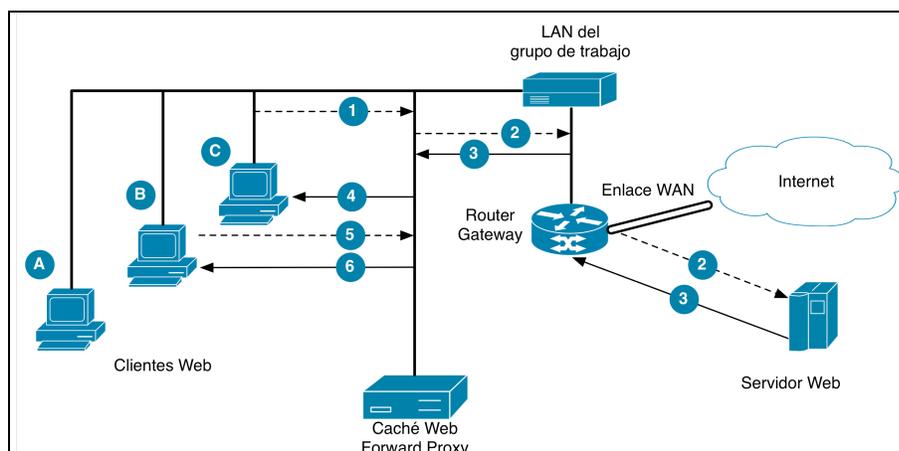


Figura 2.11: Ejemplo de uso forward proxy

1. El usuario C solicita una página Web. La solicitud es enviada a través del grupo de trabajo del LAN, hacia la dirección IP del forward proxy, y no al servidor original que aloja la página Web. Cuando el servidor caché recibe la solicitud, comprueba si el recurso se encuentra disponible y determina que no es así.
2. El servidor de caché Web, solicita la página al servidor de origen, reenviando la petición original.
3. El servidor Web responde al servidor caché con la página solicitada, entonces, el servidor caché guarda una copia del objeto.
4. El servidor caché responde al usuario C con la página solicitada inicialmente.
5. En otro momento posterior, el usuario B solicita la misma página Web. Al igual que en el paso 1 del ejemplo, el servidor caché determina si tiene guardada la página solicitada, lo cual es efectivo.
6. El servidor caché responde al usuario B con la página solicitada.

2.2.5.1.2 Reverse proxy

Esta configuración también conocida como acelerador del servidor de origen, es utilizada para mejorar la entrega de los contenidos desde el sitio del proveedor de contenidos. El reverse proxy posee la dirección IP asignada al servidor de contenidos, por lo cual todo el tráfico destinado al servidor de origen, pasa necesariamente a través de él, por lo cual éste resolverá consultas en lugar de los servidores de contenidos.

Al igual que en el caso anterior, se explicará su funcionamiento a través de un ejemplo paso a paso, basado en la Figura 2.12.

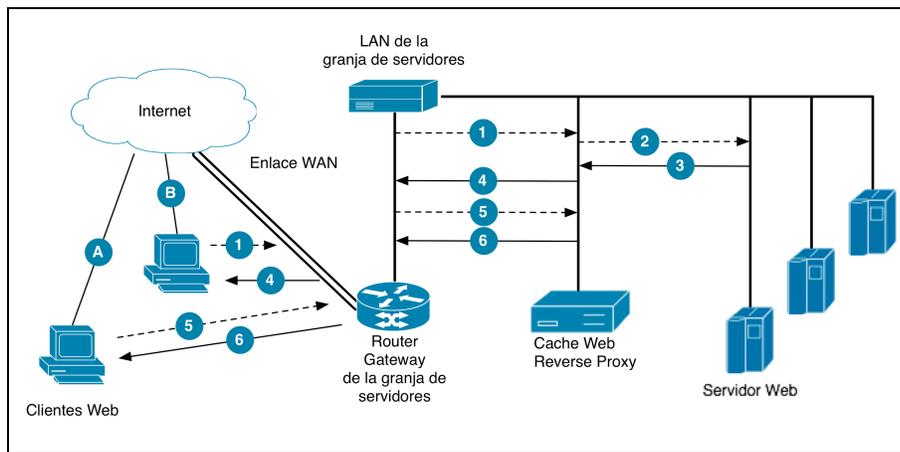


Figura 2.12: Ejemplo de uso reverse proxy

1. Un usuario B, solicita un página Web. La solicitud es ruteada a través de Internet y llega al reverse proxy asignado a la dirección IP del servidor que hospeda la página. Cuando el caché Web recibe la solicitud, examina si el objeto está guardado en su memoria y determina que no es así.
2. El caché Web solicita la página a uno de los servidores Web. Para elegir cual de los servidores considerar, utiliza varios algoritmos de elección. Estos algoritmos están diseñados para balancear el tráfico en los servidores, agilizar las respuestas o segregar por tipo de contenidos. El requerimiento es dirigido usando la LAN de la granja de servidores, al servidor seleccionado.
3. El servidor Web responde al caché Web con la página solicitada. El caché Web guarda entonces una copia del objeto.
4. El caché Web responde a través de Internet al usuario B con la página solicitada.
5. En un momento posterior, el usuario A solicita la misma página Web. Al igual que en el paso 1, la petición viaja a través de Internet al reverse proxy, allí el caché Web revisa en su memoria por el objeto, el cual efectivamente se encuentra respaldado.
6. El caché Web responde a través de Internet al usuario A con la página solicitada. En este caso no se generó tráfico al servidor Web para responder la solicitud.

2.2.5.1.3 Interception proxy

Una proxy interceptor tiene por objetivo mejorar la distribución del contenido por parte del ISP, al tiempo que mejor el servicio a sus clientes, mientras que reducen el tráfico recibido a través de las redes regionales y troncales.

La clave para la operación de un interception proxy es la instalación y configuración de un Web switch, aunque algunos router pueden ser configurados para dirigir el tráfico directamente a un interception proxy. El propósito del switch es dirigir tráfico http al caché Web, lo cual se realiza ubicando el switch en la red LAN, entre los servidores de acceso remoto (RAS) que conectan a los usuarios y el router Gateway, y configurándolo para interceptar tráfico en el puerto 80 y enviarlo a la dirección IP del

caché Web. La controversia asociada a este método es la captura de información entre los clientes de ésta (usuario y servidor), lo cual contradice la filosofía end-to-end de la Internet, agregando además la posibilidad la vulnerar la confidencialidad de los datos transmitidos.

Se presenta a través del ejemplo en la Figura 2.13, el funcionamiento de este proxy.

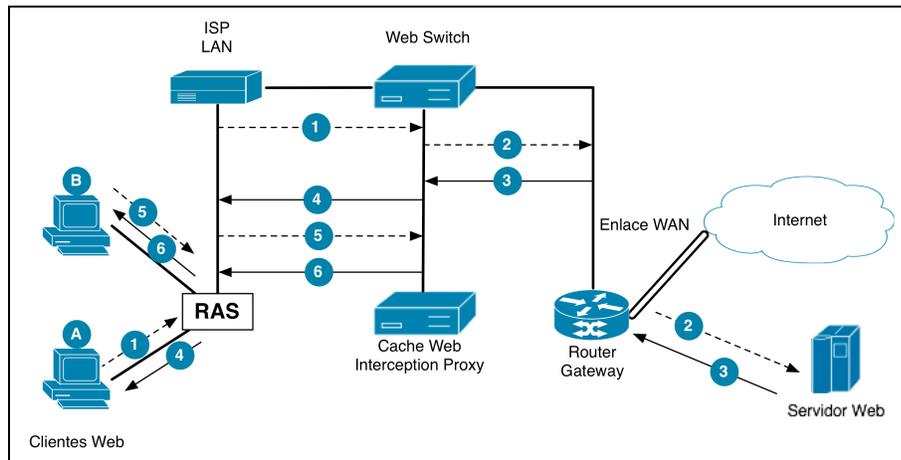


Figura 2.13: Ejemplo de uso interception proxy

1. Usuario A solicita una página Web. En la red del ISP el Web Switch intercepta este requerimiento y lo dirige hacia el caché Web. Así, este requerimiento es enviado a través de la red LAN del ISP hacia la dirección IP del proxy de interceptación y no directamente a través del router gateway. Cuando el caché Web recibe el requerimiento, examina si ya tiene guardado el objeto solicitado, lo que se determina negativo en este caso.
2. El caché Web solicita la página Web directamente del servidor Web que la hospeda. El requerimiento es dirigido directamente a través del gateway router y luego cruza la Internet hacia el servidor Web indicado como host.
3. El servidor Web responde al caché Web con la página solicitada, el cual guarda una copia del objeto.
4. El caché Web responde al usuario A con la página solicitada.
5. Si en un momento posterior el usuario B solicita la misma página, se repite el procedimiento descrito en el paso 1, sin embargo, en este caso el objeto si será hallado en el caché Web.
6. El caché Web responde al usuario B con la página solicitada.

El proxy de interceptación entrega al ISP y sus clientes numerosas ventajas. Los objetos almacenados en el caché son entregados a los usuarios rápidamente, sin el retardo que implican los enlaces a través de Internet a los servidores originales. Por otra parte, los usuarios suelen elegir un ISP en una ubicación cercana, por lo cual la distancia total recorrida por los requerimientos de los usuarios se reducen

significativamente. Por otra parte, también se evitan los retardos producto de servidores de contenidos muy ocupados. Probablemente, el mayor ahorro es la reducción en la necesidad de ancho de banda por parte de los ISP y proveedores de contenidos.

2.2.5.2 Caching de streaming

Los streams, corresponden a flujos de información. Suelen ser de un tamaño extenso, iniciar y detenerse en cualquier momento, fluir a una tasa esperada o presentar comportamientos poco estables en su tasas de transferencia, pueden combinar varias fuentes y llegar a numerosas destinaciones. Los principales tipos de contenidos de stream incluyen programas de audio, programas de video, flujos de información en tiempo real como acciones de la bolsa, o telemetría para el monitoreo de aplicaciones.

Una de las características interesantes del streaming, es que la información puede ser reproducida a medida que llega, lo cual es diferente a descargar un archivo audio como MP3, para escucharlo luego de la descarga. También es diferente de una secuencia de datos, creada por ejemplo para monitorear el desempeño de un equipo automatizado, la cual no requiere una estricta sincronización en su reproducción. Un programa que utiliza stream, utiliza la reproducción simultánea de los datos, como en el caso de escucha una radio transmitida en vivo, la revisión de noticias o la reproducción de videos deportivos en tiempo real. Para estos casos, el contenido no está pregrabado y el consumidor puede tolerar un retardo moderado antes de iniciar la reproducción del stream. Por otro lado, aplicaciones en vivo e interactivas, tales como teleconferencias a través de audio o video por teléfono, o juegos multijugador pueden tolerar sólo retrasos mínimos en el flujo de datos de las sesiones interactivas. Aplicaciones On-demand, permiten a los usuarios acceder a programas previamente almacenados, tales como películas por Internet (por ejemplo youtube.com o hulu.com), podcast, archivos de noticias y video clips publicados en páginas personales. Para estos últimos casos, puede ser tolerado un retraso antes de iniciar la reproducción, sin embargo, son difícilmente tolerados cuando ésta ya fue iniciada.

Las técnicas asociadas al caching del streaming, se dividen en dos categorías: las que buscan mejorar la experiencia del usuario, como el uso de buffer y precarga de video, y se encuentran también las que buscan distribuir los contenidos a través de las redes, de manera similar al uso de caché en el contenido estático, las cuales serán abordadas a continuación:

2.2.5.2.1 Segmentación de objetos y reemplazo por caché

El almacenaje de los discos, está distribuido en bloques de un tamaño fijo particular. Si un stream de multimedia está segmentado en secciones del tamaño de estos bloques, entonces el almacenamiento, la recuperación y el reemplazo de datos en un caché local es muy eficiente. Segmentos de un flujo de datos, puede ser ahora guardado en caché y reemplazado de manera independiente debido a la disputa por espacio en disco, utilizando este eficientemente.

En la Figura 2.14 se ilustra esta solución. El objeto de streaming es segmentado en unidades lógicas llamadas chunks, para efectos de ser guardadas en caché. Cada uno de estos chunks está dividido en segmentos que corresponden al tamaño de un

bloque de disco. Un chunk es simplemente un número de segmentos contiguos dentro del objeto streaming.

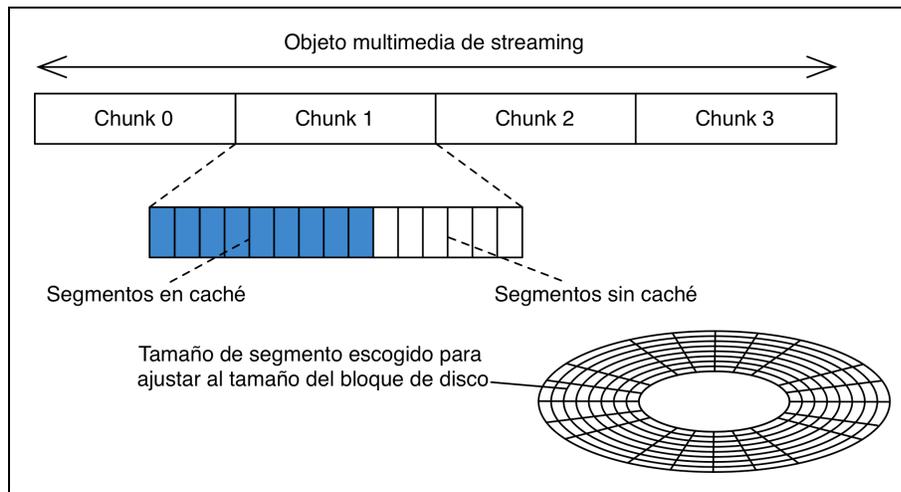


Figura 2.14: Reemplazo de caché para streaming de medios

Cada chunk es guardado en caché de manera independiente, siguiendo políticas definidas de reemplazo.

2.2.5.2.2 Caché dinámico

La naturaleza de los flujos de datos de multimedia, provee oportunidades adicionales para ahorrar anchos de banda. Normalmente dos reproducciones requieren envío de dos flujos de datos por separado. Sin embargo, las solicitudes por parte de dos clientes para la reproducción de un mismo stream, difiere sólo en cuando fue realizado el requerimiento. Los requerimientos de reproducción para el streaming de media, están relaciones por su "distancia temporal", es decir, el tiempo entre cuando se inicia una reproducción del primer cliente que solicitó el streaming, hasta que se inicie la reproducción del mismo stream por parte del segundo cliente. Si las diferencias en los tiempos de las solicitudes pudiesen ser obviadas, entonces sólo un flujo de datos será necesario para servir ambos requerimientos. Lo expuesto es la base del caché dinámico, ilustrado en la Figura 2.15.

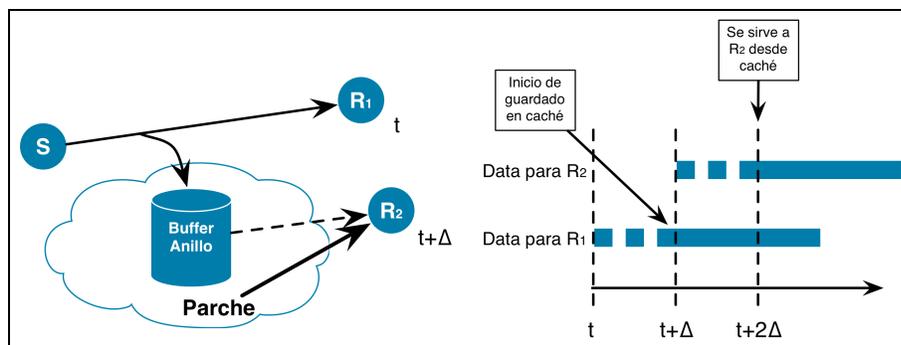


Figura 2.15: Caché dinámico

Se describe a continuación el funcionamiento del caché dinámico, basado en la Figura 2.15. El cliente R_1 , solicita el streaming de un objeto en particular, en el momento

t y un tiempo después, el cliente R_2 solicita el mismo objeto de streaming. La diferencia en tiempo, es decir, la distancia temporal entre ambas solicitudes, está representada en Δ segundos. Cuando el cliente R_2 recibe el inicio del stream, el primer cliente ya ha recibido los primeros Δ segundos del mismo Sin embargo, todo el flujo enviado a R_1 también es requerido por R_2 . Por esto, al ubicar un anillo de buffer, con una ventana móvil de Δ segundos, con la información enviada por streaming a R_1 , se podrá reutilizar esta información para satisfacer el requerimiento de R_2 , cuando ocurra Δ segundos después. El anillo de buffer ha escondido o absorbido la distancia temporal entre los dos requerimientos. Ahora, R_2 aun debe obtener los Δ segundos de información iniciales, perdidos por unirse de manera tardía al stream. Este intervalo del stream es llamada un parche, el cual puede ser obtenido directamente del servidor de origen, o puede haber sido guardado previamente en el caché.

2.2.5.3 Técnicas de re-enrutamiento

Una vez un cliente a elegido una página a visualizar o servicio a contactar, y luego mediante la consulta a un servidor DNS se conoce la destinación de este requerimiento, existen numerosas técnicas que permiten dirigir de manera eficiente la solicitud del cliente a su destino. Estas técnicas son utilizadas cuando se trabaja con servicios distribuidos (contenido dinámico principalmente) a través de diversos nodos sobre un área geográfica amplia, donde se deberá determinar cual es el nodo óptimo donde enrutar las peticiones del usuario.

Estas técnicas incluyen “Balanceo de carga de servidor global” (GSLB), “Enrutamiento de consultas basado en DNS”, “Reescritura de HTML”, “Anycast” o la combinación de estas soluciones. Se describirá a continuación las técnicas principales que serán consideradas en este análisis.

2.2.5.3.1 Enrutamiento de consultas basado en DNS

Esta técnica fue desarrollada como una alternativa a GSLB, por parte de Lucent Technologies, la cual provee una solución de proximidad basada en agentes corriendo sobre servidores caché, configurados como reverse proxies, y coopera con un DNS inteligente, denominado WebDNS. Los agentes instalados en el reverse proxy ubicados en cada nodo de servicio, recoge recopila información sobre los retardos involucrados, cada vez que un cliente realiza una consulta a través del proxy. El servidor WebDNS, que actúa como servidor DNS con autoridad, recopila esta información de proximidad desde cada proxy, la cual será indexada por la red de vecindad y será analizada para identificar el nodo de servicio que se encuentra más cercano a cada cliente.

La Figura 2.16 presenta un diagrama del sistema, el cual opera como sigue:

1. El “resolver DNS” del cliente solicita la dirección IP para una página Web dada al servidor DNS local.
2. Este requerimiento viaja a través del servidor DNS, hasta alcanzar al servidor DNS con autoridad. El sistema está configurado de tal forma que el único servidor DNS con autoridad para el dominio solicitado es un WebDNS.
3. El servidor WebDNS, utiliza su Información de proximidad para elegir el nodo de servicio más cercano al cliente. Este responde con la dirección del nodo de

servicio más cercano, la cual puede ser la dirección IP del reverse proxy o la dirección IP virtual del Web switch que sirve a un cluster de reverse proxies, tal como se presenta en la Figura 2.12.

- Basada en la respuesta del paso anterior, para el ejemplo desplegado, el requerimiento del cliente es enviado al nodo de servicio 1, y será respondido por el Web caché del reverse proxy en el nodo de servicio. Si el contenido requerido no se encuentra en el caché, este solicitará la información desde el servidor A o el servidor B.

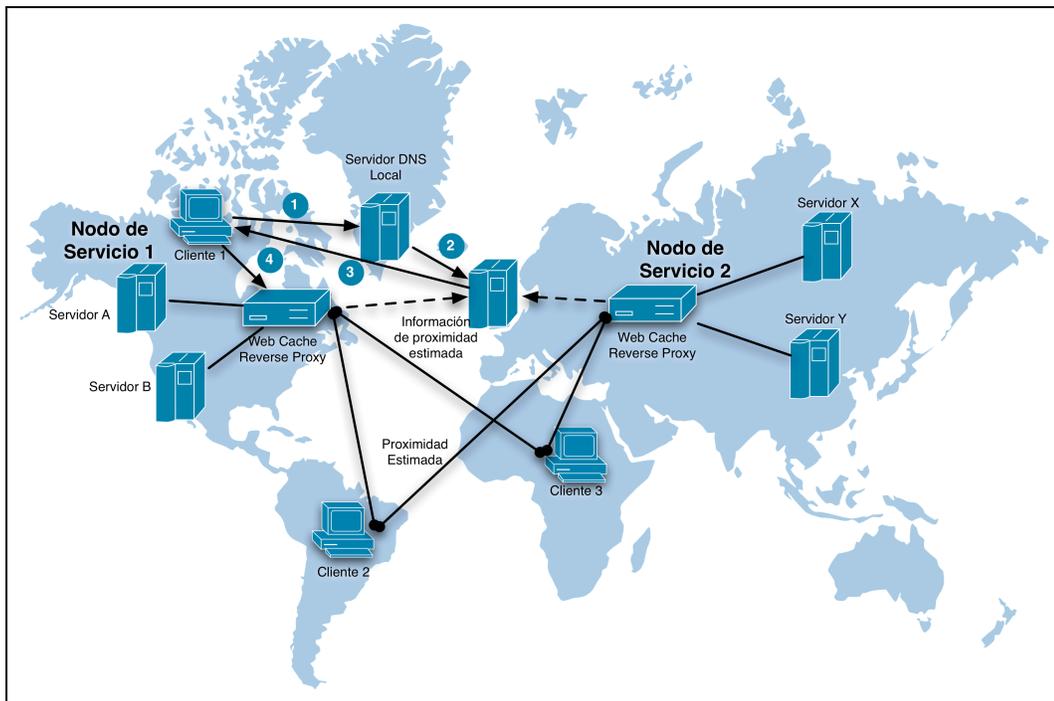


Figura 2.16: Solución WebDNS

2.2.5.3.2 Reescritura de HTML

La técnica previamente expuesta, conduce la solicitud del cliente a un servidor con la mejor capacidad y ubicación para atender el requerimiento. Por su parte la reescritura HTML responde con contenido que es obtenido a partir de subsecuentes solicitudes a otros servidores, que se encuentran más cerca del cliente.

A continuación se presenta un ejemplo, con tal de dejar en claro los pasos seguidos por el método. Se considera una compañía nacional que administra el sitio Web `www.foo.cl`. Su página principal, `www.foo.cl/index.html`, incluye un logo corporativo (`logo.jpg`), un texto descriptivo (`text.html`) y otra gráfica adicional (`figure1.jpg`). Cuando es recibida una solicitud por parte de un cliente ubicado en el norte del país, el servidor `foo.cl` modifica el contenido de `index.html`, prefijando a la URL de cada archivo con `"iq.rewrite.cl/foo"`, antes de emitir la respuesta, tal como se ilustra en la Figura 2.17. Esto mueve el requerimiento desde la dirección `"foo.cl"` a la dirección `"rewrite.cl"`. Una empresa CDN maneja el dominio `"rewrite.cl"` y posee servidores de contenidos ubicados en muchas áreas alrededor del mundo. Se asume que el servidor `iq.rewrite.cl` está ubicado en Iquique. De manera similar, el CDN posee un servidor llamado `st.rewrite.cl`

ubicado en Santiago. Cada uno de estos servidores posee un conjunto de archivos /foo, el cual hospeda el contenido del sitio foo.cl. Así, cuando el cliente ubicado en el norte del país lee el archivo index.html (reescrito), las direcciones que este contiene dirigen al cliente para que recupere la información del logo, así como el resto del contenido desde el servidor iq.rewrite.cl. Este servidor ubicado en Iquique, es conveniente para los clientes ubicados en el norte. De manera similar, si un cliente del centro del país hace la misma consulta al sitio www.foo.cl/index.com, el servidor del sitio prefijará la dirección de cada archivo con st.rewrite.cl/foo. El resultado es que los usuarios ubicados en la zona centro, obtienen ahora el mismo contenido desde el servidor basado en Santiago de rewrite.cl-

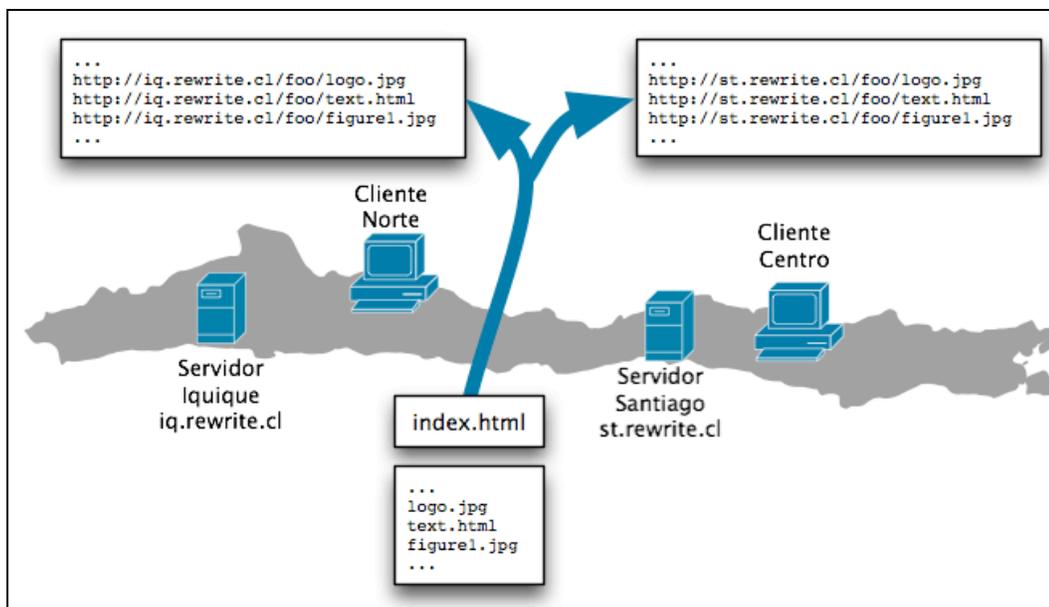


Figura 2.17: Reescritura HTML

Bajo esta solución, la primera solicitud a dominio foo.cl será respondida por el mismo dominio. Una vez que el servidor foo.cl responde con una respuesta reescrita, las subsecuentes solicitudes serán respondidas por la red rewrite.cl, del proveedor CDN, en lugar del servidor original, el cual controlará ahora la facturación, vigilancia del tráfico, administración de la red, inserción de avisos, etc.

2.2.6.- Ahorros en ancho de banda

A modo de ejemplo, se presenta un caso de estudio, basado en el desempeño de un ISP, con un proxy interceptor instalado². La Figura 2.18 muestra un gráfico del tráfico de un ISP utilizando un proxy de intercepción. El gráfico fue generado utilizando MRTG (Multi Router Traffic Grapher), donde el eje x representa la horas del día. El área gris, representa el tráfico entre los proveedores de contenidos y el ISP, mientras que la curva negra representa el tráfico entre el ISP y sus abonados. La diferencia entre ambos niveles de tráfico es generado mediante el uso del esquema proxy interceptor, el cual

² Fuente: Content Networking: Architecture, Protocols, and Practice.

en la práctica logra un ahorro en el uso de enlaces entre el ISP y los proveedores de contenidos.

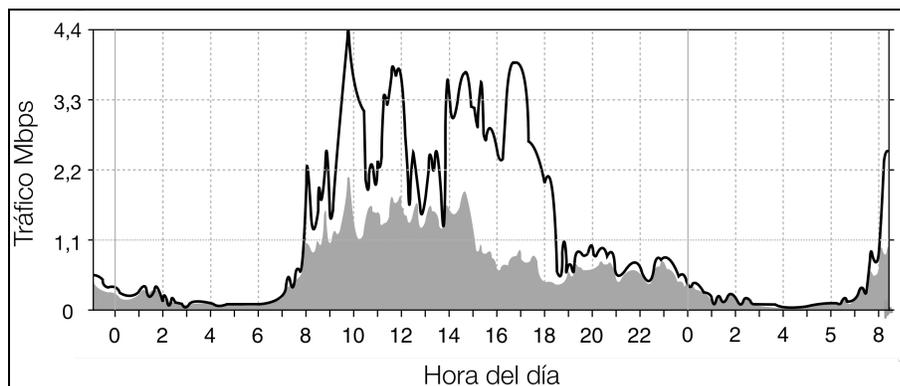


Figura 2.18: Ejemplo de ahorro por uso de técnicas de caché en un ISP

2.3.- Comunicaciones internacionales

En las últimas décadas se ha presenciado un gran crecimiento en la necesidad por capacidad en las comunicaciones, tanto en términos de tasas de datos, como en cobertura geográfica. Servicios de vídeo, voz y transmisión de datos de manera rápida y confiable son fundamentales para el crecimiento continuo de muchos aspectos de la vida moderna, en el gobierno, la industria y la sociedad en general. Esta necesidad es generalizada en a lo largo del mundo, con fuerza en los países industrializados y con creciente interés en países en vías de desarrollo.

A fines de 1990, el fenómeno de Internet, comenzó a añadir un tráfico significativo hacia la redes internacionales. Aunque Internet venía existiendo de hace algún tiempo, solía ofrecer un servicio de comunicaciones principalmente a los militares y comunidades de investigadores, pero su potencial para absorber casi cualquier ancho de banda disponible de comunicaciones, se hizo evidente cuando la World Wide Web ofreció un pozo sin fondo de información al público general. Incluso los especuladores más entusiastas sobre expansión del ancho de banda fueron tomados por sorpresa.

Esta necesidad en ancho de banda, se traduce en la práctica como un creciente requerimiento de enlaces con alta capacidad de transmisión, que conecten de manera rápida y confiable las redes establecidas entre cada continente, país y menores áreas geográficas sucesivamente. Dentro de estos, sin duda los más complejos se refieren a los enlaces internacionales, tanto entre distintos países como continentes y debido principalmente a la envergadura de sus inversiones, así como las dificultades técnicas que conllevan en su instalación, mantenimiento y operación.

El establecimiento de estas conexiones es principalmente a través de enlaces satelitales y tramas de fibra óptica (tanto terrestre como submarina), cada una de las cuales posee sus propias ventajas y desventajas comparativas respecto a la otra, lo que hará necesario un completo conocimiento de ambas, con tal de realizar un apropiado análisis al momento de realizar una elección de tecnología.

Luego, tanto desde el punto de vista del Modelo de Referencia OSI, como del conjunto de protocolos TCP/IP, toda la infraestructura de telecomunicaciones instalada

por compañías y gobiernos, tanto a nivel internacional como nacional, corresponden a la capa física.

El primer enlace internacional establecido en nuestro país destinado a poner en marcha Internet, se implemento utilizando la red cerrada de comunicaciones que poseía la Nasa. A ella se obtuvo acceso mediante el acuerdo Mataveri, el cual incluyó el artículo 19 de cooperación científica, que logró el permiso de la conexión entre la estación de Rastreo de Peldehue y el Centro Goddard, de la Nasa.

Luego de este primer paso en la conexión nacional, y a medida que Internet empezó a captar nuevos usuarios tales como universidades, empresas y público general, se establecieron ISP's (Internet Service Provider) o empresas proveedoras de servicio de Internet, las cuales establecieron nuevas conexiones, esta vez a través de enlaces privados. Inicialmente se contó con enlaces satelitales, incorporando posteriormente trazados tantos submarinos como terrestres de fibra óptica. Actualmente conviven ambas tecnologías de acuerdo a las necesidades de los proveedores y usuarios.

2.3.1.- Enlaces satelitales

El primer satélite de comunicaciones fue lanzado en 1962. Los satélites de comunicaciones tienen algunas propiedades interesantes que los hacen atractivos para muchas aplicaciones. Un satélite de comunicaciones se puede ver como una gran repetidora de microondas en el cielo. El satélite contiene varios "transponedores", cada uno de los cuales capta alguna porción del espectro, amplifica la señal de entrada y después la redifunde a otra frecuencia para evitar la interferencia con la señal de entrada. Los haces retransmitidos pueden ser amplios y cubrir una fracción sustancial de la superficie de la Tierra, o estrechos y cubrir un área de sólo cientos de kilómetros de diámetro.

2.3.1.1 Clasificación de satélites

El período de rotación a la tierra es un factor importante a considerar en el diseño de un satélite, determinando además su altura de operación, sin embargo, no es lo único que determinará su ubicación. Otro problema a considerar es la presencia de los cinturones de Van Allen, capas de partículas altamente cargadas y atrapadas por el campo magnético de la tierra. Cualquier satélite sobrevolando dentro de alguna de estas áreas sería destruido rápidamente. Estos factores establecen 3 regiones en las cuales los satélites pueden ser desplegados con seguridad, dichas regiones se muestran en la Figura 2.19 y establecen 3 clases de satélites, lo cuales se detallan a continuación.

- **Satélites Geosincrónicos (GEO):** De acuerdo con la ley de Kepler, el período de órbita de un satélite varía con el radio de la órbita a la potencia $3/2$. Cerca de la superficie de la Tierra, el período es cercano a los 90 minutos. Los satélites de comunicaciones a altitudes tan bajas son problemáticos porque están a la vista de una estación terrestre determinada sólo durante un intervalo de tiempo corto. Sin embargo, a una altitud de 36.000 km sobre el ecuador, el período del satélite es de 24 horas, de modo que gira a la misma velocidad que la tierra bajo él. Un observador que mire un satélite en una órbita ecuatorial lo verá suspendido en

un punto fijo del cielo, al parecer sin movimiento. Es en extremo deseable tener al satélite fijo en el cielo, porque de otra manera se necesitaría una costosa antena guiable para rastrearlo.

- Satélites de Órbita Media (MEO): Se encuentran a menor altura que la clase geostacionaria, por lo cual su ciclo alrededor de la tierra es de 6 horas, por lo que deben ser seguidos por la antena receptora. Por otra parte, debido a su proximidad con la tierra, las estaciones terrestres tienen un menor consumo de energía y el retraso en las comunicaciones es menor. Éstos no son utilizados actualmente en Telecomunicaciones, sin embargo sus uso está relacionado con el Sistema de Posicionamiento Global GPS.
- Satélites de Órbita Baja (LEO): Durante los primeros 30 años de la era de los satélites, los de órbita baja casi no se usaron en comunicaciones dado que aparecían y desaparecían con demasiada rapidez. En 1990, Motorola abrió un nuevo camino al solicitar permiso para lanzar 77 satélites de órbita baja, para el proyecto Iridio. La idea es que tan pronto como un satélite se perdiera de vista, otro lo reemplazaría. Tienen la ventaja de presentar los menores retardos en la transmisión, así como requieren de un menor consumo de energía en las estaciones terrestres.

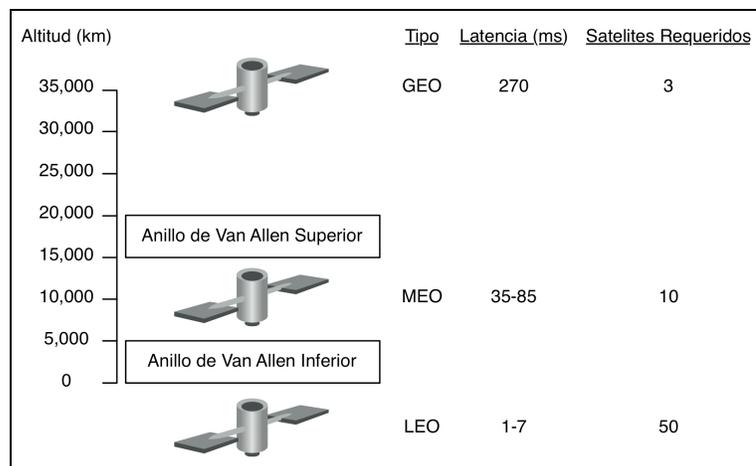


Figura 2.19: Satélites de Comunicaciones y algunas de sus propiedades, incluyendo altitud sobre la tierra, retraso en ida y vuelta de mensaje, y número de satélites necesarios para lograr cobertura global.

2.3.1.2 Requerimientos para transmisiones vía satélite

El segmento espacial asignado a las rutas que requiere una administración con sus corresponsales, es difícil de ubicar en un mismo satélite, debido a problemas de conectividad, potencia requerida, disponibilidad del segmento espacial, disponibilidad de equipos de las administraciones, etc. Luego, en el cálculo de una estación terrena, generalmente es necesario considerar más de una antena.

Debido a la conveniencia de ubicar las estaciones terrestres en lugares con bajo ruido radioeléctrico (fuera de las ciudades), es necesario considerar por lo general los costos de un enlace terrestre, entre la estación y el centro de conmutación.

2.3.1.2.1 Inversión requerida para instalar una estación terrena

Se presenta a continuación, un listado de equipos en los cuales se deberá invertir con tal de satisfacer los requerimientos de tráfico internacional de una empresa tipo, suponiendo que la estación terrena se debe adquirir, instalar y poner en servicio. Además se considerarán separadamente los costos necesarios para la antena orientada al satélite eventualmente contratado.

La inversión puede ser desglosada en los siguientes componentes:

- Antena: Equipo que realiza la conexión con el satélite, incluye amplificadores de bajo ruido y sistema de rastreo.
- Equipos de telecomunicaciones: Incluye todos los equipos requeridos para la correcta operación del sistema, tales como amplificadores de potencia, divisores de potencia, excitadores, receptores, moduladores, demoduladores, etc.
- Equipos de monitoreo y control: Este punto incluye sistemas de monitoreo en RF, sistemas de alarmas, etc.
- Equipo auxiliar de poder: Considera UPS, rectificadores, baterías, tableros eléctricos, etc.
- Equipo de aire acondicionado.
- Derechos de aduana: Considerados al realizar la compra de estos equipos en el extranjero.
- Fundación de la antena.
- Ingeniería, instalación y puesta en marcha.
- Terreno y obras civiles: El precio del terreno es muy variable ya que puede estar en un sector de alto o bajo costo. Además, podría requerirse la construcción de vías de acceso vial, acceso de tendido eléctrico, construcción de mayores o menores dependencias de acuerdo a la distancia que deba recorrer el personal de operaciones para llegar hasta la estación. En este ítem se debe tener presente el dimensionamiento de las salas de equipos y poder de que debe tener la estación terrena, con el objeto de evaluar el espacio necesario para los equipos de cada antena a instalar.
- Enlace terrestre: Corresponde al costo de la conexión entre el centro de conmutación y la estación terrena que generalmente se encuentra fuera de la ciudad, sin embargo, con los avances actuales es posible que se encuentre más próxima a la misma. Las conexiones solían ser mediante enlaces de microondas, no obstante, actualmente están siendo reemplazados por enlaces de fibra óptica, los cuales brindan mayor capacidad y no sufren interferencias de agentes externos.

Se presenta de manera adicional la Figura 2.20, con el esquema general para el servicio “IP Trunking” entregado por la empresa Intelsat, mediante el cual un ISP podrá

establecer el enlace internacional necesario para entregar sus servicios de banda ancha.

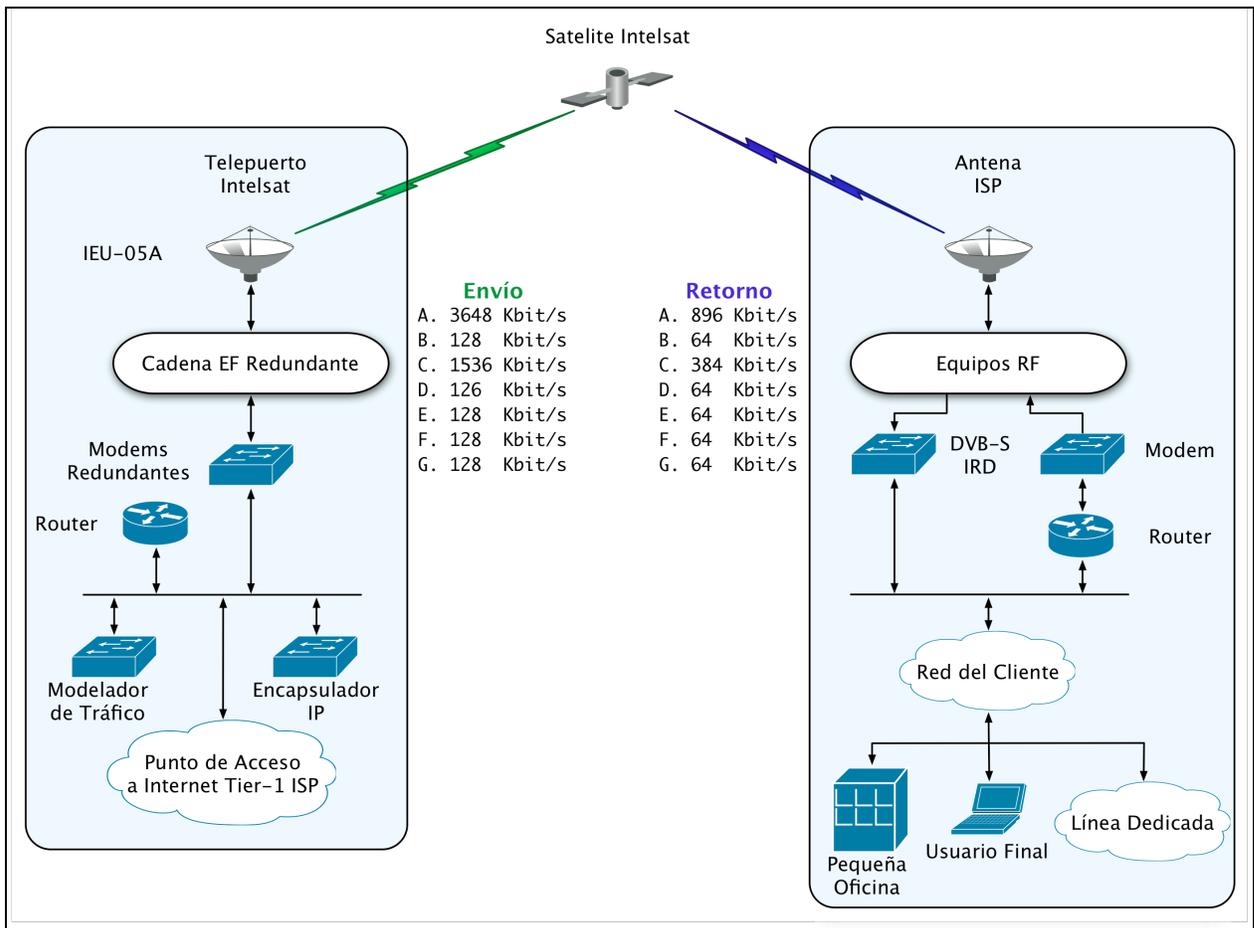


Figura 2.20: IP-Trunking³

2.3.1.2.2 Formas de arriendo para capacidades en satélite

En la práctica se cuenta con tarifas de arriendo o compra de segmento espacial, las cuales dependen de las siguientes variables:

- **Capacidad:** Generalmente se ofrecen descuentos por volumen, así se fomenta la adquisición de transpondedores completos o secciones grandes de ellos.
- **Características técnicas:** Están ligadas a la tecnología del transpondedor seleccionado por el cliente de acuerdo a sus necesidades, a las capacidades de sus equipos y de los clientes de las administraciones con quién brinda los servicios. Las características más relevantes son: el haz de cobertura, la potencia requerida por las estaciones terrenas, la potencia de saturación del transpondedor y la banda de frecuencias en que opera.

³ <http://www.intelsat.com/services/telecom/ip-trunking.asp>

- Tipo de servicio: Este influye, por cuanto cada transpondedor está destinado para brindar ciertos tipos de servicios, lo cual determina sus características técnicas y por ende los costos asociados. De hecho, el servicio de restauración de cables, posee características particulares que ameritan un estudio más detallado en su análisis, por lo cual se presentará en una sección especial para ello.
- Período de compromiso: Las tarifas disminuyen de acuerdo al período con que una administración se compromete a mantener el arriendo del segmento espacial. Este tipo de convenio se denomina Compromiso de Largo Plazo (C.L.P.).
- Estándar de las antenas transmisoras: Los parámetros de calidad son fijos para cada servicio y dependen entre otros factores, de la relación entre la potencia recibida y el ruido existente. Como la potencia y ancho de banda son bienes escasos en el satélite, generalmente se estimula la optimización de ellos por medio de tarifas reducidas para las antenas más eficientes.

2.3.1.2.3 Servicio satelital para restauración de cables

Para el servicio de restauración de cables, en general se ofrece segmento espacial en satélites de órbita inclinada, es decir, satélites que están en la etapa final de su vida útil y debido a la reducida cantidad de masa propulsora disponible, tienen un mayor movimiento relativo a la superficie terrestre, lo que hace necesario poseer un sistema de rastreo automático y de mayor precisión en las antenas que trabajan con ellos. También se deduce que son de tecnologías antiguas, por lo cual se fundamenta aún más una reducción en la tarifa.

Los servicios de restablecimiento de comunicaciones por cable, se cursan mediante alquileres de segmentos y por canal, tanto en órbita inclinada como con mantenimiento en posición, es decir, los satélites que mantienen en forma estable su movimiento geoestacionario.

En general las tarifas para este tipo de servicio, presentan un costo fijo por asegurar la disponibilidad del segmento espacial y un costo variable por utilización del mismo. Los mínimos intervalos de tiempo adjudicables suelen ser de un año y un día respectivamente.

2.3.2.- Enlaces de fibra óptica

En una medida cada vez mayor, la fibra óptica ha sido el medio elegido para manejar grandes volúmenes de tráfico y en sus inicios, la multiplexión por división de tiempo (TDM) fue la forma común de dividir la amplia capacidad de una sola fibra óptica, en canales utilizables para comunicaciones. Sin embargo, esta tecnología se vió limitada por el aumento en la complejidad de la modulación y los equipos de multiplexación de datos, así como los constantes aumentos en las tasas de transmisión, debido a lo cual, se cambió a un nuevo enfoque complementario que ha permitido un aumento en su capacidad de transmisión, mediante la multiplexación por división de longitud de onda (WDM).

Al hacer referencia respecto de algún enlace de fibra óptica, generalmente se tiene la idea de una conexión directa entre los extremos y esto no es siempre así. Por lo general, es una sucesión de distintos cables conectados en serie para unir dos puntos remotos.

Esto sin duda dificulta la operación y coordinación, pues se requiere interconectar todos los tramos, compatibilizar las tecnologías y equipos utilizados, obligando a planificar una estrecha y fluida labor en todas sus secciones. A su vez, disminuye la calidad, pues ésta queda determinada por el peor tramo y al aumentar el número de equipos intermedios también aumenta la probabilidad de falla y el tiempo de respuesta ante una falla crece por la complejidad del sistema.

Un enlace de fibra óptica, teóricamente posee sólo este medio de transmisión a lo largo de toda su extensión, pero en la realidad algunos tramos utilizan otras técnicas de transmisión, tales como microondas terrestre, en puntos donde es muy caro o no es técnicamente factible instalar un tramo de fibra óptica, tanto por su instalación como mantenimiento (zonas selváticas por ejemplo).

2.3.2.1 Consideraciones teóricas

Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector. Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultradelgada. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Al conectar una fuente de luz en un extremo de una fibra óptica y un detector en el otro, se tiene un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por pulsos de luz, y después reconvierte la salida a una señal eléctrica en el extremo receptor.

Las fibras ópticas se pueden utilizar con LAN, así como para transmisión de largo alcance, aunque trabajar en ella es más complicado que conectarse a una Ethernet. Una forma de superar el problema es reconocer que una red de anillo es en realidad una colección de enlaces punto a punto, como se muestra en la Figura 2.21. La interfaz en cada computadora pasa la corriente de pulsos de luz hacia el siguiente enlace y también sirve como unión T para que la computadora pueda enviar y aceptar mensajes.

Se usan dos tipos de interfaz. Una interfaz pasiva consiste en dos derivaciones fusionadas a la fibra principal. Una implementación tiene un LED o un diodo láser en su extremo (para transmitir) y el otro tiene un fotodiodo (para recibir). La implementación misma es pasiva por completo y por lo mismo es extremadamente confiable pues un LED o fotodiodo descompuesto no romperá el anillo, sólo dejará fuera de la línea a una fotocpuerta.

El otro tipo de interfaz mostrado en la Figura 2.21, es el “repetidor activo”. La luz entrante se convierte en una señal eléctrica que se regenera a su intensidad completa si se debilitó y se retransmite como luz. La interfaz con la computadora es un alambre ordinario de cobre que entre en el regenerador de señales. También se utilizan repetidores puramente ópticos. Estos dispositivos no requieren las conversiones óptica a eléctrica a óptica, lo que significa que pueden operar con anchos de banda extremadamente altos.

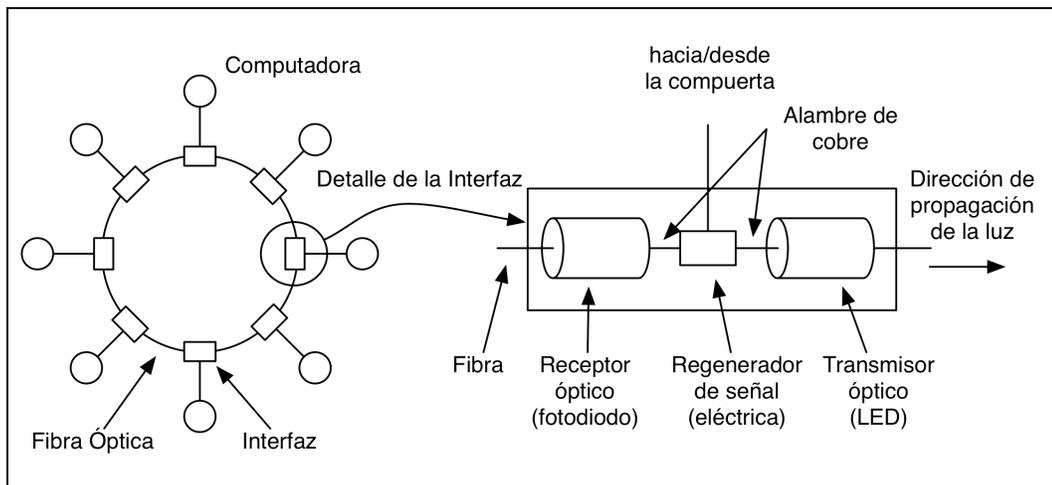


Figura 2.21: Anillo de fibra óptica con repetidores activos

Si falla un repetidor activo, el anillo se rompe y la red se cae. Por otro lado, puesto que la red se regenera en cada interfaz, los enlaces individuales de computadores a computadora pueden tener una longitud de kilómetros, virtualmente sin un límite para el tamaño total del anillo. Las interfaces pasivas pierden luz en cada unión, de modo que la cantidad de computadoras y la longitud total del anillo se restringen considerablemente.

La topología de anillo no es la única manera de construir una LAN con fibra óptica. También es posible tener difusión por "hardware" utilizando la construcción de "estrella pasiva" mostrado en la Figura 2.22.

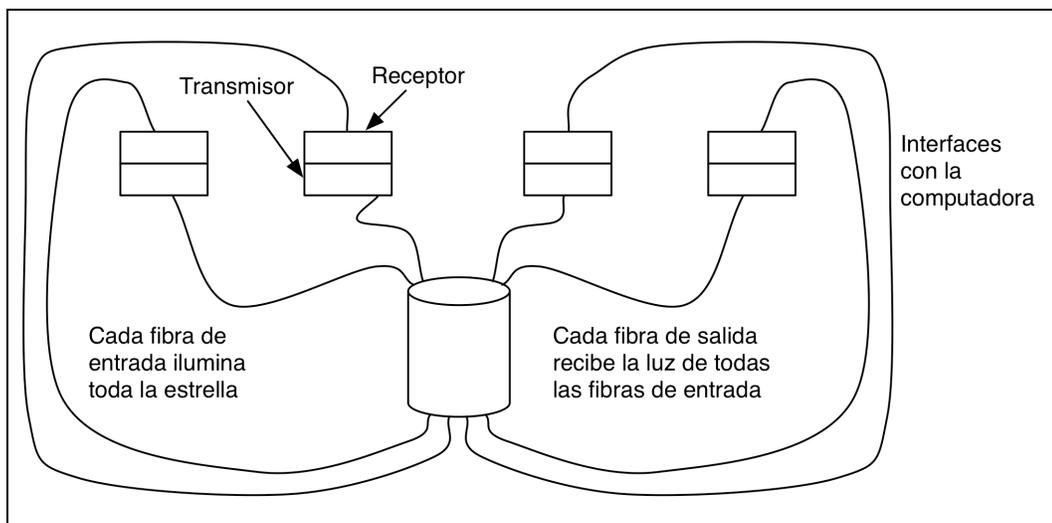


Figura 2.22: Conexión en estrella pasiva en una red de fibra óptica

2.3.2.2 Tecnologías de transmisión

2.3.2.2.1 Multiplexación por división de tiempo

Mediante la TDM, el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). Este método es

ampliamente utilizado en variados medios de transmisión digitales y no sólo en fibra óptica. Sin embargo, debido al uso de enlaces de fibra óptica, se generó la creación del protocolo de Jerarquía Digital Síncrona (SDG - Synchronous Digital Hierarchy).

Uno de los objetivos de este protocolo fue la adaptación del sistema anterior PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), ya que el nuevo sistema jerárquico se implantaría paulatinamente y debía convivir con el protocolo instalado. Debido a esta razón, la ITU-T (sector de normalización de las telecomunicaciones de la UIT) normalizó el proceso de transportar las antiguas tramas en la nueva. La trama básica de SDH es el STM-1, con una velocidad de 155 Mbps.

Cada trama va encapsulada en un tipo especial de estructura denominado contenedor. Una vez encapsulados se añaden cabeceras de control que identifican el contenido de la estructura (el contenedor) y el conjunto, después de un proceso de multiplexación, se integra dentro de la estructura STM-1. Los niveles superiores se forman a partir de multiplexar a nivel de byte varias estructuras STM-1, dando lugar a los niveles STM-4, STM-16 y STM-64.

2.3.2.2 Multiplexación por división de largo de onda (WDM)

Los sistemas WDM se basan en la capacidad de una fibra óptica para llevar al mismo tiempo diferentes longitudes de onda de la luz, es decir, distintos colores de manera simultánea y sin interferencia mutua. Cada largo de onda representa un canal óptico dentro de la fibra. Se dispone de numerosos métodos para combinar los canales individuales dentro de una fibra, así como para extraerlos en los puntos adecuados a lo largo de una red. La tecnología WDM ha evolucionado hasta el punto que las separaciones de longitudes de onda en un canal puede ser muy pequeñas (una fracción de un nanómetro o 10^{-9} [m]), dando lugar a sistemas de multiplexación por división de longitud de onda densos (DWDM). Es así que se encuentran disponibles en el mercado, redes donde cada fibra individual puede transportar más de 100 canales ópticos independientes.

El éxito de DWDM es en gran parte debido al desarrollo del amplificador de fibra dopado con erbio (EDFA), un dispositivo óptico que utiliza la energía de un láser de bombeo para ampliar todas las longitudes de onda de la señal presentada a su entrada. Amplificando las señales ópticas directamente, es decir, sin necesidad de que se convierten en señales eléctricas y de nuevo en señales ópticas, este dispositivo permite la construcción de redes de transporte de largo recorrido, con la necesidad de pocos o ningún componentes electrónico.

Utilizando el enfoque de TDM, es posible aumentar la capacidad de la red de manera cada vez mayor, añadiendo canales mediante la subdivisión de los que ya existen, aunque con un costo adicional en equipos y una mayor complejidad en el protocolo de las señales. Las ranuras de tiempo de cada canal deben ser cuidadosamente protegidas e identificadas, de manera que los canales individuales puedan ser recuperados. El enfoque WDM por otra parte, simplemente transmite más señales a lo largo de la fibra, sin consecuencias en los protocolos y tiempos considerados. Por supuesto, las técnicas de TDM se aplican a los distintos canales de WDM para proporcionar una mayor flexibilidad en la asignación de ancho de banda de red a usuarios particulares.

2.3.2.3 Adquisición de capacidades en cables de fibra óptica

Los costos de las capacidades en cables pueden ser analizados de dos puntos de vista. En el primero se asume en forma exclusiva la totalidad de la inversión, instalación, operación, mantenimiento y restauración del cable; situación que se presenta cuando una administración habilita en sus redes propias un enlace de fibra óptica. En el segundo caso, se presenta la construcción de un enlace internacional, en el cual muchas administraciones comprometen su participación, siendo esta segunda opción la de mayor interés para el análisis.

Para la construcción de un enlace internacional, generalmente un conjunto de administradores se reúnen para diseñar, construir y luego operar un cable internacional de fibra óptica. Para ello todas invierten de acuerdo a la proporción de uso, expresada en la adquisición de capacidades que cada una realiza. Con esto se convierten en copropietarias del cable y el costo total del proyecto se divide entre todas las unidades básicas de transporte que se han vendido, por lo tanto, si posteriormente se venden más unidades, éstas disminuyen su costo y la diferencia es reembolsada a sus dueños. Dichas unidades básicas de transporte son definidas como la mínima unidad de inversión (MIU), que corresponderá al costo en el proyecto de transmitir una unidad básica de transporte, definida en común acuerdo por las administradoras involucradas, por ejemplo, se antiguamente se consideraba una trama E1 y actualmente se suele utilizar el módulo STM-1.

El tiempo que toma el proceso desde su inicio hasta la puesta en operación del sistema es alrededor de tres años, sin embargo, este rango varía dependiendo de la envergadura del proyecto. Inicialmente las administraciones que comienzan el proyecto informan a los interesados las políticas técnicas, económicas y administrativas que regirán el sistema, luego se efectúan reuniones entre los posibles compradores para conocer las estimaciones de demandas y la matriz de tráfico. De esta forma, una vez establecidas las capacidades comprometidas, se determina la inversión total correspondiente a cada administración en forma proporcional a las capacidades adquiridas.

Durante este proceso se firman una serie de documentos y compromisos entre las administraciones interesadas en el sistema de cable propuesto. Los principales documentos son:

2.3.2.3.1 El Memorándum de Entendimiento (MDE) y el Acuerdo de Construcción y Mantenimiento (AC&M)

Básicamente el MDE expresa la intención de las administraciones en realizar estudios de factibilidad y planificación para construir un determinado sistema de cable submarino o terrestre.

El AC&M establece los compromisos de las partes (empresas que suscriben el acuerdo) en cuanto a los aportes de capital proporcionales a la capacidad requerida, fija los términos y condiciones que regirán la construcción, mantenimiento y explotación del sistema.

Cuando la capacidad vendida supera una cierta cota establecida y no es posible vender más tramas, se permite a los propietarios traspasar parte de sus capacidades,

por medio de un Derecho Irrefutable de Uso (IRU) por el período de vida útil del cable. El precio de este arriendo suele corresponder al precio normal más un 5%, lo cual se lleva a cabo sin desmedro que la administración dueña de la capacidad pueda vender el servicio de tránsito a través de ella.

2.3.2.3.2 El comité general de administración

Par los efectos de administración del sistema, las partes constituyen un Comité General (CG), formado por un representante de cada una de las partes del AC&M. Este comité es el encargado de tomar, en representación de todas las partes, las decisiones necesarias para cumplir con los objetivos del AC&M.

Bajo la dirección del CG actúan diferentes subcomités con funciones ligadas a los asuntos técnicos y económicos del sistema. El subcomité AR&R (Assignment, Routing & Restoration), es el encargado de los aspectos de asignación de capacidad, encaminamiento y restauración del sistema; el subcomité MO&E (Maintenance, Operation & Engineering) se encuentra involucrado con las labores de mantenimiento, operación e ingeniería; el subcomité F&A (Financial and Administrative) con los aspectos financieros y administrativos; el subcomité TIE (Terminal, Interconnection Equipment) es el encargado de los equipos terminales y de interconexión. También se contempla una central de facturación llamada CBP (Convergent Billing Platform) que colabora con el CG en la facturación de los diferentes conceptos del sistema. También cabe mencionar al Grupo de Adquisición (GA), que actúa como agente de las partes para atender los asuntos de contratos, selección de propuestas, etc.

A diferencia de las políticas de los sistemas satelitales, no es necesario especificar el servicio que se brindará por dichas capacidades ya que no existen interferencias ni restricciones de potencia. Sin embargo, al igual que en el caso satelital, se requiere generar un sistema de restauración que curse el tráfico en casos de falla, cuyo costo es una parte importante del proyecto total.

2.3.2.4 Servicio de tránsito

Al establecer conexiones a través de más de un sistema de cables internacionales, existe la posibilidad de que estos sistemas de cables no se encuentren unidos directamente, en cuyo caso es necesario habilitar un enlace que los conecte. Por ejemplo, el cable Unisur llega a Florianópolis (sur de Brasil) y el cable Américas-1 llega a Fortaleza (norte de Brasil), por lo se hace necesaria una conexión entre estos, y para ello se utilizan los servicios de la empresa Embratel, la cual conecta ambos cables en lo que se denomina “Servicio de Tránsito”.

Idealmente este servicio debe ser implementado a través de fibra óptica para mantener la calidad de la señal, sin embargo, en la práctica la conexión puede ser realizada a través de un enlace satelital, por microondas terrestre u otra tecnología.

2.3.2.5 Cables de fibra óptica con único dueño

Las últimas grandes inversiones para cables internacionales realizadas en Latinoamérica, utilizan un concepto técnico y comercial diferente, posibilitando una nueva forma de concebir las transmisiones vía fibra.

Las mayores diferencias que presentan frente a la anterior generación de cables son las siguiente:

- Existe un único dueño, el cual diseña, financia y desarrolla totalmente el proyecto.
- Los compradores no participan en ninguna instancia del proyecto, solamente adquieren capacidad ya instalada.
- El precio es un valor fijo y conocido. No depende del volumen de compradores o inversionistas.
- Los costos de operación y mantenimiento son valores anuales fijos y conocidos, no dependen de la cantidad de modificaciones o arreglos que requiera el sistema en cada año. Además están centralizados en una sola compañía.
- Son sistemas autorestaurados, pues poseen configuración de anillos. Esto les permite re-enrutar automáticamente la señal cuando se presenta una falla o corte en algunos de sus tramos. Esto permite ofrecer una calidad de servicio con 99,99% de disponibilidad.
- Operación y administración centralizada de la red, brindando mayor versatilidad ante cambios requeridos.
- Utilizan equipos con nuevas tecnologías, en comparación con los anteriores proyectos que requerían un conglomerado de inversionistas, las cuales permiten obtener y comercializar mayores anchos de banda. Actualmente el nivel de capacidad más transado con las empresas de telecomunicaciones es 1 STM-1, lo que equivale a 63 MIU de los cables ya presentados. Esto produce además reducciones en los costos unitarios.
- Se ofrecen conexiones entre ciudades, por lo que estos servicios consideran instalaciones de cables terrestres “backhaul”, que unen los puntos de anclaje de los cables submarinos con las principales ciudades de los países en que tienen presencia. Se elimina entonces la necesidad del cliente de contratar por separado servicios de tránsito o backhaul.
- Las redes interconectan generalmente América del Sur, América Central y Norte América. Además, mediante asociaciones y/o convenios con otras compañías ofrecen enlaces hacia Europa y Asia.
- Además de proveer capacidad, han montado una plataforma de servicios sobre sus redes, lo cual les permite ampliar su nicho de mercado, ya que brindan servicios en forma directa a grandes y medianas empresas.

Antiguamente las empresas de telecomunicaciones solían ofrecer gran parte de sus servicios en sus países respectivos, sin embargo, este nuevo esquema permite que empresas de telecomunicaciones de terceros países y las propias compañías de cables ingresen a competir en nuevos mercados.

Los servicios ofrecidos son los siguientes:

- Capacidad

Ofrecen Banda ancha internacional para Proveedores de Servicios Internacionales, Carriers y Proveedores de Internet (ISP).

Los niveles de capacidad usualmente ofrecidos se presentan en la Tabla 2.1.

Señal SDH	Capacidad [Mbps]	Señal SONET Equivalente
E-1	2	---
DS-3 / E-3	1 11/34	---
STM -1	155	OC-3
STM -4	622	OC-12
STM -16	2488	OC-48
STM -64	9953	OC-192

Tabla 2.1: Capacidad ofrecida

- Acceso a Internet

Se ofrecen puertas de acceso a Internet a nivel STM-1

- Co-Location

Provee espacio físico en sus instalaciones con conexiones directas a sus redes y otros Carriers. Esto facilita la expansión internacional de las redes de compañías pequeñas y medianas que no les resultaría rentable establecer sus propias instalaciones en el extranjero.

- Servicios Privados y de Voz

Ofrecen transportar y entregar en el extranjero los servicios privados (datos) y la telefonía de los clientes directos o de los clientes de los contratantes de Capacidad. LANautilus y Emergia proveen este servicio a través de sus inversionistas mayoritarios, Telecom Italia y Telefónica respectivamente.

2.3.3.- Comparación entre la fibra óptica y sistema de satélites

Si bien en un inicio la fibra óptica pareciese un natural vencedor, esto deja de ser cierto por cuanto los sistemas satelitales cuentan con mayores mercado nichos, los cuales la fibra no tiene y en algunos casos no puede desarrollar. Se presentarán a continuación algunos de estos nichos:

- Mientras una simple fibra tiene en principio, más potencial de banda ancha que todos los satélites lanzados hasta ahora, esta capacidad no está disponible para todos los usuarios. Las fibras instaladas hasta ahora son usadas en los sistemas telefónicos para manejar varias conversaciones de larga distancia en una instancia, o para que un ISP entregue servicios de banda ancha a los usuarios a través de otras tecnologías, pero no para proveer con banda ancha a usuarios individuales. Con satélites, es práctico para un usuario instalar una antena en el techo de un edificio y evitar completamente el uso de un ISP para obtener banda ancha.

- Un segundo nicho es la comunicación móvil. Muchos usuarios hoy en día, desean comunicarse mientras están de excursión, manejando, navegando o volando. La fibra óptica terrestre no es útil para ellos, pero los satelitales si lo son. Sin embargo, una combinación de un adecuado radio de cobertura celular en conjunto con fibra, serán adecuados para la mayoría de los usuarios (aunque no en el mar o los aires).
- Un tercer nicho son las situaciones donde la transmisión es esencial. Un mensaje enviado por un satélite puede ser recibido por miles de estaciones terrestres en un instante.
- Un cuarto nicho, es la comunicación en lugares dentro de territorio hostil o con un pobre desarrollo en su infraestructura terrestre.
- Un quinto nicho de mercado para los satélites es cubrir áreas donde obtener los derechos para instalar fibras ópticas es dificultoso o extremadamente caro.
- Sexto, cuando una instalación rápida es crítico, como en sistemas de comunicación militar en tiempos de guerra, la elección de comunicación por satélites es natural.

2.4.- Normativa que enmarca las telecomunicaciones en Chile.

A partir de la ley N° 18.168, también nombrada Ley General de Telecomunicaciones, del 2 de octubre de 1982, se establece una clasificación de los servicios de comunicaciones en nuestro país, las autoridades competentes al ámbito de las telecomunicaciones, junto con los diferentes procedimientos y definiciones necesarias para entregar un marco flexible pero claro, en el desarrollo de las telecomunicaciones en Chile.

En la siguiente sección se presentan los aspectos de la normativa de mayor relevancia, para el servicio entregado por los ISP nacionales.

2.4.1.- La subsecretaría de telecomunicaciones (Subtel)

La Subsecretaría de Telecomunicaciones es un organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Su trabajo está orientado a coordinar, promover, fomentar y desarrollar las telecomunicaciones en Chile, transformando a este sector en motor para el desarrollo económico y social del país.

Tiene como principales funciones proponer las políticas nacionales en materias de telecomunicaciones, de acuerdo a las directrices del Gobierno, ejercer la dirección y control de su puesta en práctica, supervisar a las empresas públicas y privadas del sector en el país, controlando el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas pertinentes.

La Política de Telecomunicaciones se apoya en los siguientes principios básicos:

- Compromiso del Estado con el acceso universal, igualitario y no discriminatorio de la población a los servicios de telecomunicaciones, a través del ejercicio de su rol subsidiario como garantía para los sectores rurales, aislados y marginados.

- Reconocimiento de la libertad de emprendimiento y de los privados como los agentes naturales de inversión en el sector.
- Ejercicio activo del rol promotor del Estado en relación con la introducción de nuevas tecnologías, servicios y aplicaciones.
- Reconocimiento de la fuerte globalización y exposición a los mercados mundiales que se enfrenta la economía y el pueblo chileno.

Creada por Decreto Ley N° 1762 en 1977, el cual fue actualizado por la Ley 18168 en 1982, la Subtel tiene una estructura muy flexible, debido a que a la fecha no se ha dictado una ley orgánica que la estructure en forma más rígida; el decreto de su creación sólo considera la función del “Subsecretario”, quien tiene la facultad de estructurarla según necesidad, y la facultad de delegar funciones.

Los roles que la Subtel ha de cumplir son los siguientes:

- a. Proponer las políticas de telecomunicaciones.
- b. Participar en la planificación nacional y regional de desarrollo de las telecomunicaciones.
- c. Velar por el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas y demás disposiciones internas, como, igualmente, de los tratados, convenios y acuerdos internacionales sobre telecomunicaciones vigentes en Chile y de las políticas nacionales de telecomunicaciones aprobadas por el Supremo Gobierno.
- d. Elaborar y mantener actualizados los planes fundamentales de telecomunicaciones.
- e. Aplicar el presente decreto ley, sus reglamentos y normas complementarias.
- f. Administrar y controlar el espectro radioeléctrico.
- g. Dictar las normas técnicas sobre telecomunicaciones y controlar su cumplimiento.
- h. Representar al país, como Administración Chilena de Telecomunicaciones, ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones y en la suscripción de los acuerdos sobre telecomunicaciones con otros Estados, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores.
- i. Informar y pronunciarse, según corresponda, acerca de las solicitudes de concesión y permisos de telecomunicaciones, su otorgamiento, denegación, suspensión, caducidad y término con arreglo a la ley.
- j. Coordinar con el Ministerio de Defensa Nacional y demás organismos y entidades competentes la dictación de las normas destinadas a controlar el ingreso al país de material y equipo de telecomunicaciones, como asimismo las relativas a su fabricación y uso.

- k. Requerir de las entidades que operen en el ámbito de las telecomunicaciones y de cualquier organismo público los antecedentes e informaciones necesarios para el desempeño de su cometido, los que estarán obligados a proporcionarlos.
- l. Aplicar las sanciones administrativas que establece la Ley General de Telecomunicaciones.

Si bien, de acuerdo con la Ley General de Telecomunicaciones (LGT) existen una serie de organismos e instituciones cuyas funciones involucran responsabilidades sobre la red de telecomunicaciones, además del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones junto con la Subtel, dichas entidades actúan en espacios alejados del uso cotidiano del sistema, por lo cual no serán abordados en esta oportunidad.

2.4.2.- Servicios de telecomunicaciones

Los servicios de telecomunicaciones son provistos por medio de permisos y concesiones otorgados a privados, y son tipificados por la LGT atendiendo a parámetros de índole sistémica y económica que enfatizan el concepto de servicio al usuario final por sobre la tecnología u otra variable técnica. De acuerdo con la LGT, la tipificación y caracterización del servicio es:

- a. **Servicios de telecomunicaciones de libre recepción o de radiodifusión**, cuyas transmisiones están destinadas a la recepción libre y directa por el público en general. Estos servicios comprenden emisiones sonoras, de televisión o de otro género. Dentro de estos servicios, constituyen una subcategoría los servicios de radiodifusión de mínima cobertura. Son éstos los constituidos por una estación de radiodifusión cuya potencia radiada no exceda de 1 watt como máximo, dentro de la banda de los 88 a 108 MHz. Esto es, la potencia del transmisor y la que se irradia por antena no podrá exceder 1 watt y su cobertura, como resultado de ello, no deberá sobrepasar los límites territoriales de la respectiva Comuna. Excepcionalmente y sólo tratándose de localidades fronterizas o apartadas y con población dispersa, lo que será calificado por la Subsecretaría, la potencia radiada podrá ser hasta 20 watts.
- b. **Servicios públicos de telecomunicaciones**, destinados a satisfacer las necesidades de telecomunicaciones de la comunidad en general. Estos deberán estar diseñados para interconectarse con otros servicios públicos de telecomunicaciones.
- c. **Servicios Limitados de telecomunicaciones**, cuyo objeto es satisfacer necesidades específicas de telecomunicaciones de determinadas empresas, entidades o personas previamente convenidas con éstas. Estos servicios pueden comprender los mismos tipos de emisiones mencionadas en la letra a) de este artículo y su prestación no podrá dar acceso a tráfico desde o hacia los usuarios de las redes públicas de telecomunicaciones.
- d. **Servicios de aficionados a las radiocomunicaciones**, cuya finalidad es la intercomunicación radial y la experimentación técnica y científica, llevadas a cabo a título personal y sin fines de lucro.

- e. **Servicios intermedios de telecomunicaciones**, constituidos por los servicios prestados por terceros, a través de instalaciones y redes, destinados a satisfacer las necesidades de transmisión o conmutación de los concesionarios o permisionarios de telecomunicaciones en general, o a prestar servicio telefónico de larga distancia a la comunidad en general.

En una revisión anterior de la ley, se distinguía entre servicios intermedios y servicios complementarios, donde ambos habrían espacio para el desarrollo de proveedores de Internet y otros servicios adicionales a través de la red existente. A partir de la última revisión, mediante la ley 19.277 de 1994, se crea la categoría de “prestaciones complementarias” que enmarcará el despliegue de los servicios adicionales, por ende, se clasificarán en esta categoría los ISP’s locales.

2.4.3.- Concesiones y permisos

Con respecto a los proveedores de prestaciones complementarias, la LGT establece que:

“Las concesionarias de servicio público de telecomunicaciones o terceros podrán dar prestaciones complementarias por medio de las redes públicas. Estas prestaciones consisten en servicios adicionales que se proporcionan mediante la conexión de equipos a dichas redes, los cuales deberán cumplir con la normativa técnica que establezca la Subsecretaría y no deberán alterar las características técnicas esenciales de las redes, ni el uso que tecnológicamente permitan, ni las modalidades del servicio básico que se preste con ellas. El cumplimiento de la norma técnica y el funcionamiento de los equipos, serán de la exclusiva responsabilidad de las prestatarias de estos servicios complementarios.”

“La prestación o comercialización de estos servicios adicionales no estará condicionada a anuencia previa alguna ni contractual de las concesionarias de servicios públicos de telecomunicaciones ni a exigencias o autorización de organismos o servicios públicos, salvo lo establecido en el inciso anterior respecto de los equipos. De igual manera, las concesionarias a que se refiere este inciso no podrán ejecutar acto alguno que implique discriminación o alteración a una sana y debida competencia entre todos aquellos que proporcionen estas prestaciones complementarias.”

“La instalación y explotación de los equipos para las prestaciones complementarias no requerirán de concesión o de permiso. La Subsecretaría en el plazo de 60 días de requerida para ello, adjuntándosele los respectivos antecedentes técnicos, se pronunciará sobre el cumplimiento de las exigencias que se establecen en el inciso séptimo de este artículo. Si transcurrido dicho plazo no se ha emitido pronunciamiento alguno, se entenderá que los equipos complementarios cumplen con la normativa técnica y se podrá iniciar la prestación de los servicios.”

Los párrafos anteriores dejan entrever una importante consecuencia, ya que la Subtel ha promovido el desarrollo de la libre competencia en el sector de las prestaciones complementarias, en particular a los proveedores de Internet al minimizar las barreras de entrada legales para poder operar en dicho mercado, lo cual, en conjunto con la desagregación de las redes de Telefónica, promueven la entrada de nuevo operadores, incrementando los niveles de competitividad en el sector.

2.4.4.- Decretos tarifarios y mecanismos de tasación

La política tarifaria llevada a cabo por la Subtel es un factor fundamental al evaluar tanto el desempeño como la estructura de costos de las empresas de Telecomunicaciones en el país.

Si bien actualmente ninguno de los servicios entregado por los ISP nacionales está afecto directamente a regulación, algunos de ellos dependen de la regulación tarifaria a Telefónica Chile (actualmente MoviStar), por cuanto el cargo de acceso por el uso de sus redes fijado a esta compañía, ingresa directamente a la estructura de costos de los proveedores que hacen uso de su infraestructura, en particular aquellos que puedan utilizar tecnología ADSL. Esto corre también con el servicio de Internet prestado por Telefónica, relevante debido a su alta participación en el mercado de la banda ancha, junto con el alto crecimiento que presenta en la prestación de sus servicio ADSL, tal como se presenta en las figuras Figura 2.23 y Figura 2.24 respectivamente.

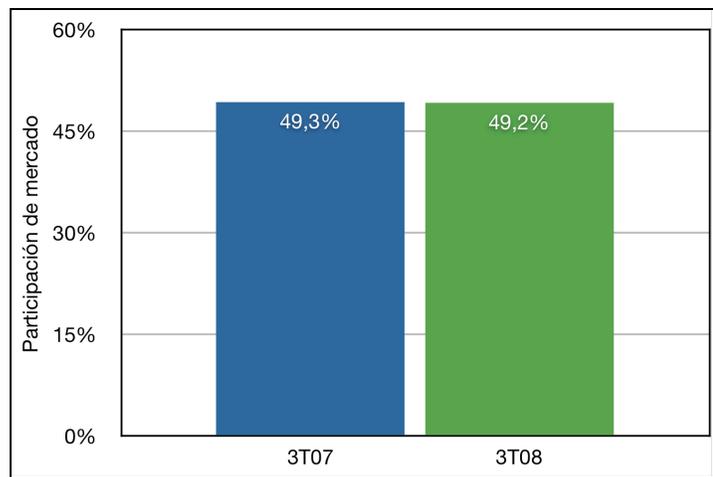


Figura 2.23: Participación de mercado banda ancha Telefónica

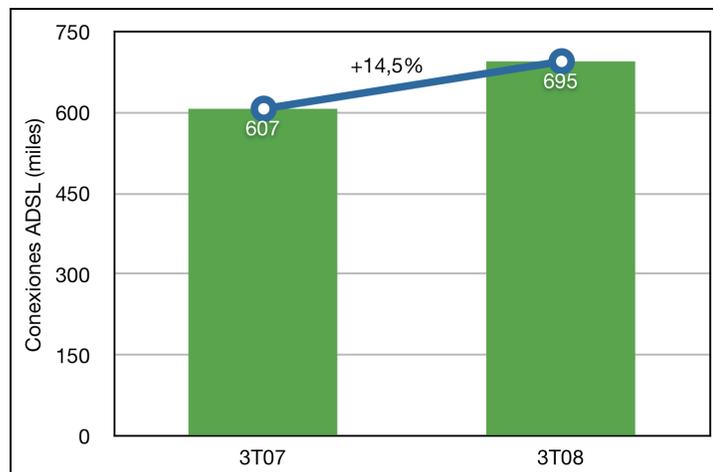


Figura 2.24: Conexiones ADSL sobre 128 kbps Telefónica

Por una parte, dado que las tarifas de cobro de las empresas afectas a regulación tarifaria, son determinadas bajo un criterio de empresa eficiente, se fuerza a dichas

empresas a focalizar sus estrategias operativas y de diseño en procesos y tecnologías más eficientes, lo cual trae consigo beneficios para los usuarios tales como la constante renovación tecnológica, un mejor servicio y la disminución sostenida en las tarifas y cobros de la empresa en el tiempo. Este punto, si bien parece trivial en un ambiente de libre competencia, no lo es cuando las empresas conforman monopolios, lo cual ocurre frecuentemente en el mercado de las telecomunicaciones.

Desde otro aspecto la principal empresa fiscalizada es Telefónica Chile, otrora Compañía de Teléfonos de Chile, que posee la mayor infraestructura de telecomunicaciones del país, sobre la cual prestan servicio la mayor parte de los proveedores de prestaciones complementarias, en particular ISP. La regulación tarifaria sobre Telefónica Chile, regula entre otros servicios los cargos de acceso para el uso de sus redes, lo cual indirectamente determina los costos y tarifas de los ISP que basan sus servicios en dicha infraestructura de telecomunicaciones.

Por último, estos procesos tarifarios cumplen por transparentar los costos de las empresas reguladas, volviendo más transparente y competitivo un mercado por naturaleza reducido y para algunos servicios, de carácter monopolístico.

El proceso de estudio se inicia por la definición de la bases técnico económicas, las cuales deben especificar el período de análisis u horizonte del estudio, las áreas tarifarias, los criterios de proyección de demanda, criterios de optimización de redes, tecnologías, fuentes para la obtención de los costos, fecha base para la referencia de moneda, criterios de deflactación, y todo otro aspecto que se considere posible y necesario de definir en forma previa a la realización del estudio. El diagrama de flujo de dicho proceso, queda explícito en la Figura 2.25.

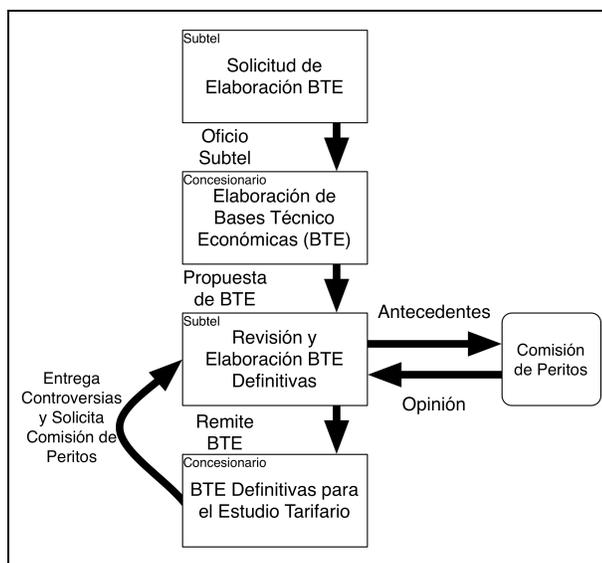


Figura 2.25: Procedimiento de Fijación de Bases Técnico Económicas

Una vez definidas las Bases Técnico Económicas, se da inicio al procedimiento de Fijación Tarifaria en sí, dicho procedimiento queda ilustrado en la Figura 2.26.

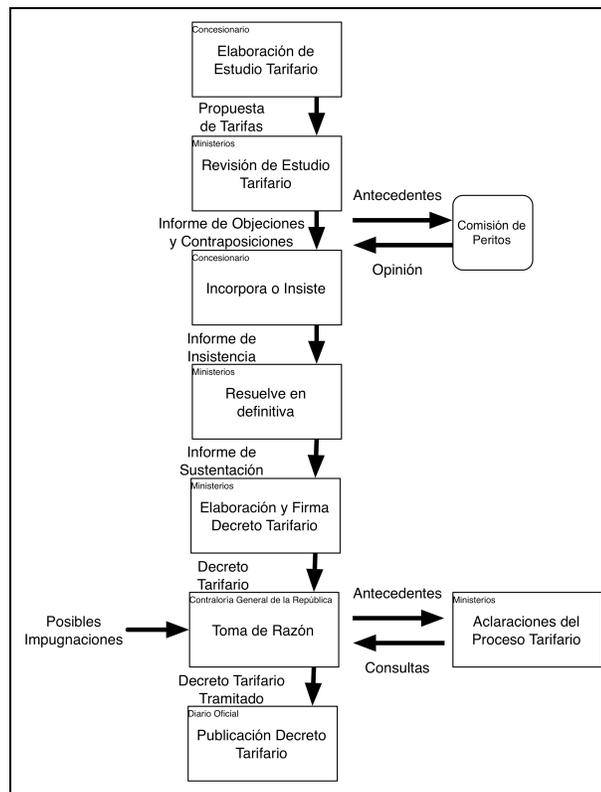


Figura 2.26: Procedimiento de Fijación Tarifaria

El último proceso tarifario para Telefónica, se inició el 30 de Abril del 2008 con la publicación de la Propuesta de Bases Técnico Económicas y finalizó el 13 de mayo del 2009, con la última publicación del Decreto Tarifario por parte de la Subtel.

3.- Capítulo III: Desarrollo

Tal como se comentó en el capítulo 1 de este informe, la metodología seguida en esta sección (donde la evaluación queda enmarcada en el Capítulo IV) se estructura en la siguiente secuencia:

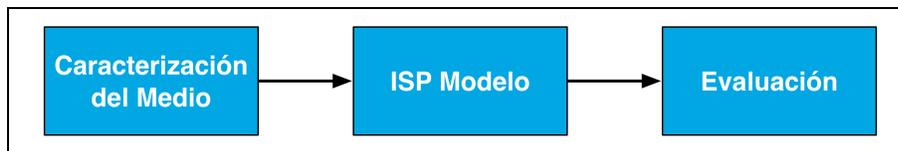


Figura 3.1: Estructura del trabajo

Así, se presenta a continuación cada uno de estos puntos por separado.

3.1.- Caracterización del medio

Esta sección se inicia desde un punto de vista macro, considerando el ambiente jurídico y tecnológico donde está inserto el tema, para luego descender a niveles más específicos donde se caracterizará en detalle el mercado chileno y sus proyecciones, considerando además una comparación con economías similares y economías objetivo a las cuales se pretende emular. Finalmente se caracterizará el tráfico destino por parte de los usuarios, en cuanto al destino de este, su volumen y tipo de servicio asociado.

3.1.1.- Legislación

Si bien se presenta en el Capítulo II, el marco general para las telecomunicaciones en Chile, se dejó para esta sección la normativa relativa a los servicios de Internet, en particular los ISP.

Dentro de este tópico, es importante notar que las barreras de entrada para un nuevo actor son sumamente bajas. Según el artículo 8° de la LGT, la instalación y explotación de los servicios complementarios (que considera los ISP) no requerirá de concesión o de permisos. No obstante, su puesta en servicio deberá ser autorizada previamente mediante una resolución técnica de la Subtel, que será emitida en el plazo de 60 días a contar de la presentación de los antecedentes técnicos por parte de los interesados. Si transcurrido dicho plazo, no se ha emitido pronunciamiento alguno se entenderá que los equipos destinados a la prestación de los servicios complementarios cumplen con la normativa técnica y se podrá iniciar la prestación de los mismos.

Así, la normativa existente es mínima, debido a que por regla general la Subtel no interviene ni regula a menos que lo considere estrictamente necesario, es decir, permite el libre desarrollo del mercado.

3.1.1.1 Normativa técnica Internet

Existe por parte de la Subtel un conjunto de documentos, principalmente normas técnicas que regulan el servicio prestado por los servidores, en particular la interconexión entre ellos.

Se detalla a continuación el listado de documentos relevantes y su aporte a la regulación:

- Resolución N° 1483: Fija el procedimiento y plazos para establecer y aceptar conexiones entre ISP's. Considera por primera vez el establecimiento de un PIT (Punto de Intercambio de Tráfico).
- Resolución N° 698: Fija indicadores de calidad de los enlaces de conexión para cursar el tráfico nacional de Internet y sistema de publicidad de los mismos. Dichos indicadores mínimos son: tasa de pérdida de paquetes, latencia, tasa de ocupación de un enlace. Por otra parte, establece las condiciones para la publicación de la información relativa a los indicadores, a través de páginas Web normalizadas.

Generados a partir de las normativas anteriores, se encuentran disponibles documentos complementarios que entregan requisitos y condiciones más detalladas para la interconexión:

- Requisitos técnicos y administrativos de un punto de intercambio de tráfico de Internet (PIT).
- Condiciones para la medición de los indicadores de calidad de los enlaces.

Las normativas anteriores se ven complementadas además con las siguientes resoluciones:

- Resolución N° 669: Fija indicadores de calidad del servicio de acceso a Internet y sistema de publicidad de los mismos.
- Resolución Exenta N° 1493: Modifica la resolución N° 669 de 2001.

A partir de estas resoluciones, se deriva el siguiente texto:

- Condiciones para la medición de los indicadores de calidad del servicio de acceso a Internet.

El impacto práctico de esta normativa, se presenta en la siguiente sección.

3.1.1.2 Interconexión entre proveedores

A finales del año 1999, no se contaba con una sólida infraestructura nacional por parte de los operadores, lo cual se veía reflejado en la casi nula conectividad existente entre los proveedores de acceso a Internet. En la práctica esto significaba cargos excesivos, así como saturación de los anchos de banda internacionales existentes cuando un cliente consultaba la página de un proveedor de contenido ubicado en la subred de un ISP distinto. Esto porque al no haber una interconexión directa entre los distintos ISP's nacionales, las peticiones entre redes locales debían ser enrutadas a través de un enlace en EEUU desde el usuario de origen, para luego volver a Chile y poder acceder al servidor del destino solicitado.

Para subsanar esta problemática, la Subtel a través de la Resolución Exenta 1.483 de 1999, estableció el intercambio de tráfico nacional. Dicha Resolución fuerza la libre interconexión entre proveedores, mediante el establecimiento de diversos PIT's (Punto de Intercambio de Tráfico Nacional de Internet) o denominados en inglés NAP (Network

Access Point), puntos de conexionamiento entre los diversos ISP's, los cuales están forzados a conectarse a por lo menos uno de estos centros.

Posteriormente a través de la Resolución Exenta 698 del 2000, la Subtel establece un conjunto mínimo de indicadores de calidad de los enlaces de conexión para cursar el tráfico nacional de Internet, los cuales se detallan a continuación:

- Tasa de pérdida de paquetes: Corresponde a la medida del porcentaje de pérdida de paquetes enviados a un destino y que no reciben su respectiva respuesta, durante un determinado período de tiempo.
- Latencia: Tiempo que demora un paquete en ir y volver hacia otro punto definido dentro de la red Internet.
- Tasa de ocupación de un enlace: Porcentaje de la capacidad del enlace de subida y de bajada, entre un ISP y su respectivo PIT o entre PITs conectados, en un determinado período de tiempo.

Además establece que los PIT's son responsables de llevar a cabo estas mediciones en sus enlaces y entregar dicha información en línea, a través de una página que cada centro debe establecer y mantener.

Por último se establecen condiciones técnicas para la conexión entre PIT's e ISP's, por lo que dicha conexión deberá cumplir con a lo menos los siguientes requisitos:

- El Cliente ISP (Internet Service Provider) debe proveer acceso a Internet (internacional) a usuarios finales.
- Poseer de ASN (Autonomous System Number) propio.
- Disponer de BGP-4 como protocolo de enrutamiento exterior.
- Interfaz de conexión: 10BaseT, 100BaseT. Velocidad de Acceso: 10Mbps (mínimo).
- El acceso local a NAP Chile podrá ser contratado con cualquier proveedor.
- El cliente ISP deberá identificar los siguientes parámetros:
 - Nombre Contacto Técnico.
 - Número telefónico (las 24 horas).
 - Email.
 - Fax.
 - Dirección.

3.1.1.3 Estructura de la red chilena

A partir de lo ya expuesto queda en claro que la red existente en Chile, considerando la instalación y conexión de sus redes, se encuentra completamente descentralizada, considerando además los PIT's existentes como el único punto de conexión entre los ISP's nacionales. Se listará a continuación el conjunto de los PIT's existentes, junto con los diagramas de conexión que revelan su interacción con otros PIT's y los ISP's a los cuales presta servicio.

3.1.1.3.1 PIT

Se presenta a continuación el listado de los PIT's existentes y registrados a través de sus sitios de medición (por cuanto no se encuentra en la página de Subtel información actualizada de ellos), obligatorio para cada uno de ellos, así como también el diagrama de conexión entregado por cada uno:

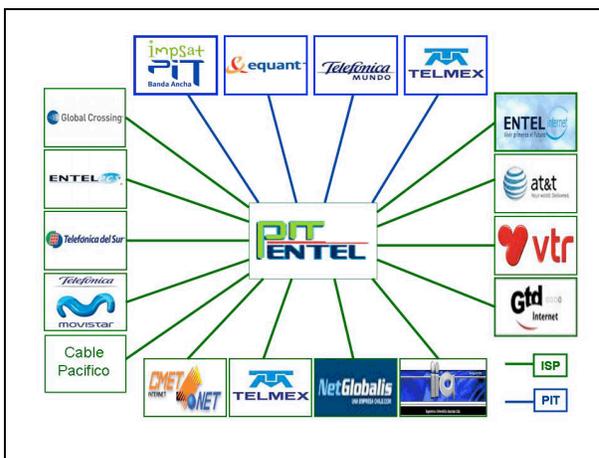


Figura 3.2: Diagrama PIT ENTEL

<http://www.pitentel.cl>

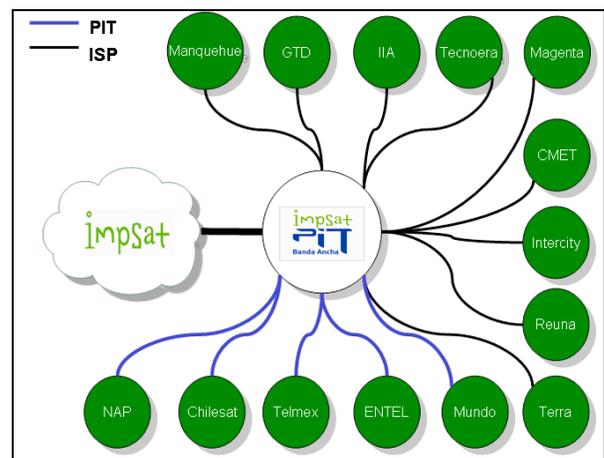


Figura 3.3: Diagrama PIT Impsat

<http://www.pitimpsat.cl>

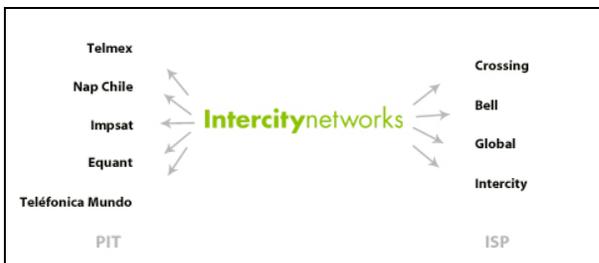


Figura 3.4: Diagrama PIT Intercity

<http://pit.intercity.cl>

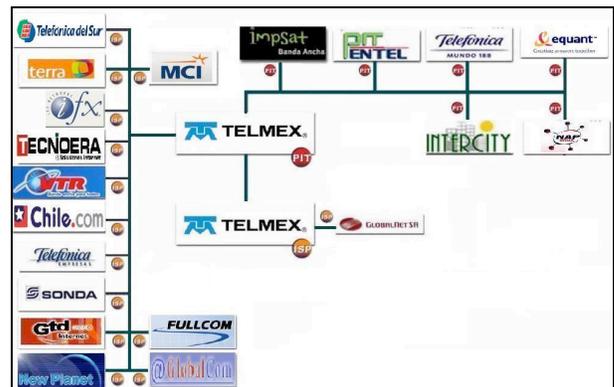


Figura 3.5: Diagrama PIT Telmex

<http://pit.telmexchile.cl>

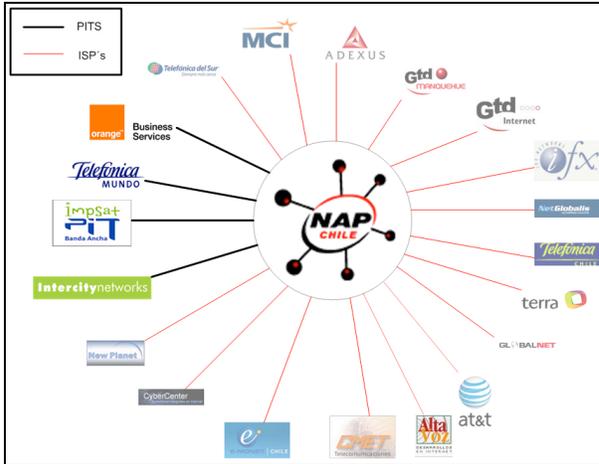


Figura 3.6: Diagrama PIT NAP Chile

<http://pit.nap.cl/web/>

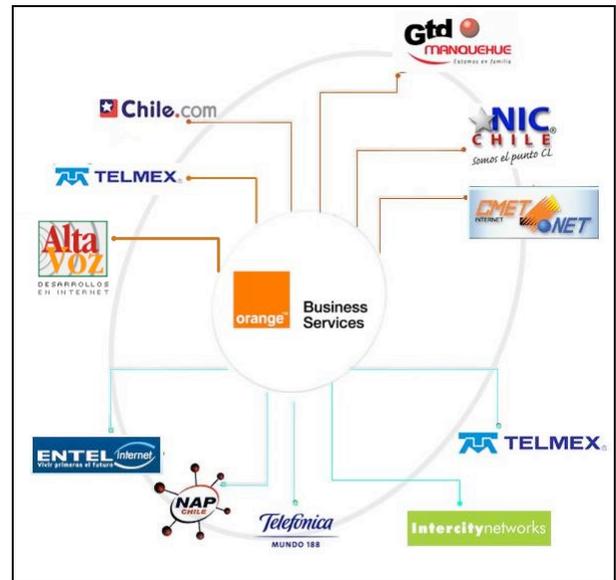


Figura 3.7: Diagrama PIT Orange

<http://pit.orange-ftgroup.cl>

- PIT Telefónica Mundo (<http://pit.telefonicamundo.cl/pit/main.html>).

Diagrama no disponible.

3.1.1.3.2 ISP

Se presenta a continuación en la Tabla 3.1, el listado de los ISP's informados a Subtel para prestación de servicio a usuarios (se excluyen empresas, universidades, etc.), aunque el número total de ISP's conectados la red nacional de PIT's es mucho mayor (se omiten los diagramas de conexión de cada uno)⁴.

Proveedor			
Telmex Chile Networks	AT&T Chile S.A.	Entel-Chile S.A.	EQUANT
Firstcom	Impsat	Chilesat	Telsur
Telefónica	CTR	RTC	GTD Manquehue
Telcoy	VTR Banda Ancha	Will S.A.	Telmex
Fullcom	CMET	Tutopia	Cybercenter
GTD Internet	Chilesat Internet	Globalcom	Tecnoera
TIE	IIA Ltda.	Chile.com	Netline
Terra	Luzlinares	New Planet	IFX Networks
Latlink	E-Money	Netglobalis	Luzparral
UUNET	Global Crossing		

Tabla 3.1: Listado de ISP's

⁴ Fuente: Subtel, Series conexiones Internet - Julio 2009

Sin embargo, al analizar la participación de mercado de estos operadores, considerando todos los tipos de conexiones fijas, se encuentra una alta concentración de las conexiones en dos actores principales, Telefónica y VTR, lo cual es presentado en la Figura 3.8.

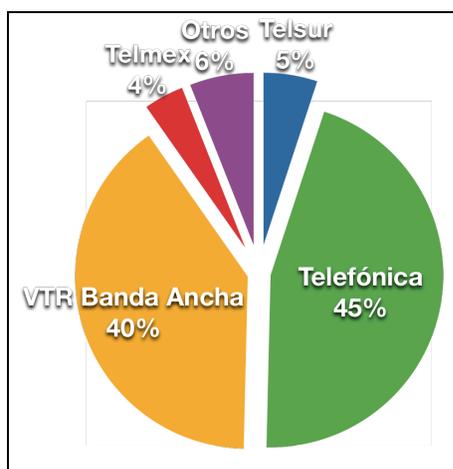


Figura 3.8: Participación de mercado ISP

3.1.2.- Infraestructura internacional

Se presenta a continuación los enlaces existentes a los cuales tienen acceso los ISP nacionales. Así como la capacidad instalada para transmisión internacional, junto con su evolución a través de los últimos años.

3.1.2.1 Capacidad y tráfico

Tanto la capacidad de los enlaces internacionales existentes, así como el tráfico a través de dichas conexiones, han experimentado constantes alzas debido a nuevas instalaciones y el ofrecimiento de nuevos planes por parte de los proveedores a sus afiliados. A continuación, se analiza brevemente la evolución de dichas capacidades y tráfico promedio medidos durante el año 2008⁵.

3.1.2.1.1 Capacidad Instalada de banda ancha internacional

Como su nombre lo indica, corresponde a la capacidad actual de la conexión internacional para los proveedores nacionales de Internet. Dicha capacidad está dividida en diversos enlaces (con distintos países) y más de una tecnología (comúnmente fibra óptica y enlace satelital). Se presenta en la Figura 3.9 y Figura 3.10 respectivamente, el crecimiento del ancho de banda en Mbps, así como su distribución con respecto a los países que son puntos de llegada de dichos enlaces (en porcentaje, la capacidad de cada uno con respecto al total).

⁵ Fuente: Telegeography Research 2009

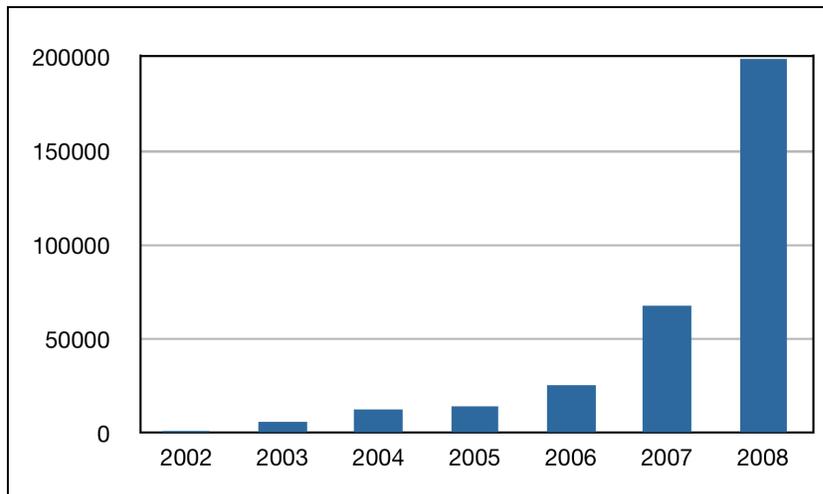


Figura 3.9: Ancho de banda internacional para Chile [Mbps]

Estas figuras dejan tres hechos fundamentales en claro, en primer lugar la existencia de un fuerte crecimiento en la inversión para el establecimiento de nuevos enlaces internacionales y por otro, la fuerte dependencia sobre los enlaces de fibra tendidos a lo largo del océano Atlántico y a los cuales se accede a través de las conexiones existentes con Argentina y Brasil. Por último, si bien la mayor parte de los contenidos solicitados por los usuarios nacionales se encuentran alojados en EEUU y Europa, la ruta de acceso a dichos destinos no es directa y debe pasar a través de diversos países con tal de llegar al host deseado.

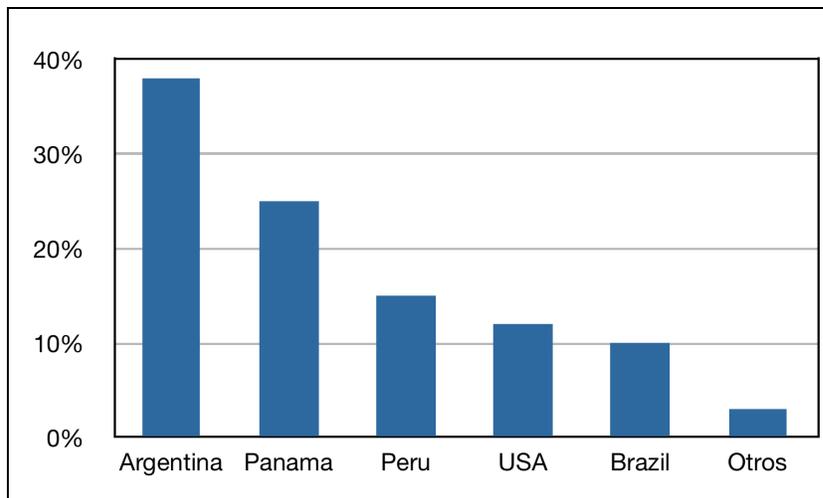


Figura 3.10: Distribución de capacidad en enlaces internacionales por país

3.1.2.1.2 Tráfico Internacional medio

Se presenta como el tráfico medio o la utilización de la capacidad conectada en las fronteras del país, a través de los enlaces ya mencionados. Su evolución se presenta en la Figura 3.11, donde queda en claro que el tráfico existente ha ido de la mano con la capacidad instalada, es decir, los proveedores de Internet no han tenido problema en vender estos aumentos en capacidad a sus abonados, confirmando así que existe una demanda constante y en alza por este tipo de servicios

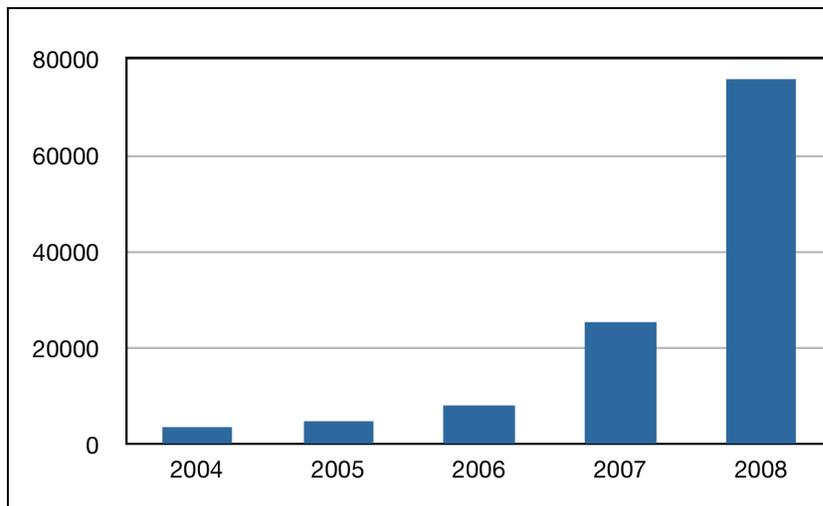


Figura 3.11: Tráfico internacional promedio [Mbps]

Lo anterior queda en claro al observar la Figura 3.12, donde se presenta la tasa de ocupación promedio para la capacidad instalada y se observa que ésta se mantiene en promedio dentro de los márgenes esperados y estable a lo largo del tiempo. Si bien pareciese que la capacidad instalada es excesiva para el tráfico promedio cursado, con una relación cercana a 2:1, es necesario aclarar que dicha suposición es errónea, debido a que los productos ofrecidos no están preparados para soportar una interrupción del servicio, lo cual fuerza a una duplicación de las capacidades, mediante tendidos paralelos.

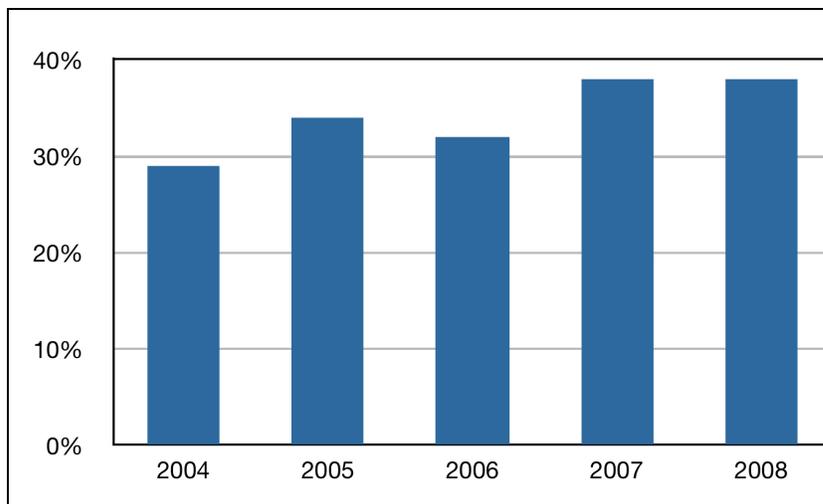


Figura 3.12: Ocupación promedio de enlaces

3.1.2.2 Enlaces satelitales

De acuerdo con la ubicación geográfica de Chile, sólo es posible acceder algunos de los satélites ubicados en órbita geoestacionaria. Usando como referencia la información publicada por Intelsat, el mayor consorcio de satélites y referente a nivel mundial en el tema, es posible acceder los satélites pertenecientes a la región del

Océano Atlántico, presentados en la Tabla 3.2. Para mayor detalle de las regiones consideradas, se presentan los mapas de cobertura relacionados en el Anexo A.

Denominación	Longitud
G-28	89° Oeste
IS-9	302° Este
IS-805	304,5° Este
IS-707	307° Este
IS-705	310° Este
IS-1R	315° Este
IS-3R	317° Este
IS-11	317° Este
IS-903	325,5° Este
IS-801	328,5° Este
IS-907	332,5° Este
IS-905	335,5° Este
IS-603	340° Este
IS-901	342° Este

Tabla 3.2: Satélites accesibles en Chile

3.1.2.3 Enlaces de fibra óptica

Chile cuenta con enlaces internacionales de fibra óptica tanto submarinos como terrestres. Los primeros se encuentran tendidos a lo largo de la costa oriental del pacífico y entrega conexión a EEUU, junto con los países latinoamericanos donde también se anclan. Por otra parte, el tendido terrestre hace conexión con Argentina y a través de ella, conecta Brasil y los cables submarinos transatlánticos orientados al Caribe, EEUU y Europa. A partir de estos enlaces, y luego a través del backbone⁶ existente en el Caribe y EEUU, es como se obtiene conectividad con el resto de las redes a nivel mundial. Se presenta en la Figura 3.13 el detalle de los enlaces que conectan a Chile con otras redes. Los más relevantes serán mostrados en detalle más adelante.

Como ya se mencionó en el Capítulo 2, al momento de establecer una conexión con un destino particular, existen 2 esquemas de servicio par considerar al momento de evaluar:

- Conglomerados de telecomunicaciones: A través del cual una empresa se hace parte de la inversión por el sistema y forma parte del conglomerado. Estos fueron los primeros sistemas en ser instalados, por lo cual sus tecnologías de transmisión asociadas suelen entregar menores anchos de banda a mayores costos, siendo utilizados inicialmente para el despliegue de telefonía internacional, junto con un pequeño porcentaje de transmisión de datos. Se hace necesario contratar de manera adicional un sistema de restauración a través de otra red de fibra o mediante un sistema satelital.
- Redes con único dueño: En este esquema una empresa contrata el servicio por una cierta cantidad de años, mediante puntos de conexión establecidos en

⁶ <http://www.atis.org/glossary/definition.aspx?id=5658>

importante centros urbanos, lo que ahorra inversiones adicionales por parte de los contratantes. La estructura de estas instalaciones corresponde a anillos en torno al continente sudamericano, por lo cual son autoalimentados y no requieren la contratación de un sistema adicional de respaldo. Estos proyectos fueron los últimos despliegues importantes de redes internacionales, por lo que utilizan tecnologías de transmisión que permiten un mayor ancho de banda, a un menor costo unitario.

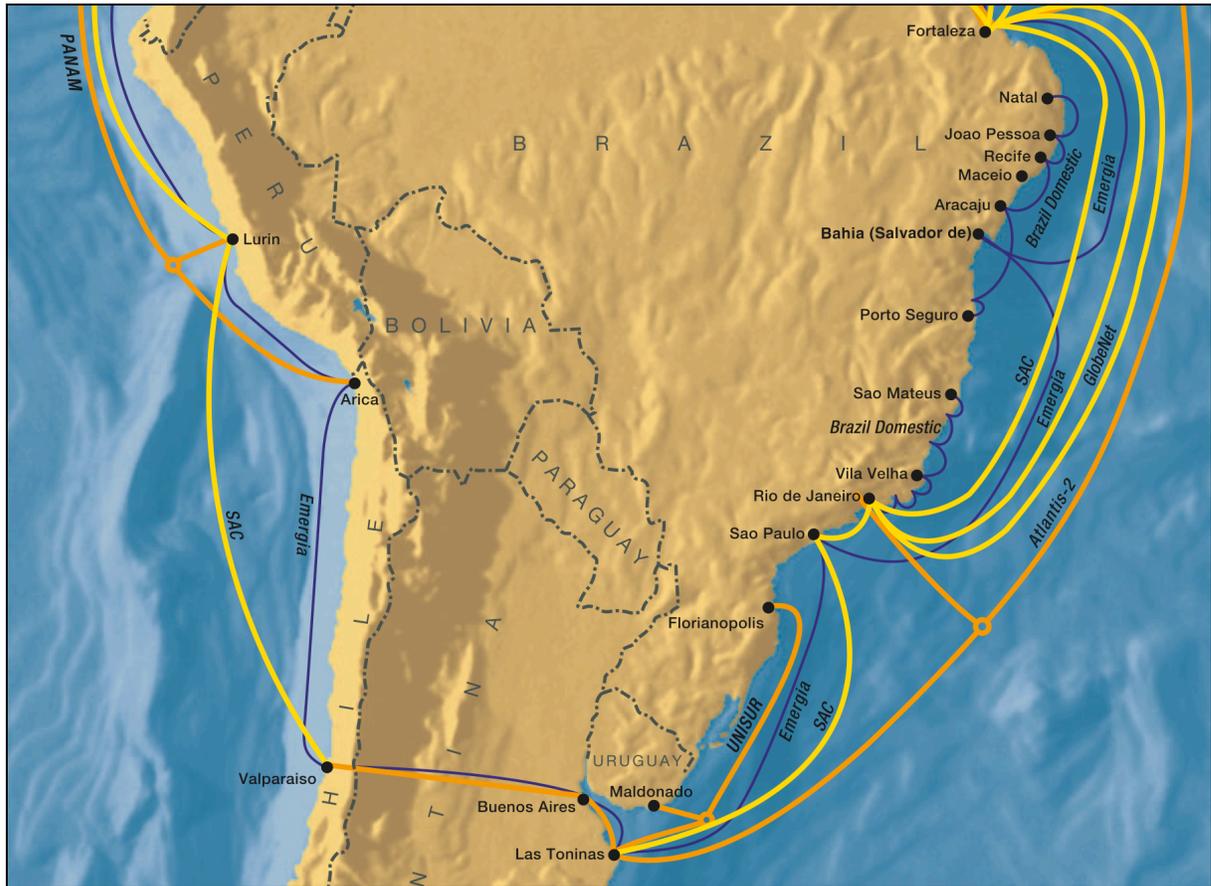


Figura 3.13: Enlaces de fibra óptica desde Chile

Se muestra luego en la Figura 3.14, todos los enlaces anclados en Latinoamérica y su conexionado con EEUU y Europa, tanto de manera directa como a través de la matriz de enlaces existente en EEUU y el Caribe. Los enlaces presentados en la Figura 3.13 y la Figura 3.14, incluyen todos los enlaces descritos, es decir, construidos por conglomerados de telecomunicaciones y por dueños únicos.

3.1.2.3.1 Enlaces provistos por dueños únicos

3.1.2.3.1.1 SAC (South American Crossing)

Esta red tal como se presenta en la Figura 3.15, forma un anillo que encierra casi la totalidad del continente, estableciendo además un enlace con el Backbone de EEUU a partir de su anclaje en el caribe.

Entró a servicio el año 2001, siendo propiedad del consorcio Global Crossing. Cuenta con un largo total de 18.000 [Km]. Su anclaje en Chile se encuentra en Valparaíso.

Global Crossing construyó una red internacional dividida en tres zonas:

- SAC: El anillo descrito que rodea América del Sur.
- MAC (Mid Atlantic Crossing): Es un anillo submarino que conecta St. Croix, Nueva York y Florida.
- PAC (Pacific Crossing): Es un cable submarino que conecta Panamá, México y Los Ángeles.



Figura 3.15: Cable Submarino SAC

Esta red le permite tener acceso a múltiples ciudades del continente americano, donde estableció sus puntos de presencia (PoP), sitios donde entregan las conexiones

a sus clientes. Se presenta en la Tabla 3.3 los PoP's desplegados por Global Crossing en su anillo sudamericano⁷.

País	PoP
Argentina	Buenos Aires
Brasil	Río de Janeiro
Brasil	Sao Paulo
Chile	Santiago
México	Distrito Federal
México	Tijuana
Perú	Lima
Panamá	Ciudad de Panamá
Venezuela	Caracas
Estados Unidos	Miami
Estados Unidos	Nueva York
Estados Unidos	Grover Beach

Tabla 3.3: PoP's para SAC

3.1.2.3.1.2 LANautilus

LANautilus le compró 4 fibra oscuras a Global Crossing para establecer sus propios servicios y para ofrecer también capacidad de transmisión en el mercado de las telecomunicaciones, transformándose en competidores soportados por una red única.

Se presenta en la Figura 3.16, el cable instalado por Nautilus con sus principales puntos de anclaje y PoP's. El listado de los principales PoP's asociados se presenta en la Tabla 3.4, los cuales se encuentran distribuidos en 9 países a lo largo de 12 ciudades.

País	PoP
Argentina	Buenos Aires
Bolivia	La Paz
Brasil	Fortaleza
Brasil	Rio de Janeiro
Brasil	Sao Paulo
Estados Unidos	Miami
Estados Unidos	Nueva York
St. Croix	St. Croix
México	Ciudad de México
Panamá	Ciudad de Panamá
Perú	Lima
Venezuela	Caracas

Tabla 3.4: PoP's para LANautilus

⁷ Esta tabla presenta sólo los destinos principales, para visualizar el listado completo de PoP's, se referencia el Anexo C



Figura 3.16: Cable LANautilus

3.1.2.3.1.3 SAm-1 (alternativamente Emergia)

Esta red tiene una estructura de anillo muy similar a la presentada por la SAC, sin embargo, presenta un mayor número de anclajes, con lo cual tiene una mayor cobertura en los países sudamericanos. Se muestra su configuración en la Figura 3.17.



Figura 3.17: Cable submarino SAm-1

Las últimas modificaciones en su trama se realizaron el año 2007, con la inclusión de Ecuador y Colombia. Es propiedad de Telefónica a través de sus diversas subsidiarias. Cuenta con un largo total de 23.000 [km]. Sus anclajes en Chile se encuentran en Arica y Valparaíso.

Telefónica posee una amplia presencia en la mayor parte de los países latinoamericanos, se presenta en la Tabla 3.5 los principales PoP's para la red de Emergia.

País	PoP
Argentina	Buenos Aires
Brasil	Rio de Janeiro
Brasil	Sao Paulo
Brasil	Curitiba
Brasil	Florianópolis
Brasil	Porto Alegre
Brasil	Bello Horizonte
Brasil	Joinville
Brasil	Recife
Brasil	Santos
Chile	Santiago
Chile	Valparaíso
Colombia	Bogota
Ecuador	Quito
Ecuador	Guayaquil
El Salvador	San Salvador
Estados Unidos	Florida
Estados Unidos	Nueva York
Guatemala	Ciudad de Guatemala
Perú	Lima
Perú	Lurin
Venezuela	Caracas

Tabla 3.5: PoP's para Emergia

3.1.2.4 Enlaces provistos por conglomerados

3.1.2.4.1 Panam

Esta red une la costa oriental del Pacífico, conectando los diversos países donde posee anclajes desde Arica hasta la isla de Saint Thomas en el Caribe, tal como se presenta en la Figura 3.18.

Entró a servicio el año 1998, siendo propiedad de un conglomerado de empresas que incluye: Telefónica, Telefónica Perú, CTC Mundo, MCI, AT&T, Telintar, CANTV, Entel Chile, Telecom Italia, Sprint, Setar y Emetel. Cuenta con un largo total de 2.800 [km]. Su anclaje en Chile se encuentra en la ciudad de Arica



Figura 3.18: Cable submarino Panamericano

3.1.2.4.2 Unisur

Esta trama de fibra óptica une Argentina, Uruguay y Brasil, permitiendo además la conectividad entre este último y Chile, gracias a las redes SAC y SAM-1, mediante la conexión entre Santiago y Los Toninos. Su despliegue se presenta en la Figura 3.19.

Se encuentra operacional a partir del año 1994, cuenta con una extensión de 1.700 [km] y es propiedad de las empresas EMBRATEL, Antel y Telintar.



Figura 3.19: Cable submarino Unisur

3.1.2.4.3 Atlantis-2

Esta red presentada en la Figura 3.20, se encuentra ubicada en el Océano Atlántico y permite la conexión entre Latinoamérica y Europa, permitiendo la conexión no sólo de Argentina y Brasil con este continente, sino que también la de Chile, de manera idéntica a la ya expuesta para el cable Unisur.

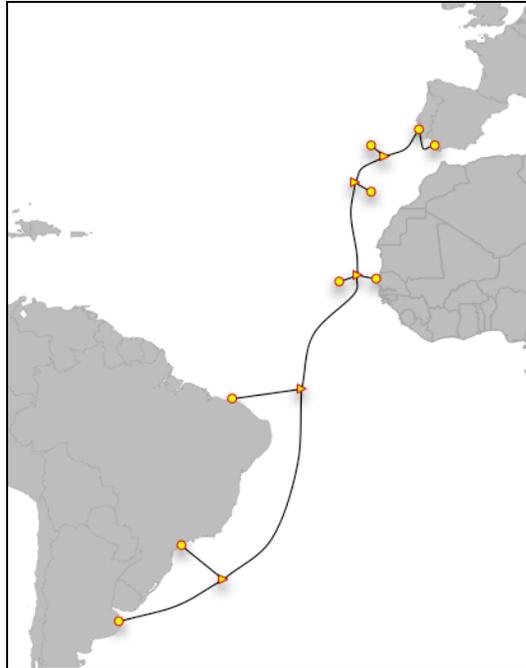


Figura 3.20: Cable submarino Atlantis-2

Este enlace entró en operación en el año 1999, con un largo total de 8.500 [km]. Su dueño es un consorcio compuesto por las empresas: Telintar, Embratel, Sonatel, Cabo Verde Telecom, Telefónica, Marconi, Telecom Italia, France Telecom y Deutsche Telekom.

3.1.3.- Usuarios y mercado

Se procede a caracterizar el medio contingente para este estudio, es decir, el mercado de Internet en Chile, considerando sus múltiples características y la evolución que éstas han presentado a lo largo del tiempo. Para esto, se hará uso de diversas fuentes públicas y privadas debidamente detalladas en la Bibliografía de este documento.

3.1.3.1 Conexiones

3.1.3.1.1 Total de conexiones

Se presenta en la Figura 3.21 una serie con el total de las conexiones de Internet fijas existentes en Chile⁸, con datos entre diciembre de 2000 y julio 2009, incluyendo además para el año 2009 la entrada de conexiones móviles mediante tecnología 3G.

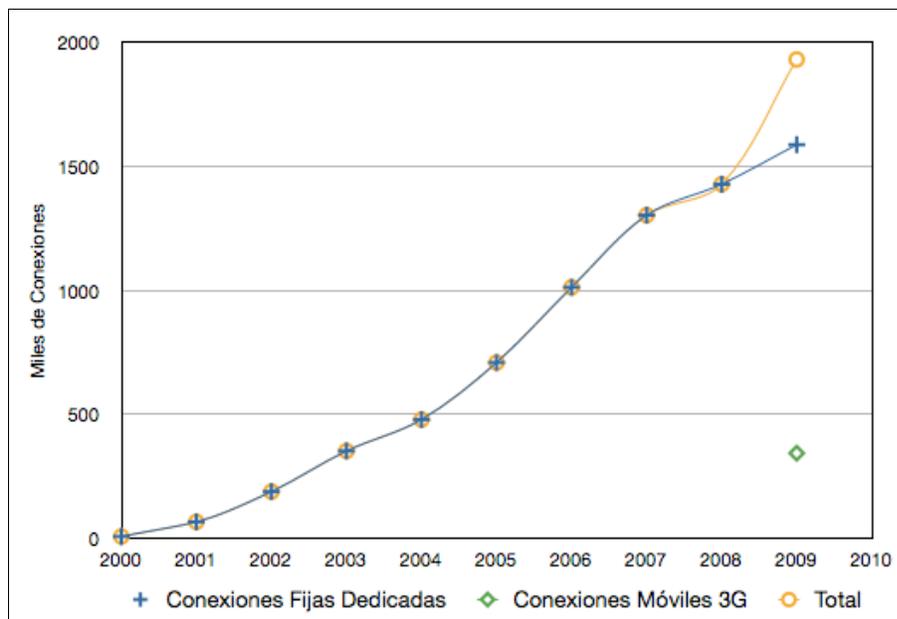


Figura 3.21: Conexiones instaladas (Fija + 3G)

Al analizar el crecimiento presentado por las conexiones totales, mostrado en la Figura 3.22, se encuentra que el ritmo de crecimiento para nuevas conexiones va disminuyendo en el tiempo, lo cual es esperable luego de la primera irrupción de una nueva tecnología. Se produce sin embargo un cambio en esta tendencia, debido a la entrada de la tecnología 3G. Un dato interesante a considerar es el crecimiento de las conexiones fijas dedicadas entre el período Dic 2008 – Jul 2009, correspondiente a un 11%.

Dos conclusiones interesantes a partir de los anterior son, en primer lugar que pese a la eventualidad de una crisis económica, el mercado presentó crecimientos tanto en la creación de nuevas conexiones fijas, así como la irrupción de conexiones móviles, lo que habla de una gran vitalidad del sector. Por otra parte, una tendencia a la disminución en el establecimiento de nuevas conexiones fijas, no debe ser interpretado como un estancamiento del mercado, por cuanto se inicia una fase de mejoramiento en el ancho de banda contratado por los usuarios, así como la calidad de dicho servicio.

⁸ Fuente: Subtel, Series conexiones Internet, septiembre 2009.

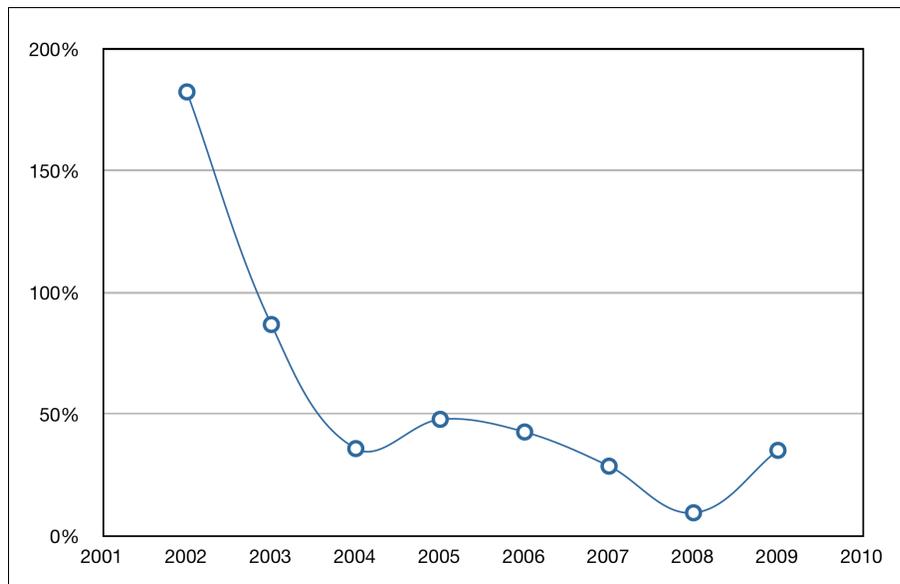


Figura 3.22: Tasa de crecimiento de las conexiones totales

3.1.3.1.2 Conexiones catalogadas por tipo de tecnología

Se presenta en la Figura 3.23 la evolución de acuerdo al tipo de tecnología utilizada para establecer la conexión con el usuario final (datos tomados en julio del 2009). Las categorías consideradas son:

- Conexiones dedicadas: Incluye ADSL, Inalámbrico fijo, cable módem y líneas dedicadas (FTTH).
- Conexiones conmutadas: Incluye las primeras conexiones a través de pares de cobre existentes, principalmente con tecnología RDSI (ISDN).
- Conexiones móviles 3G: Estándar de tercera generación para telefonía móvil, enfocado en transmisión de datos.

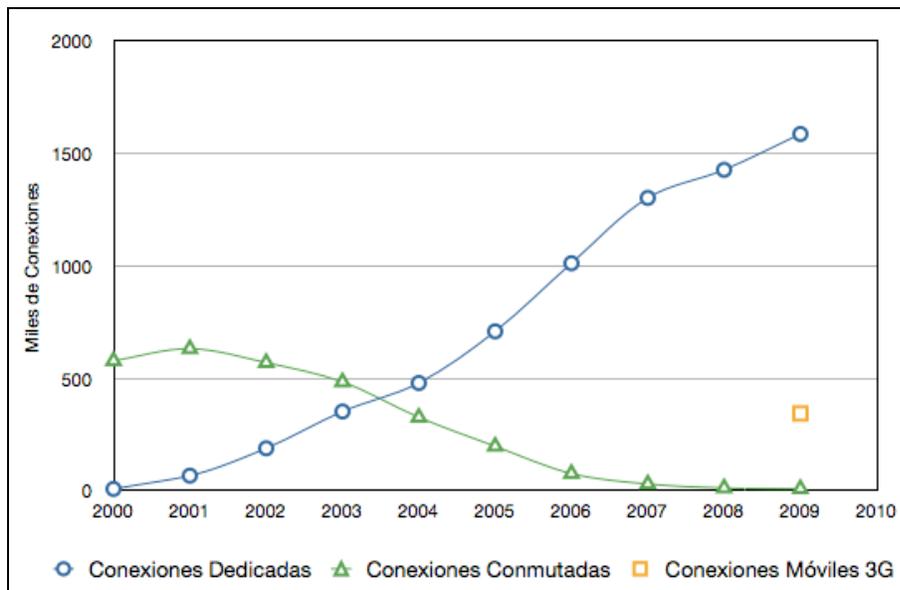


Figura 3.23: Evolución por tipo de conexión

A partir de esta serie, es claro observar que existe una migración constante a redes de mayor capacidad o con ventajas distintivas (movilidad de 3G), desde conexiones conmutadas de baja velocidad. Si bien las tecnologías dominantes se concentran en ADSL y cable módem, de acuerdo con la experiencia internacional, se espera que en el corto y mediano plazo comience la introducción masiva de FTTH, es decir, la llegada con fibra óptica directamente a hogar, servicio que existe en la actualidad, pero no de manera expandida. Se presenta en la Figura 3.24, la evolución en la adopción de las distintas tecnologías de conexión.

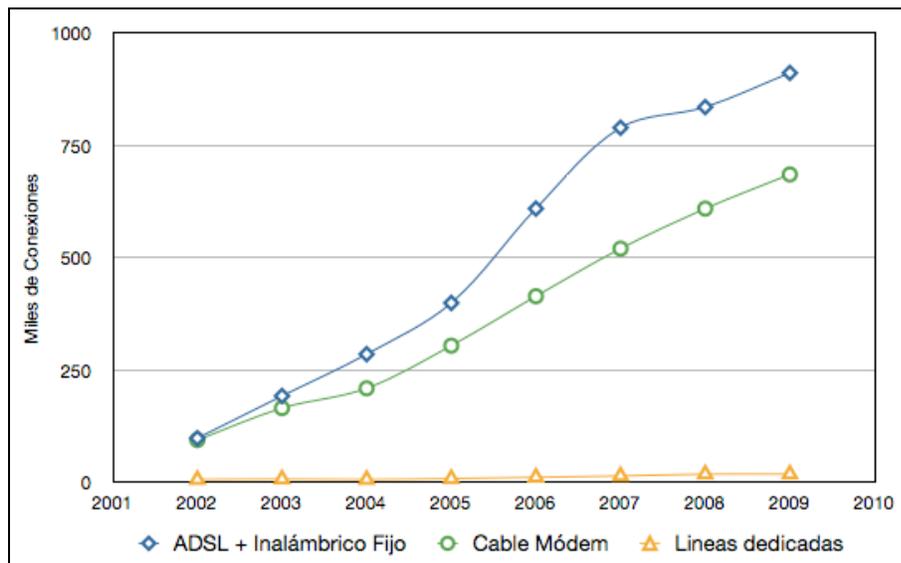


Figura 3.24: Tipo de conexiones fijas

3.1.3.1.3 Velocidades de conexión

Un factor importante a considerar es el ancho de banda comprometido por los ISP en sus servicios (considerado generalmente como la tasa de bajada de una conexión), el cual no necesariamente se igualará al ancho de banda efectivo que perciben los usuarios. Se presentará en la Figura 3.25, la distribución de anchos de banda para el total de conexiones fijas existentes en el mercado, con datos tomados el mes de julio del 2009.

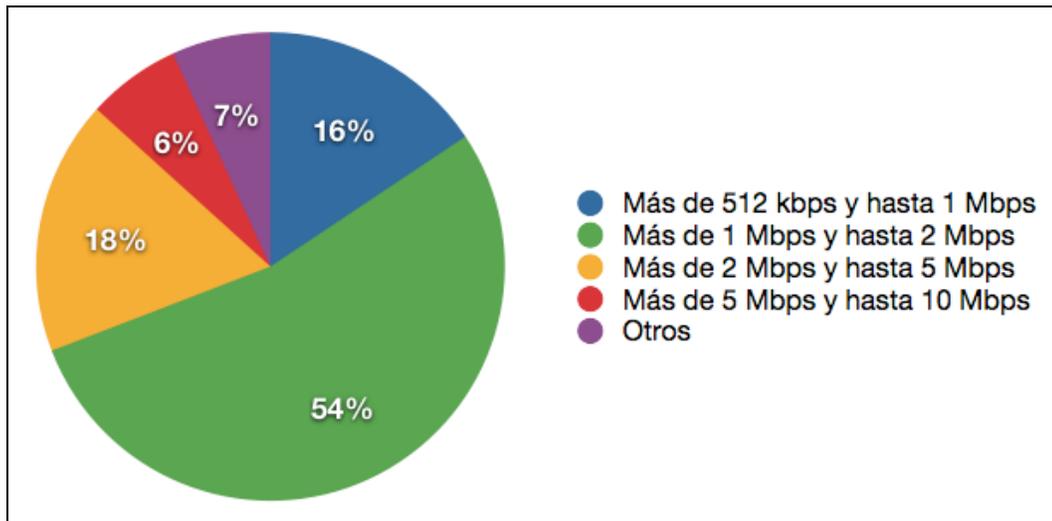


Figura 3.25: Distribución por velocidades de conexión

Es interesante ver que la mayor parte de las conexiones se encuentran por sobre 1 Mbps, llegándose a encontrar conexiones por sobre 1 Gbps. Se presenta en la Tabla 3.6, el detalle de esta distribución.

Hasta 56 kbps	11404
Más de 56 kbps y hasta 128 kbps	9075
Más de 128 kbps y hasta 256 kbps	23239
Más de 256 kbps y hasta 512 kbps	63576
Más de 512 kbps y hasta 1 Mbps	249352
Más de 1 Mbps y hasta 2 Mbps	853552
Más de 2 Mbps y hasta 5 Mbps	280217
Más de 5 Mbps y hasta 10 Mbps	102918
Más de 10 Mbps y hasta 100 Mbps	1187
Más de 100 Mbps y hasta 1 Gbps	193
Más de 1 Gbps	69
No clasificadas	146

Tabla 3.6: Conexiones por velocidades

Es interesante conocer la evolución de los anchos de banda mencionados, dicha información se presenta en la Figura 3.26. Al analizar los datos, es claro que los planes a usuarios residenciales (conexiones hasta 10 Mbps) se mantienen en constante crecimiento, particularmente en sus mayores velocidad ofertadas, con un auge en el segmento de 512 kbps a 2 Mbps y un crecimiento aún tímido en el segmento entre 2 Mbps y 10 Mbps. Al mismo tiempo, se aprecia un recambio en las tecnologías al

disminuir sostenidamente el número de conexiones con tasas de bajada menores a 512 Mbps.

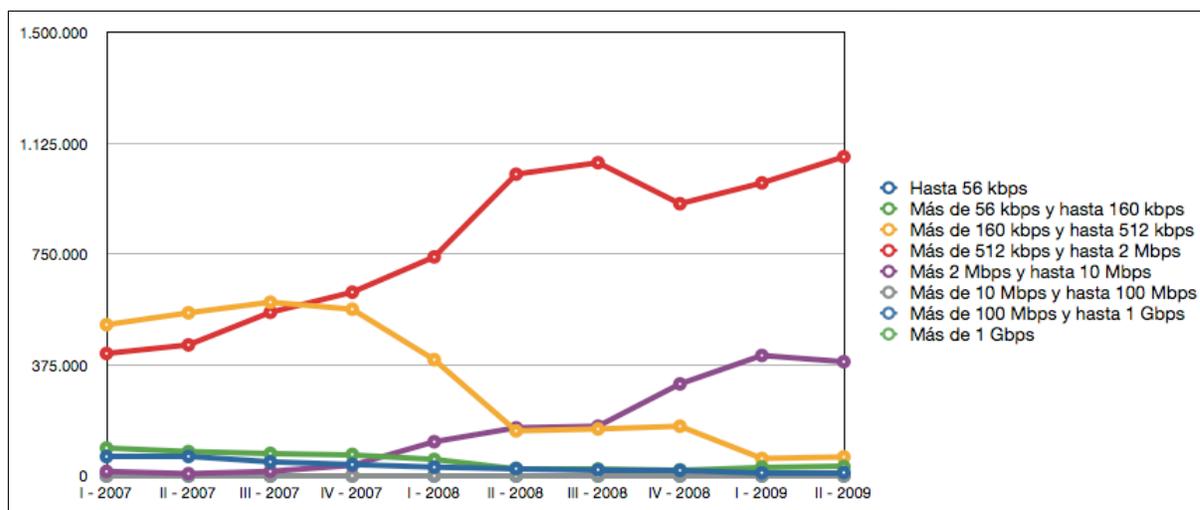


Figura 3.26: Evolución anchos de banda por velocidad 2007-2009

Se muestra de manera adicional en la Figura 3.27 la evolución para las conexiones, considerando un rango de tiempo mayor, donde se observan con mayor claridad las tendencias descritas anteriormente.

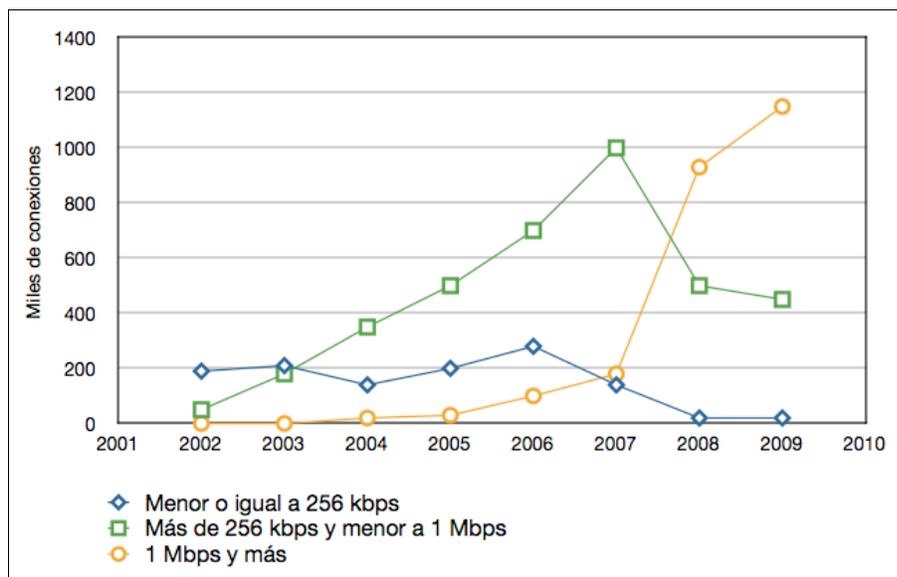


Figura 3.27: Evolución anchos de banda por velocidad 2002-2009

A partir de los datos expuestos se calculó la velocidad promedio en la conexión para Chile, considerando un promedio ponderado de los datos, sin tomar en cuenta las conexiones sobre 1 Gbps para no distorsionar el resultado. Así, la velocidad promedio de la conexión en Chile es de 2,97 Mbps, sin embargo, tal como se comentó anteriormente esta velocidad no corresponde a la velocidad efectiva de bajada que experimentan los usuarios.

Utilizando la información presentada por estudios adicionales de la Subtel⁹, se desprende que la velocidad promedio de descarga medida es 1,705 Mbps, muy inferior a los 2,97 Mbps calculados gracias la información provista por los ISP. Aunque este último estudio se encuentra enfocado a nivel de consumidores y no considera entonces las conexiones de mayor tamaño orientadas principalmente a empresas, da un buen indicador del desarrollo actual de la infraestructura existente en Chile. A modo de referencia, un estudio de Akamai¹⁰ (proveedor líder de servicio CDN), midió la velocidad promedio de conexión en 1,940 Mbps, valor muy cercano al establecido, además el mismo estudio indica que sólo el 1,4% de las conexiones existentes son mayores a 5 Mbps, un 39% son superiores a 2 Mbps y el 6,8% se encuentra bajo los 256 Kbps, lo cual si bien indica que a nivel general no hay grandes diferencias en las velocidades de conexión existentes, el país se encuentra lejos de potencias en el tema, como Corea del Sur, con una velocidad promedio de 11,305 Mbps, donde el 69% de las conexiones se encuentra por sobre los 5 Mbps.

Sin embargo, ¿Es ésta una velocidad suficiente para realizar una navegación dados los contenidos actuales? Para responder a esto, se hace referencia al estudio sobre la calidad del ancho de banda realizado por las universidades de Oxford y Oviedo, donde se presenta un ranking entre países (Chile aparece en el puesto 46) y se estiman los requerimientos mínimos (actuales y futuros) que permitan disfrutar de un servicio de calidad, presentados de manera esquemática en la Figura 3.28.

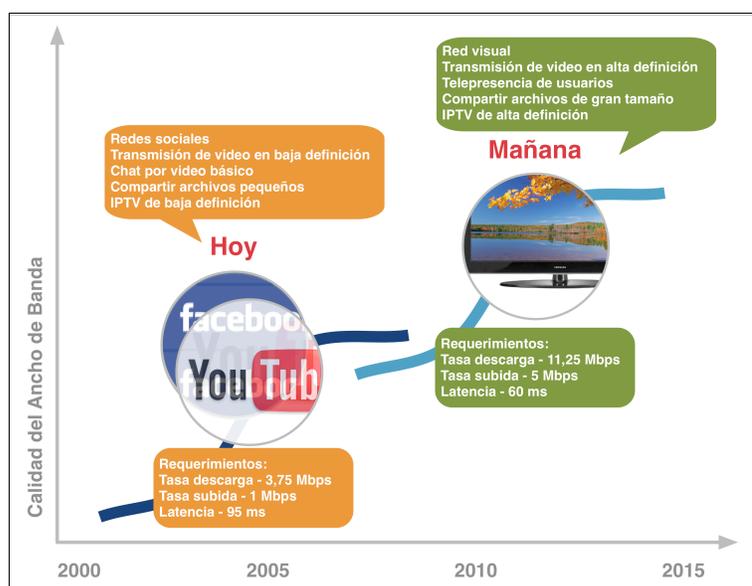


Figura 3.28: Requerimientos para el ancho de banda

Así, los requerimientos ideales para una navegación de calidad incluyen una tasa de bajada de 3,75 Mbps, la cual se verá incrementada en un futuro cercano (3-5 años)

⁹ Fuente: 5º Encuesta Nacional de Consumidores de Servicios de Telecomunicaciones, 2º semestre 2008

¹⁰ Fuente: Akamai, The State of The Internet, 2nd Quarter, 2009.

a un mínimo de 11,25 Mbps. Este indicador se encuentra lejos de las condiciones existentes en Chile y de no mediar una inversión significativa en el área, es probable que dicha brecha aumente de manera significativa en el mediano plazo.

3.1.3.1.4 Precios de la banda ancha

Se presenta en la Tabla 3.7 y Tabla 3.8, los valores de los planes más económicos en las categorías indicadas para las 2 tecnologías más difundidas, con datos de los años 2008 y 2009¹¹. Algunas características de estos datos son:

- Precios mensuales: Se considera el valor de las opciones más económicas dentro de los planes disponibles para cada categoría. A partir de ellos, se estima el valor más bajo del Mbps (\$CLP y \$USD) considerando planes de 1 Mbps y el costo mínimo por Mbps considerando todas las velocidades. Además, para preparar una futura comparación, se presenta el valor en dólar de los planes después de aplicar la paridad por poder de compra (PPP) entre países.
- Valores no consideran impuestos.
- No incluye descuentos.
- No considera cargos de instalación.

		2008					
		Velocidad (Mbps)	Precio (CLP)	Precio (USD)	Precio (USD) PPP	Precio 1 Mbps (USD)	Precio 1 Mbps (USD) PPP
ADSL	Mínima Velocidad	0,3	\$18.059	US\$34,71	US\$49,64	US\$115,71	US\$165,46
	Máxima Velocidad	6	\$31.084	US\$59,75	US\$85,44	US\$9,96	US\$14,24
Cable Módem	Mínima Velocidad	1	\$20.168	US\$38,77	US\$55,44	US\$38,77	US\$55,44
	Máxima Velocidad	10	\$36.164	US\$69,52	US\$99,40	US\$6,95	US\$9,94
	Tipo de Cambio al mes		\$520,23				
	Cambio PPP		\$363,81				

Tabla 3.7: Valores planes 2008

A partir de la Tabla 3.7 se observan planes más económicos en las empresas que entregan servicios de Internet a través de cable módem. El valor más bajo para 1 Mbps se obtiene en los planes con una mayor tasa de bajada, encontrando una gran diferencia al comparar dichos valores con los de los planes que ofrecen menores anchos de banda (US\$38,77 v/s US\$6,95 en cable). Por otra parte, al aplicar la tasa de cambio con PPP (paridad del poder de compra), los valores de los planes aumentan su impacto al ser comparados con planes similares de otros países.

¹¹ Fuente: IDC, Barómetro, Junio 2009.

Al analizar la Tabla 3.8, si bien se encuentra el mismo comportamiento de la tabla anterior, se observa una significativa disminución en el nivel de los precios para todos los planes considerados, así como una disminución de la brecha al comparar el valor de 1 Mbps entre distintos planes de una misma tecnología. Pese a todo, el menor costo de 1 Mbps luego de la corrección PPP, sufrió sólo una leve disminución y se mantiene alejado de estándares competitivos.

		2009					
		Velocidad (Mbps)	Precio (CLP)	Precio (USD)	Precio (USD) PPP	Precio 1 Mbps (USD)	Precio 1 Mbps USD) PPP
ADSL	Mínima Velocidad	1	\$15.882	US\$28,34	US\$45,30	US\$28,34	US\$45,30
	Máxima Velocidad	8	\$31.924	US\$56,96	US\$91,06	US\$7,12	US\$11,38
Cable Módem	Mínima Velocidad	1	\$10.916	US\$19,48	US\$31,14	US\$19,48	US\$31,14
	Máxima Velocidad	15	\$37.815	US\$67,47	US\$107,87	US\$4,50	US\$7,19
	Tipo de Cambio al mes		\$560,43				
	Cambio PPP		\$350,57				

Tabla 3.8: Valores planes 2009

3.1.3.2 Benchmark

3.1.3.2.1 Penetración

3.1.3.2.1.1 Situación de la banda ancha en Latinoamérica

Ciertamente los niveles de conectividad en cada país, suelen ser un reflejo para el nivel de desarrollo económico de los mismos, así, no es sorpresa ver la disparidad existente al analizar los niveles de penetración entre los diversos estados de América Latina. Se presenta en la Figura 3.29, los niveles de penetración¹² correspondientes a los países más desarrollados en la materia del cono sur, considerando todas las velocidades de conexión. Según el mismo estudio¹³, se estima la existencia de más de 31 millones de conexiones de Banda Ancha en América Latina a junio del 2009.

3.1.3.2.1.2 Situación de la banda ancha en países de la OECD

Sin embargo, al comparar esto con los niveles de penetración que ostentan los países de la OECD¹⁴, presentados en la Figura 3.30, queda claro que esta región presenta aún grandes oportunidades de desarrollo, tanto en la calidad como en la

¹² Conexiones por cada 100 habitantes.

¹³ Fuente: IDC, Barómetro, Junio 2009.

¹⁴ Fuente: OECD, Diciembre 2008.

capacidad de sus servicios. Así, el nivel promedio de penetración para los países de esta organización (a la cual pertenecerá prontamente Chile) es de un 22,4%, encontrando incluso índices que bordean el 40% para los países ubicados en los primeros lugares de este ranking.



Figura 3.29: Penetración de banda ancha en América Latina

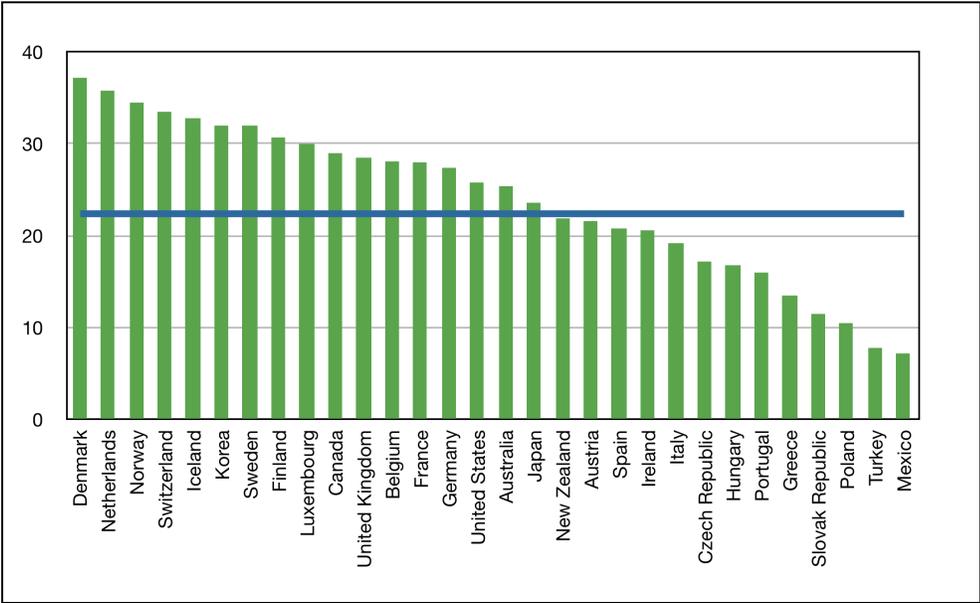


Figura 3.30: Penetración en países adscritos a la OECD

Se presenta en la Figura 3.31, la evolución para la penetración¹⁵ de la banda ancha en Chile, contrastada con algunos países pertenecientes a la OECD.

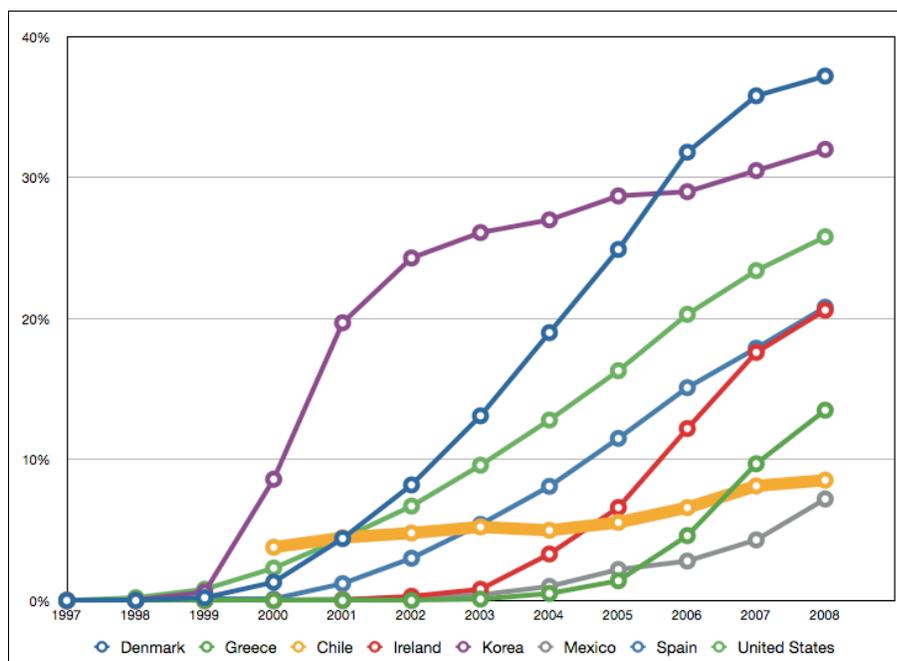


Figura 3.31: Evolución de la penetración de Internet en Chile y países OECD

Una de las observaciones notorias, es el lento crecimiento en la penetración de Internet en Chile, y si bien en el año 2000 el índice de penetración era superior que gran parte de los países analizados, fue rápidamente superado por la mayor parte de ellos, exceptuando México.

3.1.3.2.2 Precios

En la sección anterior, se presentó el nivel de precios para diversos planes existentes en el país, obteniendo el menor valor para 1 Mbps en cada año, considerando la unidad US\$ con corrección PPP. Luego, se compara el valor obtenido el 2008 con la información publicada por la OECD para octubre del mismo año, introduciendo a Chile en una comparación por precios dentro del ranking de países de dicha organización. El resultado de este ejercicio se presenta en la Tabla 3.9 y Tabla 3.10, a partir de las cuales se observa que comparando los precios más bajos por 1 Mbps, Chile se ubica en el puesto 30, sólo superado por México quien presenta un valor muy superior, sin embargo, los países que lideran el ranking, presentan precios en el orden de los centavos (7 en el caso de Japón). Por otra parte, al realizar un ranking dentro de los mismos países, considerando los precios más altos por 1 Mbps, Chile ocupa el primer lugar, siendo secundado por Australia y Méjico.

¹⁵ Penetración per cápita, considerando líneas fijas totales (dedicadas + conmutadas)

Ranking	País	Precio más bajo por Mbps, USD PPP
1	Japan	0,07
2	France	0,25
3	Korea	0,34
4	Sweden	0,35
5	Finland	0,41
6	Australia	0,92
7	New Zealand	0,95
8	Denmark	1,02
9	Greece	1,03
10	Iceland	1,11
11	Netherlands	1,15
12	United Kingdom	1,16
13	Italy	1,42
14	Germany	1,44
15	Luxembourg	1,51
16	Ireland	1,58
17	Switzerland	1,72
18	Spain	1,74
19	Austria	1,92
20	Norway	2,10
21	Portugal	2,27
22	Slovak Republic	2,44
23	United States	2,65
24	Czech Republic	2,82
25	Belgium	3,16
26	Hungary	3,22
27	Poland	3,56
28	Canada	3,85
29	Turkey	4,95
30	Chile	9,94
31	Mexico	18,46

Tabla 3.9: Precio más bajo por Mbps en USD PPP

Ranking	País	Precio más alto por Mbps, USD PPP
1	Chile	165,46
2	Australia	160,96
3	Mexico	115,01
4	Canada	110,51
5	Sweden	98,80
6	New Zealand	86,02
7	Japan	86,00
8	Switzerland	74,60
9	Poland	73,83
10	Finland	68,76
11	Slovak Republic	54,18
12	Greece	46,70
13	Hungary	46,31
14	Netherlands	45,20
15	Spain	43,27
16	Turkey	41,42
17	Iceland	37,29
18	France	27,91
19	United States	26,66
20	Denmark	26,07
21	Austria	22,73
22	Ireland	22,28
23	Italy	22,24
24	Belgium	22,07
25	Norway	20,99
26	Germany	19,17
27	Luxembourg	16,51
28	Czech Republic	15,60
29	Portugal	13,35
30	United Kingdom	13,16
31	Korea	4,48

Tabla 3.10: Precio más alto por Mbps en USD PPP

3.1.3.2.3 Velocidad de conexión

Se presenta la Figura 3.32 una comparación para las velocidades promedio (de bajada) de Chile y los países de la OECD¹⁶, donde se observa una gran dispersión de velocidades incluso entre los países de la OECD. Chile con 1,7 Mbps ocupa el lugar número 27 entre los 31 países considerados, lejos del promedio global (9 Mbps) y cercano al promedio modificado, sin considerar los 5 países con mayores tasas (4,2 Mbps)

¹⁶ : Fuente: 2008 ITIF Broadband Rankings

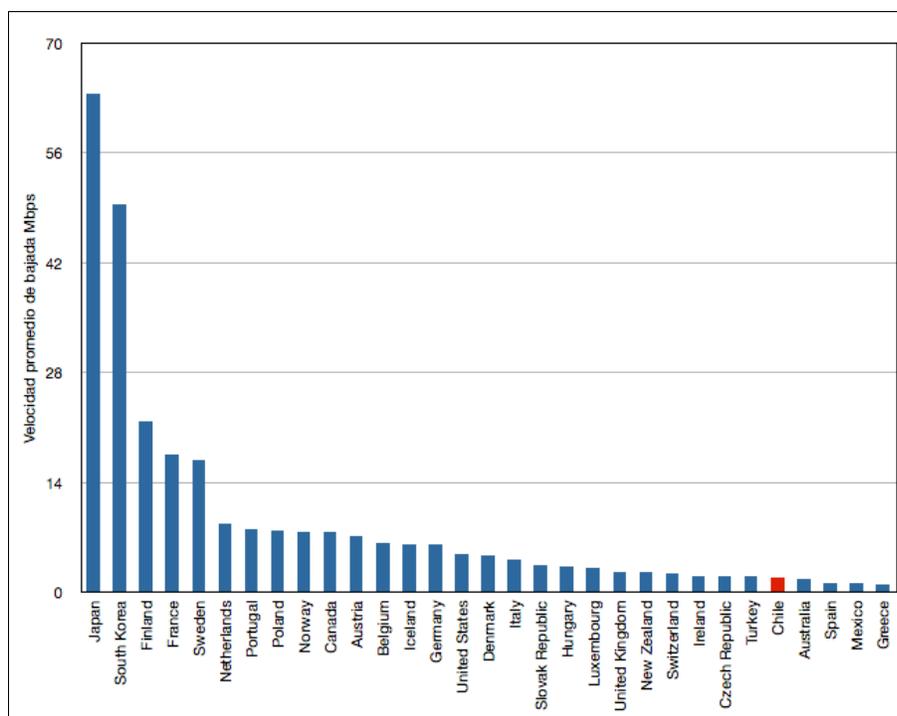


Figura 3.32: Comparación velocidades de bajada en Mbps

3.1.3.3 Caracterización del tráfico

Se presenta una caracterización del tráfico tanto a nivel mundial, como local. La primera permitirá conocer el ámbito macro en que se está desarrollando este mercado, dando una mirada sobre las tendencias que también se ven reflejadas en el usuario local, o que probablemente lo impactarán en el corto plazo. Por otra parte, el análisis a nivel local presentará un breve resumen de los dominios donde navega el usuario nacional y las características relevantes de ellos.

3.1.3.3.1 Características del tráfico global

Generar un completo informe sobre el tráfico de Internet a nivel mundial, es siempre una tarea complicada y de deducciones inciertas, sin embargo, pese a que es difícil generar resultados completamente confiables, siempre se podrán detectar las tendencias macro que caracterizan y mueven la Internet. Una vez dicho esto, se presenta información relacionada con los principales proveedores de contenidos a nivel mundial, la evolución y uso, de las aplicaciones y protocolos más relevantes, así como otras características detectadas de la red¹⁷.

Esta información es considerada, está bajo el supuesto de que el tráfico generado por los usuarios nacionales, posee características y tendencias similares al tráfico promedio cursado a nivel mundial.

¹⁷ Fuente: ATLAS Internet Observatory 2009 Annual Report

3.1.3.3.1.1 Distribución de los contenidos

En los últimos años, se ha producido una concentración del contenido, donde 150 ISP's concentran el 50% del tráfico a nivel mundial, lo cual se presenta como un gran cambio en comparación con una medición similar del año 2007, donde eran necesarios miles de proveedores para lograr acumular el 50% de los contenidos. La comparación entre ambas situaciones se presenta en la Figura 3.33.

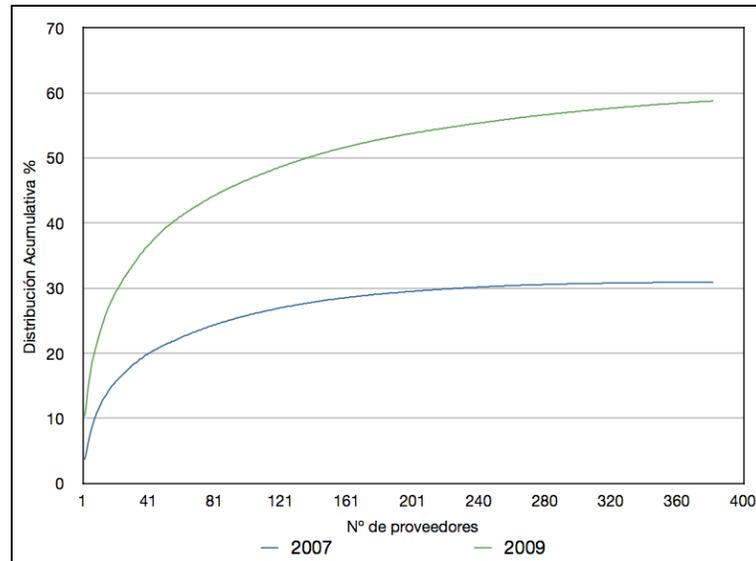


Figura 3.33: Distribución acumulativa de contenidos [%] versus nº proveedores

Aún más, de la Figura 3.33 se logra apreciar que el 30% de las mayores empresas manejan el 30% del tráfico.

Esta situación ha conllevado un cambio en la estructura conocida de la Internet, donde comienzan a fusionarse los ISP regionales con los proveedores locales, junto con un mayor impacto de los proveedores de nivel Tier1. La estructura previa y posterior de Internet, se presenta en la Figura 3.34 y Figura 3.35 respectivamente.

Por otra parte, se presenta en la Tabla 3.11, una comparativa de los 10 ISP's que concentran el mayor porcentaje de tráfico (ponderado) de la web, con referencias totales para el 2007 y parciales el 2009. Este cuadro pone énfasis en la llegada de nuevos jugadores: Google y Comcast, los cuales si bien no corresponden a ISP's "puros", generan una gran cantidad de contenidos, lo cual se ve reflejado en su tráfico.

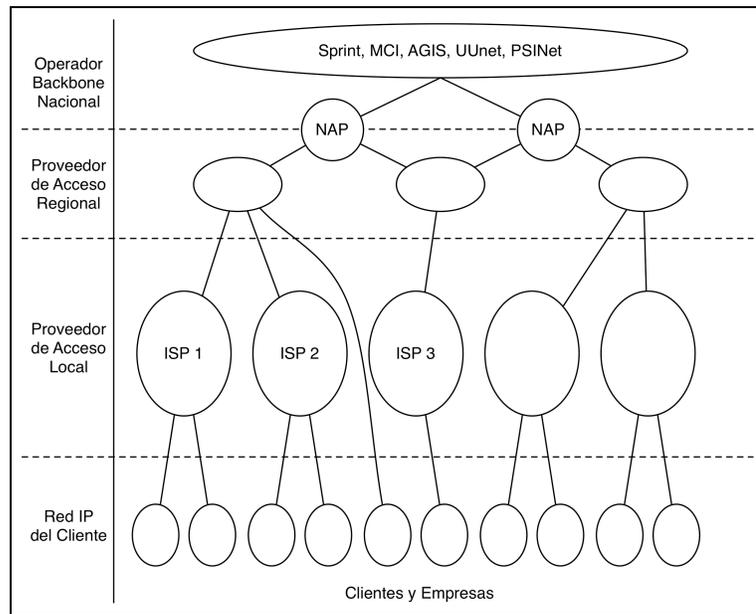


Figura 3.34: Estructura previa Internet

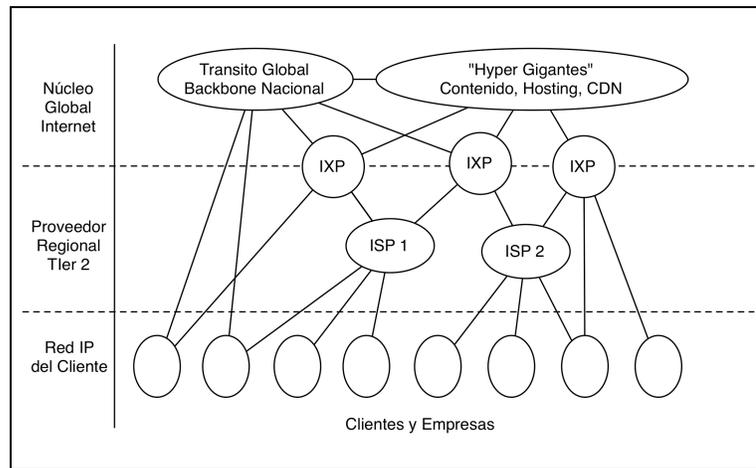


Figura 3.35: Estructura actual Internet (propuesta)

Ranking	Top Ten 2007	%	Top Ten 2009	%
1	Level(3)	5,77	Level(3)	9,41
2	Global Crossing	4,55	Global Crossing	5,7
3	ATT	3,35	Google	5,2
4	Sprint	3,2	-	-
5	Cogent	2,77	-	-
6	NTT	2,6	Comcast	3,12
7	Verizon	2,24	-	-
8	TeliaSonera	1,82	-	-
9	Savvis	1,35	-	-
10	AboveNet	1,23	-	-

Tabla 3.11: Principales proveedores

3.1.3.3.1.2 Aplicaciones

Al analizar las tecnologías y protocolos más utilizados, se observa un incremento en el uso de aplicaciones (mail, video, etc.), las cuales se han visto soportadas principalmente en protocolos HTTP o Flash, donde todo el resto de los puertos analizados o grupos de aplicaciones han declinado en su participación (excepto por juegos y VPN). Se muestra en la Tabla 3.12, una clasificación de las aplicaciones más populares, así como su impacto en el tráfico de la Internet a nivel global, con medidas en los años 2007 y 2009

Ranking	Aplicación	2007	2009	Cambio
1	Web	41,68%	52,00%	24,76%
2	Video	1,58%	2,64%	67,09%
3	VPN	1,04%	1,41%	35,58%
4	Email	1,41%	1,38%	-2,13%
5	News	1,75%	0,97%	-44,57%
6	P2P	2,96%	0,85%	-71,28%
7	Games	0,38%	0,49%	28,95%
8	SSH	0,19%	0,28%	47,37%
9	DNS	0,20%	0,17%	-15,00%
10	FTP	0,21%	0,14%	-33,33%
	Otros	2,56%	2,67%	4,30%
	No Clasificados	46,03%	37,00%	-19,62%

Tabla 3.12: Participación de aplicaciones en tráfico

Se aprecia en la Tabla 3.12 una gran participación, así como un fuerte crecimiento de las aplicaciones web y de video, seguido luego por los servicios VPN, juegos y SSH. El resto de las aplicaciones tienden a disminuir su uso a lo largo del tiempo, en desmedro de las nombradas.

Se advierte además que las conexiones P2P presentan la mayor caída de tráfico entre los períodos, lo cual se explica por la fuerte irrupción de los servicios de descarga directa, tal como se muestra en la Figura 3.36 y Figura 3.37, las cuales presentan la evolución de ambos servicios durante los últimos dos años.

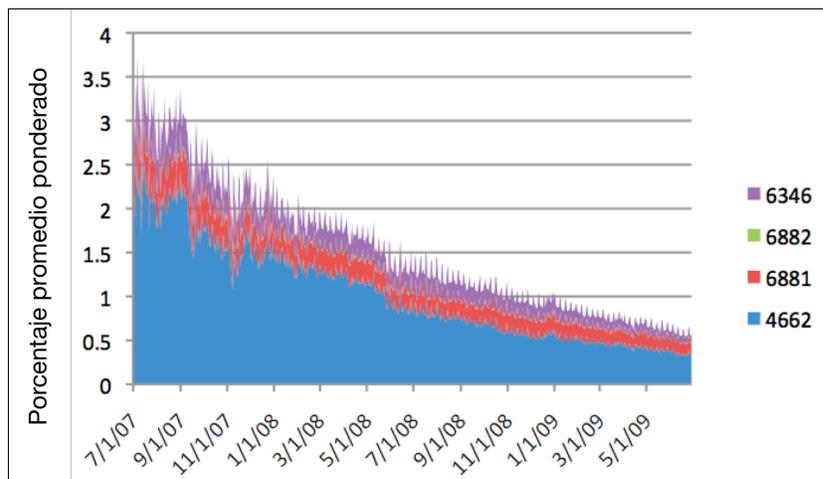


Figura 3.36: Evolución P2P medida en puertos típicos del servicio

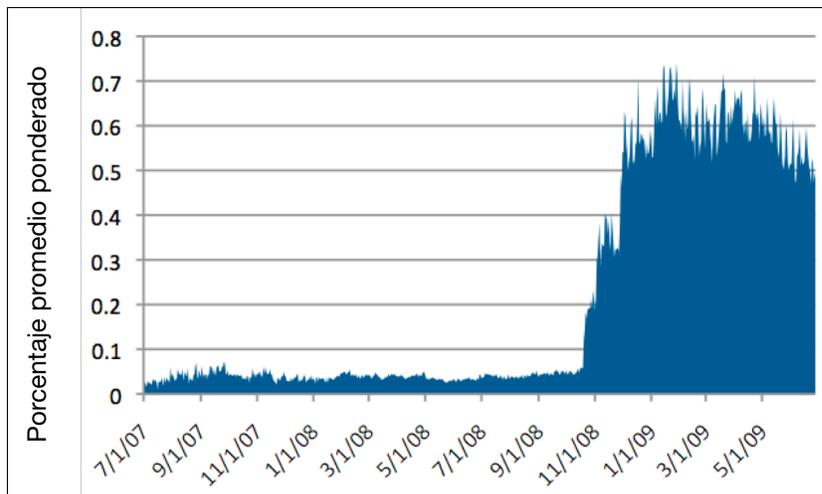


Figura 3.37: Evolución de servicio de descarga directa en servidor Carpathia

En la Figura 3.36, se presenta el tráfico medido en los puertos comúnmente utilizados por las aplicaciones P2P, mientras que en el caso de descarga directa, se presenta en la Figura 3.37 el tráfico de la empresa Carpathia, la cual representa el 0,5% de todo el tráfico a nivel mundial, incluyendo dominios conocidos tales como MegaUpload, MegaErotic, MegaVideo, etc.

3.1.3.3.1.3 Servicios CDN

La categoría correspondiente a los CDN (Content Delivery Network), ha presentado un rápido crecimiento los últimos años debido a sus múltiples aportes, los cuales permiten entregar una mayor calidad en los contenidos, junto con menores tiempos de bajada y un ahorro en el uso de los anchos de banda de los principales backbone a nivel mundial, lo cual junto con liberar capacidad, permite un ahorro económico por el uso de estos enlaces.

El conjunto de estos proveedores, se estima representan el 10% del tráfico en Internet, y si bien en un principio se distinguía entre ellos y los ISP “puros”, cada vez se hace menos clara la línea que los separa de ellos. Se presenta la Figura 3.38, con la evolución de los principales actores de la categoría en los últimos años.

3.1.3.3.1.4 Aspectos relevantes

Se observa una comoditización de los servicios de Hosting y CDN, lo que genera una caída en los precios por el tránsito de los contenidos, así como de su hospedaje, lo cual en definitiva promueve las economías de escala por parte de los proveedores de contenido e ISP's. Lo anterior se ha dado junto con un cambio de foco desde la conectividad, hacia el contenido (lo cual explica el crecimiento de los CDN).

Se presentan además nuevas tecnologías o servicios al usuario, tales como:

- Aplicaciones Web/Escritorio.
- Cloud Computing.
- CDN.

Por otra parte, han aparecido nuevos tipos de modelos económicos, tales como el pago por acceso a contenidos, los cuales exploran nuevas posibilidades de negocios.

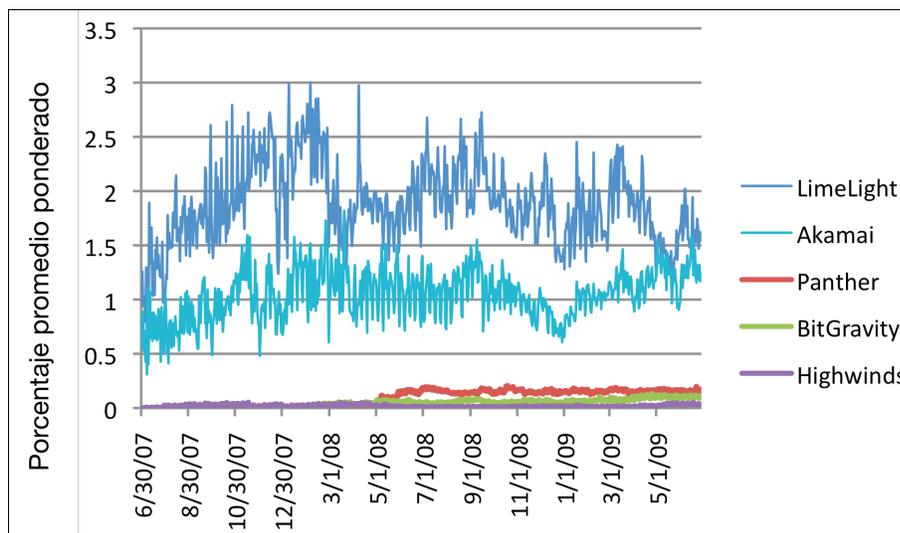


Figura 3.38: Evolución principales CDN

3.1.3.3.2 Características del tráfico local

Se analiza el comportamiento al navegar de los usuarios nacionales, a partir del cual se elaboró un ranking de los dominios más visitados y sus características esenciales (ISP que hospeda el dominio y su localización) para este análisis. Si bien no fue posible contar con datos más detallados sobre el destino del tráfico, información sobre los volúmenes del mismo por parte de los usuarios, así como las aplicaciones más utilizadas (Web, correo, mensajería instantánea, etc.), se considera que esta aproximación entrega información útil para el desarrollo posterior y relativa a los objetivos de este trabajo.

3.1.3.3.2.1 Metodología

Es necesario aclarar que son considerados como diferentes los términos “dominio” y “sitio”, por cuanto un dominio es capaz de albergar un sinnúmero de sitios, por ejemplo, en el caso del dominio google.com, este incluye un sinnúmero de sitios presentados en la Tabla 3.13, los cuales están asociados a una de sus direcciones IP: 74.125.45.103

pack.google.com	desktop.google.sk	desktop.google.cl	www.google.jo
www.google.org	www.google.am	base2.googlehosted.com	guru.google.co.th
news.google.com	images.google.cd	desktop.google.co.hu	desktop.google.dk
images.google.de	www.google.co.jp	www.google.cz	toolbarqueries.google.fr
desktop.google.com	www.google.pl	desktop.google.cz	images.google.com.br
toolbarqueries.google.de	news.google.com.cu	desktop.google.ro	www.google.co.uk
www.google.com	www.google.fr	www.google.gl	images.google.co.zw
desktop.google.de	gtc.google.com	www.google.dz	news.google.com.et
picasa.google.com	finance.google.com	www.google.com.sb	images.google.co.uk
www.google.nl	www.google.sm	desktop.google.fr	images.google.es
www.google.ch	desktop.google.pl	www.google.dk	desktop.google.com.au
images.google.pl	print.google.com	desktop.google.com.tw	images.google.tt
www.google.ws	www.google.com.br	images.google.com.hk	desktop.google.co.nz

afp.google.com	74.125.45.103	tbn3.google.com	www.google.pt
images.google.com	desktop.google.co.kr	desktop.google.co.id	maps.google.es
images.google.com.af	maps.google.co.in	images.google.co.ve	desktop.google.no
www.google.co.kr	images.google.bj	forums.measuremap.com	images.google.ge
www.google.de	news.google.pl	toolbarqueries.google.com.tw	www.google.co.uz
images.google.si	www.google.co.il	images.google.lt	images.google.sc
images.google.li	news.google.com.tw	desktop.google.ca	images.google.be
code.google.com	www.google.mg	images.google.kg	desktop.google.fi
www.google.as	desktop.google.co.in	images.google.co.jp	images.google.com.ua
otvety.google.ru	base3.googlehosted.com	picasa.google.com.ar	toolbarqueries.google.com.co
toolbarqueries.l.google.com	desktop.google.hr	news.google.es	www.google.ad
directory.google.com	base.googlehosted.com	news.google.com.gh	images.google.cl
desktop.google.ru	www.google.it	news.google.com.eg	desktop.google.hu
sorry.google.com	www.google.co.vi	images.google.nl	images.google.co.in
picasa.google.be	www.google.ps	desktop.google.com.br	images.google.com.tr
www.google.bi	desktop.google.co.il	maps.google.it	desktop.google.com.mx
my.doubleclick.com	desktop.google.it	scholar.google.com.eg	news.google.be
www.google.co.za	images.google.ch	toolbarqueries.google.com.sv	print.google.no
toolbarqueries.google.com	www.google.ba	toolbarqueries.google.es	
sketchup.google.com	www.google.es	scholar.google.com.mx	
o-o.resolver.2a.l.google.com	desktop.google.com.hk	desktop.google.nl	

Tabla 3.13: Sitios asociados al dominio 74.125.45.103

Así, se listaron los 300 dominios más visitados por los usuarios de Chile¹⁸. El ranking (presentado en extenso en el Anexo B), se encuentra basado en el historial agregado de navegación para los últimos tres meses de los dominios considerados. Considera como elementos de decisión, los promedios históricos de dos variables: número de usuarios que visitan el dominio y el número de páginas vistas dentro de él.

Una vez obtenido el listado, se realizó un DNS Lookup¹⁹ por cada dominio, es decir, se solicitaron las direcciones IP asociadas, las cuales en definitiva permitirán indicar el ISP que provee el hosting, así como su ubicación geográfica²⁰. Dicha operación se realizó consultando el servidor DNS de Terra, cuya dirección IP es 200.28.4.129; esto con el fin de asegurar que las direcciones obtenidas, sean las efectivamente utilizadas por los usuarios nacionales.

3.1.3.3.2.2 Resultados

El listado obtenido, fue filtrado mediante dos categorías principales: país donde está ubicado el hosting y compañía que entrega el servicio.

Se presenta en la Tabla 3.14 el resumen del número de dominios alojados por cada país. Inmediatamente salta a la vista un hecho relevante, la mayor parte de los dominios visitados por los usuarios no se encuentran ubicados en Chile, sino que por el contrario, EEUU congrega la mayor parte de estos servidores. Es más, si bien la concentración dominios es alta al analizar los 300 sitios más visitados, con un 46% según la Figura 3.39 (versus un 27% de dominios chilenos), este índice aumenta cada vez que se considera un subgrupo menor, tal como se presenta en la Figura 3.40, Figura 3.41, Figura 3.42 y Figura 3.43, donde la participación de los dominios chilenos

¹⁸ Fuente: www.alexacom

¹⁹ Mediante comando host en ventana de comandos.

²⁰ Mediante el servicio <http://www.cqcounter.com/siteinfo/>

mantienen menos un tercio de las preferencias o incluso menos. De hecho en la última figura mencionada, queda en claro el total predominio de los sitios con este origen geográfico.

Este análisis, si bien no presenta de manera explícita el número de visitas que recibe cada dominio, lo expresa de manera implícita mediante el ranking, corroborando así una de las hipótesis principales de este trabajo, es decir, la alta dependencia de contenidos alojados en el extranjero, lo cual conlleva mayores costos por el intensivo uso del backbone internacional.

Top 300	
PAIS	Nº
US	138
CL	81
ES	27
NL	11
AR	9
FR	6
DE	5
CA	4
GB	4
HK	2
??	2
BE	1
BR	1
CH	1
CO	1
CY	1
CZ	1
MX	1
PT	1
RU	1
SC	1
SE	1

Tabla 3.14: Listado Top 300 por país

Luego, se filtró nuevamente el ranking con el fin de detectar los ISP ubicados en EEUU que generen un mayor impacto en la navegación del usuario. Así, se generó nuevamente un listado resumen, presentado en la Tabla 3.15, el cual enumera los ISP con una mayor cantidad de dominios asociados. Luego, con tal de cuantificar los ISP con mayor impacto en el volumen del tráfico cursado, se presenta una serie de figuras con el mismo recuento, pero considerando subgrupos cada vez más específicos, esto debido a que un mayor número de dominios asociados a un ISP, no se traduce necesariamente en un mayor tráfico para el mismo. El resultado de esto se presenta en la Figura 3.44, Figura 3.45, Figura 3.46, Figura 3.47 y Figura 3.48.

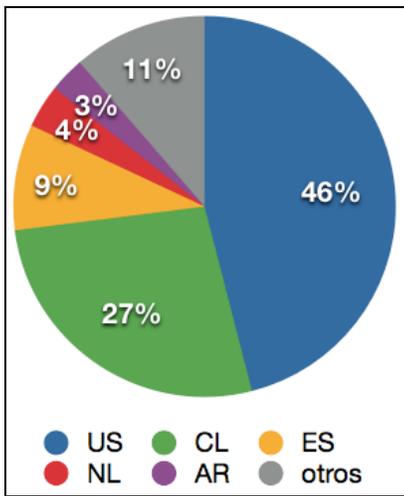


Figura 3.39: Top 300 Países

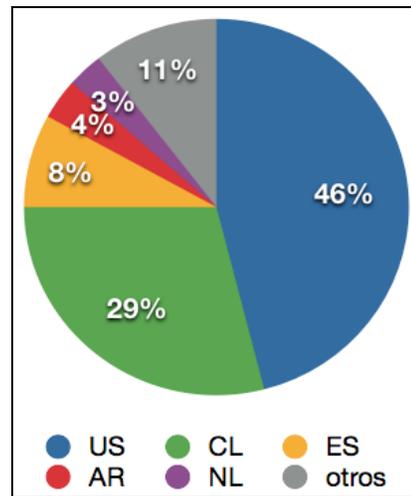


Figura 3.40: Top 200 Países

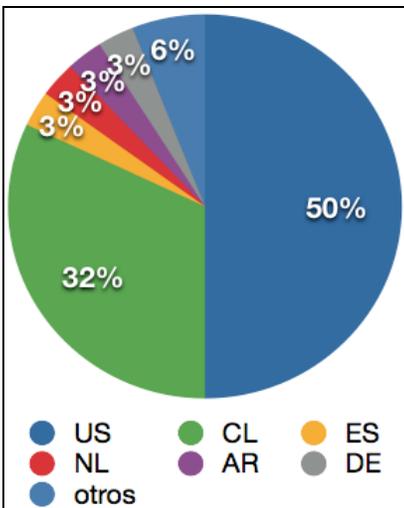


Figura 3.41: Top 100 Países

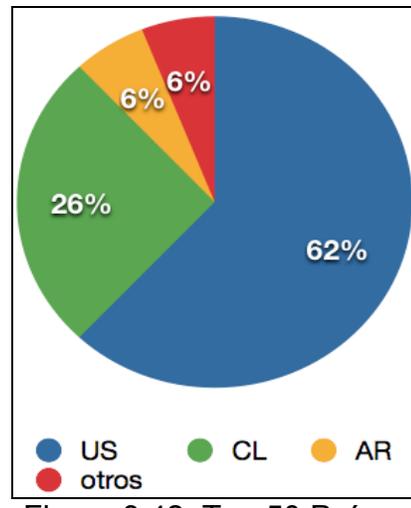


Figura 3.42: Top 50 Países

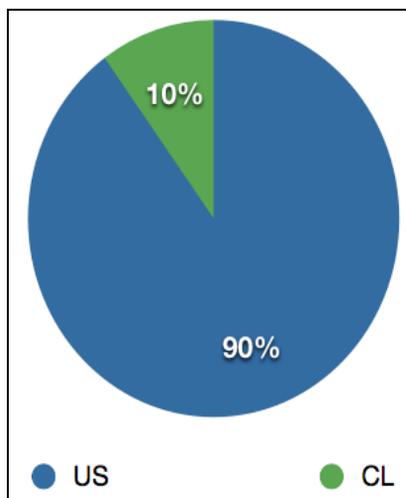


Figura 3.43: Top 10 Países

Top 300			
ISP	N°	ISP	N°
SoftLayer Technologies	17	FirstLook	1
THEPLANET.COM INTERNET SERVICES	12	FriendFinder Networks	1
Google	8	Global Net Access, LLC	1
AMAZON.COM	7	hi5 Networks	1
Microsoft Corp	6	IAC Search Media	1
Carpathia Hosting	4	Infinitum Technologies	1
Global Crossing	4	Inktomi Corporation	1
Disney Online	3	Internap Network Services	1
NTT America	3	ISPrime	1
Performance Systems International	3	Justin.tv	1
DataPipe	2	Limelight Networks, LLC	1
Hostway Services	2	LiveJournal	1
Layered Technologies	2	MEDIA TEMPLE	1
Level 3 Communications	2	Meebo	1
PHOTOBUCKET.COM	2	MONTICELLO NETWORKS	1
RACKSPACE.COM	2	Myspace	1
SAVVIS Communications Corporation	2	National Institutes of Health	1
SourceDNS	2	NOC4Hosts	1
Wikimedia Foundation	2	NoZone	1
Accretive Technology Group	1	Oversee.net	1
Adobe Systems	1	Peer 1 Network	1
ALLHOSTSHOP.COM	1	Phyber Communications, LLC.	1
AltaVista Company	1	Qwest Communications	1
America Online	1	Reality Check Network Corp.	1
APPLE COMPUTER	1	REDPLAID	1
BanCon	1	RIGHT MEDIA, LLC.	1
CALPOP.COM	1	Sands River Wireless	1
Carolina Internet	1	ServerBeach	1
Chooopa.com	1	Sprint	1
Cotendo	1	Swiftwill	1
Dell Computer Corporation	1	Terra Networks Operations	1
Double Click	1	United Layer	1
EBAY	1	Voxel Dot Net	1
Ezri	1	WebNX	1
Facebook	1	WZ Communications	1
FDCservers.net	1	Yahoo	1

Tabla 3.15: Listado Top 300 por ISP en US

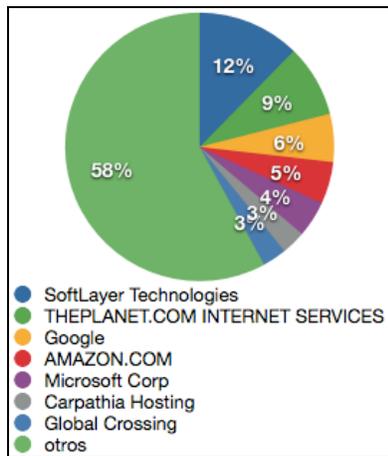


Figura 3.44: Top 300 ISP en EEUU

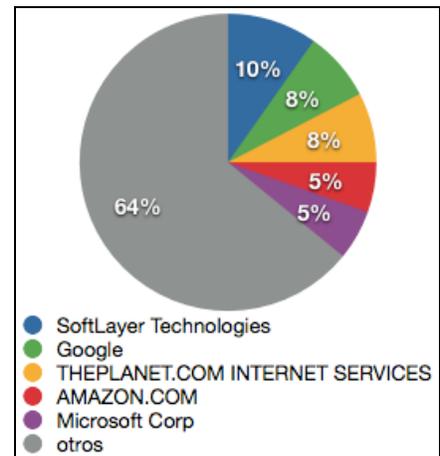


Figura 3.45: Top 200 ISP en EEUU

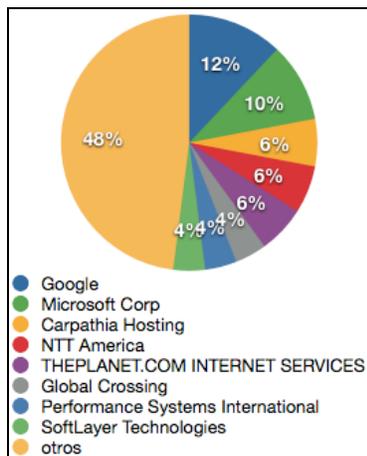


Figura 3.46: Top 100 ISP en EEUU

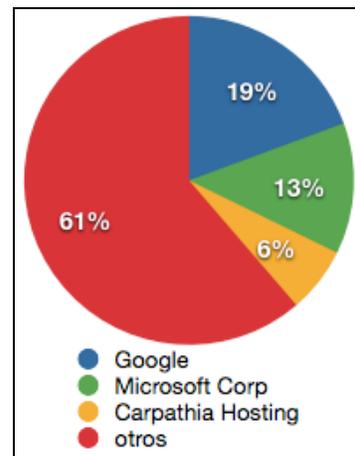


Figura 3.47: Top 50 ISP en EEUU

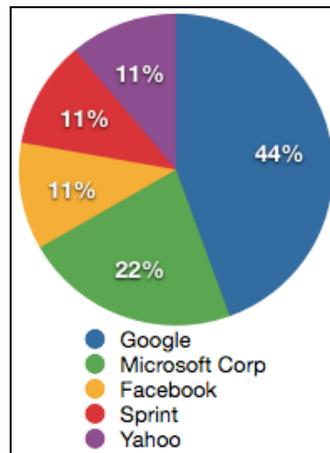


Figura 3.48: Top 10 ISP en EEUU

A partir del análisis presentado en las últimas 5 figuras, es posible clasificar estos ISP's en 3 categorías principales:

- ISP's con dominios de alto impacto: Corresponde a proveedores que publican sus propios contenidos y no prestan el servicio de hospedaje a terceros, sin

embargo, poseen un modelo de negocio exitoso que les da un alto nivel de impacto. Se destacan entre ellos: Google, Microsoft, Facebook y Yahoo.

- ISP's con múltiples dominios de impacto moderado: Incluye a las empresas que alojan contenidos a una gran cantidad de dominios, por lo cual generan impacto debido a la gran cantidad de dominios con los que cuentan. Entre ellos se puede nombrar a: Carpathia Hosting, The Planet.com, SoftLayer Technologies, Amazon y Global Crossing.
- ISP'2 de aparición esporádica: Corresponde a proveedores que proveen servicios de hosting a terceros, los cuales no cuentan con muchos dominios dentro del ranking elaborado. Incluye al 58% del total de los sitios considerados.

A partir de los datos recopilados, es posible elaborar observaciones adicionales a las realizadas, las cuales se presentan a continuación:

- Al igual que el análisis de tráfico global, se encuentra un número significativo de sitios asociados al servicio de descarga directa. Dichos dominios están alojados en los ISP's Carpathia Hosting (Mega - US) y Level 3 Comunicaciones (Rapidshare – DE).
- Se encuentra que parte de los proveedores de servicios CDN ya presentados en el análisis del tráfico global, hospedan un número significativo de los dominios analizados, dichas empresas son:
 - Level (3): 6 sitios (DE, NL, US, BE)
 - Global Crossing: 7 sitios (US, CL)
 - Sprint: 1 sitio (US)
 - NTT: 3 sitios (US, ES)
 - Savvis: 4 sitios (US, AR)
 - LimeLight: 1 sitio (US) – servicio CDN.

Sin embargo, ninguno de estos actores globales utilizan técnicas de content delivery para nuestro país, ni siquiera LimeLight quien es un CDN “puro” y líder en su categoría.

- No se detectó el uso de técnicas de content delivery por parte de ninguno de los ISP's considerados, es más, se detectaron dominios de contenido nacional y agrupaciones locales, alojados en servidores ubicados en US. Ejemplo de esto son los sitios presentados en la Tabla 3.16.

Ranking	Página
22	portalnet.cl
53	olx.cl
70	adoos.cl
78	dalealbo.cl
89	sitios.cl

106	lik.cl
120	computrabajo.cl
164	tarreo.cl
174	chilehardware.cl
220	mercadopublico.cl
231	prensafutbol.cl
249	zmart.cl
253	reclamos.cl
277	needish.cl
278	evisos.cl

Tabla 3.16: Dominios nacionales alojados en US

3.1.3.4 Proyección de la demanda

Llevar a cabo una proyección sobre el desarrollo de Internet en Chile no es tarea simple, dado que este tipo de estudios suelen considerar como elementos de entrada, un sinnúmero de variables económicas, las cuales si bien está relacionadas, en la práctica no son condiciones absolutas para explicar el desarrollo esta tecnología. Un caso claro corresponde al hecho de que en medio de un período de crisis económica, los niveles de penetración de Internet han aumentado en altas tasas, tanto en conexiones de redes fijas como conexiones inalámbricas móviles. En resumen, las variables económicas en este caso son útiles para justificar, pero no necesariamente para predecir comportamientos del mercado.

Al buscar motivos que justifiquen el desarrollo de las naciones en el marco de las telecomunicaciones, se han encontrado otros factores no necesariamente económicos, que influyen directamente en los niveles de desarrollo de cada país.

Se presenta a continuación una proyección existente para el mercado, junto con políticas que modelarán el desarrollo de las comunicaciones en Chile, para finalmente establecer un modelo de proyección propuesto por este trabajo.

3.1.3.4.1 Proyección de referencia

Como parte del Estudio Tarifario de Telefónica Chile realizado por la Subtel, se realizó un estudio de “Proyecciones de Banda Ancha”²¹, el cual entrega una proyección para los años 2009-2014, realizado a partir de datos existentes el año 2007. Se consideró una estimación desde el año 2008 en adelante, proyectando por separado la evolución de las conexiones a Internet fija y móvil, junto con las tasas mostradas en la Tabla 3.17.

	2008 - 2011	2012 - 2013
Tasa crecimiento fijo	9,9%	3,0%
Tasa crecimiento móvil	66,6%	15,0%

Tabla 3.17: Tasas consideradas en proyección

Así, los datos entregados por esta proyección se presentan en la Tabla 3.18, la cual estima un crecimiento a 3.6 millones de líneas al 2013. Estos datos son

²¹ Fuente: Estudio Tarifaria de Telefónica Chile, Anexo III.1.2

concordantes con las proyecciones presentadas independientemente por Telefónica²², debido a que utilizaron la misma consultora para el estudio.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fija	1.564.275	1.719.138	1.889.333	2.076.377	2.138.668	2.202.828
Móvil	231.695	386.004	643.082	1.071.375	1.232.082	1.416.894
Total	1.795.970	2.105.142	2.532.415	3.147.752	3.370.750	3.619.722

Tabla 3.18: Proyección 2008-2013

Por otra parte, esta proyección se actualizó según los datos disponibles por la Subtel a la fecha, de acuerdo con sus series estadísticas, disminuyendo levemente el número de conexiones esperado en el período. Se presentan los datos en la Tabla 3.19 y su gráfico en la Figura 3.49.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fija	1.427.178	1.586.518	1.743.583	1.916.198	1.973.684	2.032.894
Móvil		343.334	571.994	952.943	1.095.884	1.260.267
Total	1.427.178	1.929.852	2.315.578	2.869.141	3.069.568	3.293.161

Tabla 3.19: Proyección con datos actualizados 2008-2013

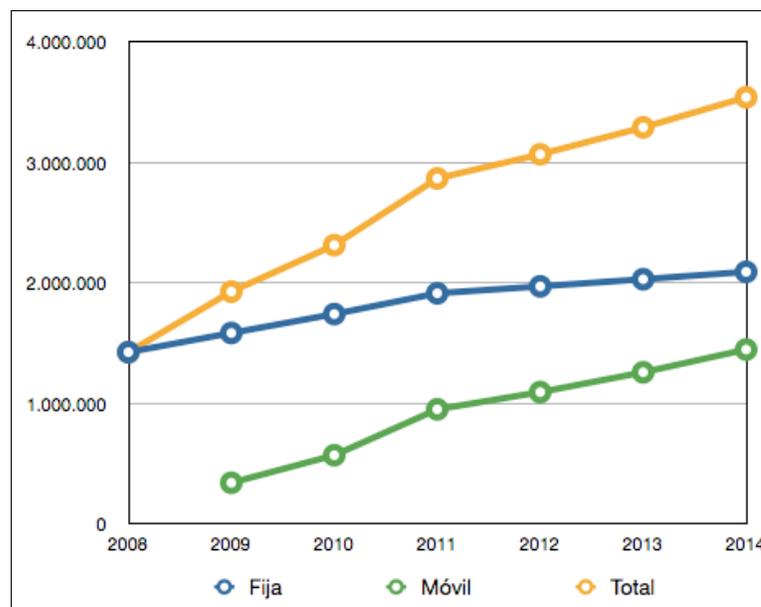


Figura 3.49: Proyección 2008-2013

3.1.3.4.2 Correlación entre penetración y PIB per cápita

Es interesante analizar el progreso de la penetración de Internet en Chile junto con el grupo de países de la OECD, donde se halla una correlación entre la penetración y el producto interno bruto de cada país, normalizado por la paridad del poder de compra en dólares. El resultado de este análisis se muestra en la Figura 3.50, donde se presenta la dispersión de los países de la OECD, junto con la evolución de Chile en la última década.

²² Fuente: Realidades de la Banda Ancha en Chile, Telefónica Chile.

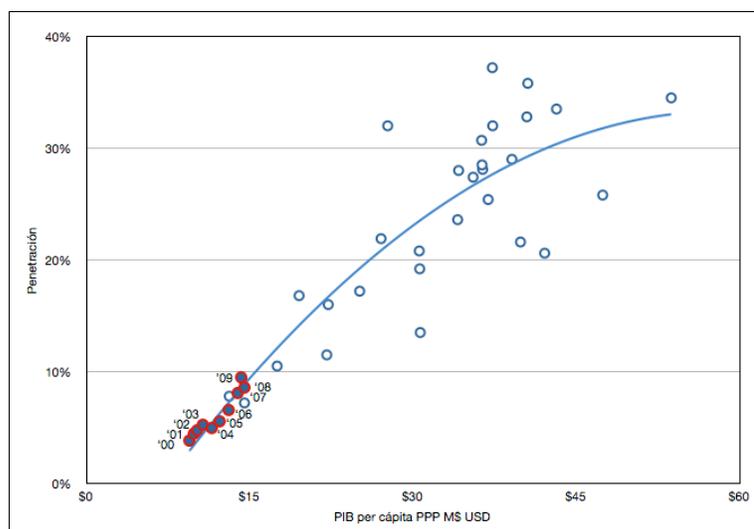


Figura 3.50: Penetración v/s PIB per cápita PPP M\$ USD

El factor de correlación hallado entre ambas series de datos es de 0.69, lo cual habla de una clara relación entre las variables consideradas. Además se observa claramente que Chile posee niveles similares de penetración con países de niveles equiparables de desarrollo económico, tales como Méjico y Turquía. Por otra parte, los países mas desarrollados, presentan niveles similares de penetración entre ellos, siguiendo la curva planteada, aún a mayores niveles de PIB per cápita, éstos se alejan más de la curva de tendencia polinomial creada a partir de los datos.

Se encuentran países destacados en cuanto al desarrollo de su infraestructura, que presentan una relación mayor entre Penetración y PIB per cápita, es interesante entonces indicar brevemente los motivos de esta situación²³:

- Corea del Sur²⁴: Si bien carece de la geografía adecuada para la instalación expedita de una red, así como posee un lenguaje completamente propio, lo cual podría dificultar su integración, muestra una de las tasas más altas de penetración. Su éxito se debe una adecuada estructura gubernamental, así como múltiples políticas públicas que promueven su desarrollo.
- Países Bajos: Posee una ubicación geográfica privilegiada, siendo punto de llegada de gran parte de los cables submarinos de EEUU a Europa, lo cual va de la mano de una adecuada política de promoción.
- Dinamarca: Posee una serie de políticas regulatorias adecuadas, que de manera temprana fomentaron el desarrollo del mercado en condiciones de libre competencia.

²³ Fuente: Situación de Chile en Materia de Precios de la Banda Ancha.

²⁴ Fuente: Broadband Korea: Internet Case Study

- Finlandia: Contó con una preocupación temprana en la regulación del mercado, así como políticas que promovieron su desarrollo, incluyendo subsidios en los sectores donde fuese necesario.
- Bélgica: Al igual que los casos anteriores, contó con políticas favorables al sector, que llegaron incluso a subsidiar los precios de los servicios.
- Islandia: Al igual que los Países Bajos, cuenta con una posición ventajosa desde un punto de vista estructural, por cuanto se encuentra en el nodo de encuentro entre las redes provenientes de EEUU y Europa, lo cual se vio complementado por políticas favorables al sector.

3.1.3.4.3 Estrategia digital

Tal como se comentó en el punto anterior, es crítico el apoyo gubernamental en el desarrollo de las telecomunicaciones, lo cual se traduce en un marco regulatorio claro, junto con políticas que incentiven la competencia y masificación de los servicios.

Así, el gobierno de Chile ha desarrollado una estrategia digital acorde con sus aspiraciones en la materia, básicamente se traduce como una política pública para profundizar el desarrollo de las tecnologías de información, como un eje impulsor del progreso de Chile²⁵.

De la estrategia digital planteada para los años 2007-2014, el cuarto objetivo específico planteado, está relacionado al desarrollo de la banda ancha en Chile, por cuanto postula “Aumentar la intensidad y profundidad de uso de TIC por estudiantes y sociedad civil”. De hecho, se plantean metas a alcanzar para el año 2012, de las cuales es interesante destacar la siguiente: “Duplicar las conexiones de banda ancha abarcando todo el territorio nacional”, lo que en la práctica y considerando 1.331.919 conexiones (fijas totales) para el 2007, plantea una meta de 2.663.838 conexiones para el 2012.

Demás está decir lo ambiciosa de esta meta, por cuanto requiere para su cumplimiento una sostenida tasa de crecimiento al considerar sólo conexiones fijas de banda ancha, sin embargo, esta condición se afloja al considerar las conexiones móviles dentro de este análisis, que presentan un mayor ritmo de crecimiento en comparación con las conexiones fijas.

3.1.3.4.4 Consumidores

Antes de iniciar cualquier proyección es necesario además conocer el medio sobre el cual se desea crecer, en particular, cuales son los espacios de crecimiento así como las principales trabas para que esto se produzca.

Si bien la penetración per cápita no alcanza a superar el 10%, la evolución del número de individuos con acceso a Internet se presenta distinta. Según el informe económico de la Cámara de Comercio de Santiago, al 2008 el 48% tiene acceso de alguna forma al servicio. Se presenta además la Figura 3.51, con la evolución de este

²⁵ <http://www.estrategiadigital.gob.cl/node/122>

indicador, a partir del cual queda en claro que cada vez en mayor medida, este servicio es parte de la vida diaria de gran parte de la población.

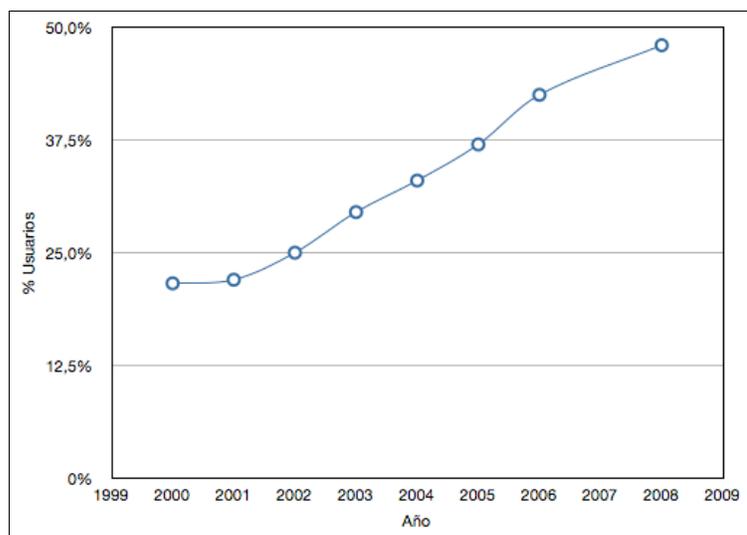


Figura 3.51: Porcentaje de usuarios con acceso a Internet

Otra forma de ver el acceso que poseen los usuarios al servicio, es analizando la penetración a nivel hogar de Internet. Este valor, si bien no es simple de estimar para comparar la penetración a nivel de países (debido a las diferentes condiciones culturales), es útil para caracterizar la real llegada del servicio a los hogares. Se presenta en la Figura 3.52 su evolución en la última década, notando que según su valor para el año 2009 (35,29%), cerca del 13% de los usuarios con acceso a Internet, no usan el servicio desde sus hogares, sino que desde sus lugares de trabajo o centros de acceso a Internet (café Internet).

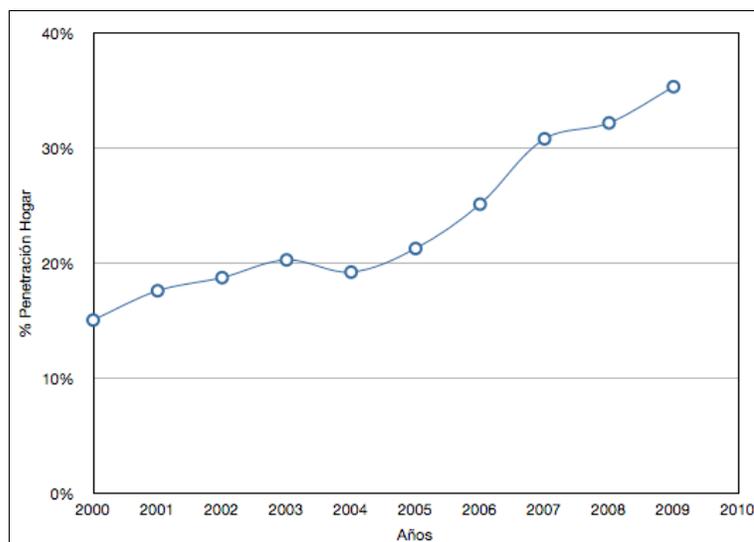


Figura 3.52: Penetración hogar

Por otra parte, al analizar el grupo de hogares que no cuentan con Internet y que no planean contratar el servicio en los próximos 3 meses²⁶, se considera el 56,6% del total país. Este grupo ha sido catalogado por sus motivos para no contratar el servicio, los cuales se presentan en la Figura 3.53.

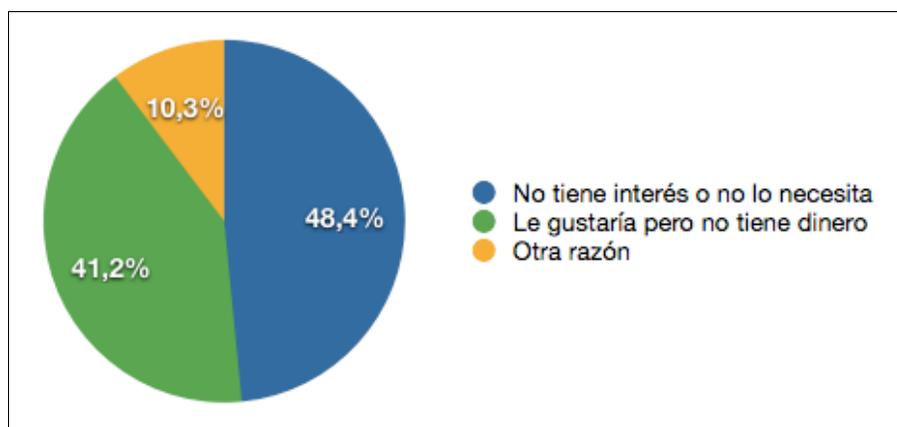


Figura 3.53: Motivos para no tener Internet

La conclusión directa a partir de estos datos, es que el 23,3% de los hogares estarían dispuestos a contratar el servicio ante un subsidio o política estatal adecuada, lo cual representa un total de 1.053.100 hogares, sobre un total de 4.519.490, es decir, más de un millón de nuevas conexiones, siempre y cuando se den los incentivos necesarios.

Por otra parte, la autoridad suele concentrar sus esfuerzos en lograr altos niveles de penetración en Internet, sin embargo, es poco abordada la velocidad de dicha conexión. En la sección 3.1.3.1.3 (página 70) se presenta la velo

3.1.3.4.5 Proyecciones

Se presentan a continuación 3 propuestas de proyección para el nivel de penetración per cápita del servicio²⁷, bajo tres metodologías distintas para abordar el tema. Estos modelos considerarán una proyección de 5 años, es decir, comprenderán el período 2010-2014.

Se trabajará sobre el número de conexiones fijas totales, no considerando el número de conexiones móviles, por cuanto las tasas de transferencias con las que trabajan estas últimas son muy bajas, junto con el atenuante de que su volumen de tráfico mensual se encuentra normalmente limitado por las compañías, lo cual disminuye el impacto de estas tecnologías en la red nacional. Por otra parte,

²⁶ Fuente: Encuesta de Satisfacción de Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones.

²⁷ Mediante las proyecciones de población del INE, se hace análogo proyectar penetración per cápita o número total de conexiones.

corresponde a un fenómeno reciente, por lo cual no existe suficiente información que permita hallar tendencias y relaciones para una proyección.

3.1.3.4.5.1 Proyección conexiones GOV

Para este caso, se establece el supuesto de un eficiente accionar por parte de la estrategia digital planteada en el gobierno para el período 2007-2012, es decir, se logre duplicar el número de conexiones existentes el 2007 al 2012.

Si bien actualmente la tasa de crecimiento para las conexiones de banda ancha fija, no presenta un crecimiento que permita considerar realizable esta posibilidad, existen antecedentes que dan espacio a la factibilidad de este logro, los cuales fueron presentados en la sección 3.1.3.4.4 (página 93). Así, se hace necesaria un grupo de fuertes y activas políticas de incentivos y subsidios, así como un cambio en la clasificación del servicio de Internet por parte de la ley, dejando de ser un servicio complementario y pasando a ser un servicio público de telecomunicaciones, lo cual cambiaría los niveles de prioridad que se le han asignado al tema.

Para que ocurra lo planteado es necesario que la tasa de crecimiento de pase del 11% actual a un 18% sostenido en el tiempo. Además, para efecto de esta proyección, se asumirá que la tasa de crecimiento para las conexiones fijas se mantendrá constante a lo menos hasta el año 2014.

La Figura 3.54, presenta la penetración generada por el modelo en el intervalo considerado, la cual toma una dinámica similar a la encontrada en economías similares al momento de iniciar fases aceleradas de crecimiento en Internet, lo cual queda claro al analizar la Figura 3.31.

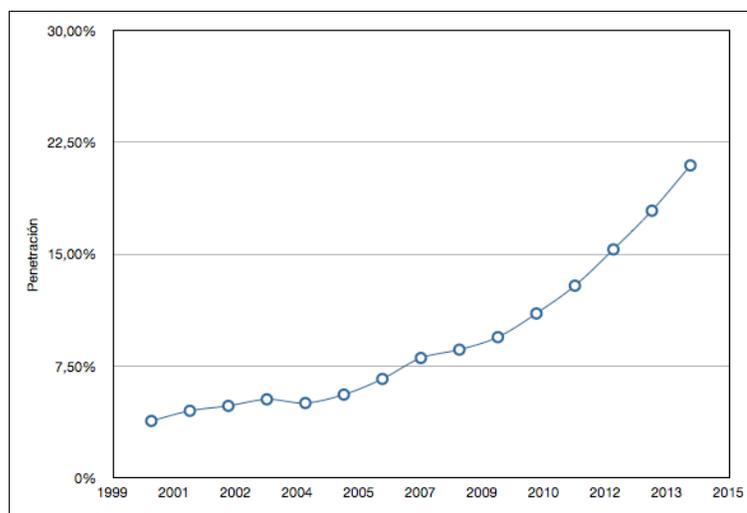


Figura 3.54: Modelo lineal según estrategia digital GOV

3.1.3.4.5.2 Proyección conexiones CNX

Esta aproximación se trata de un modelo polinomial simple ajustado a los datos para las conexiones con datos entre los años 2000 y 2009, tal como se presenta en la Figura 3.55, y se basa en el supuesto de una tendencia constante, de acuerdo a lo ocurrido los últimos años.

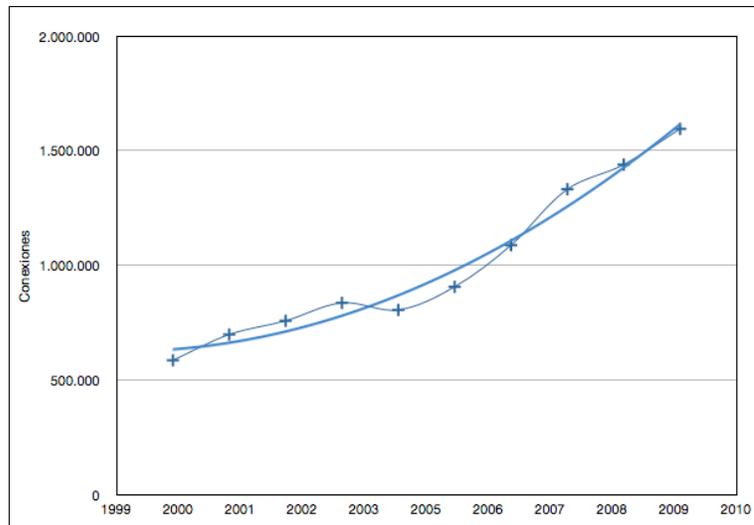


Figura 3.55: Ajuste modelo polinomial

El modelo resultante junto con su coeficiente de determinación (R^2), se presentan a continuación:

$$y = 10038,95x^2 - 40137090,73x + 40118997132,15$$

$$R^2 = 0,9766$$

Luego, estos valores son con divididos por la proyección de la población en sus años correspondientes, generando la proyección para la penetración en el período propuesto. El modelo generado para el período 2010-2014 se presenta en la Figura 3.56.

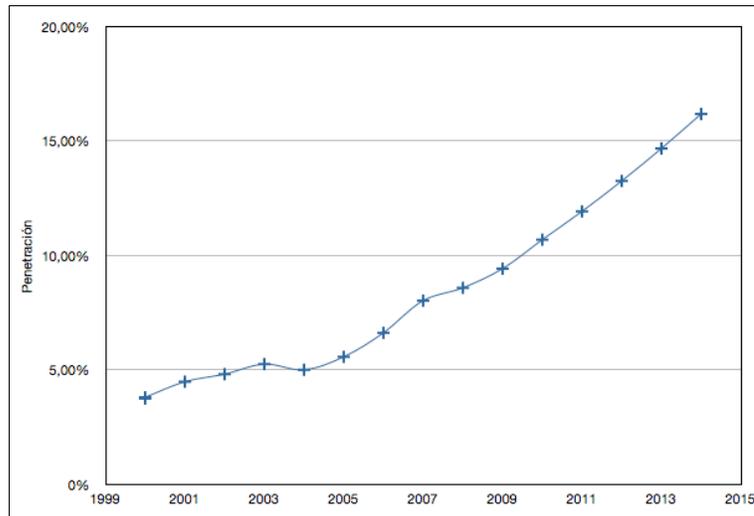


Figura 3.56: Proyección 2010 – 2014 modelo polinomial CNX

3.1.3.4.5.3 Proyección conexiones PEN/PIB

En base a la correlación presentada entre PIB per cápita PPP y penetración²⁸, se buscó la línea de tendencia que representa de mejor forma a los datos. Dicha línea de tendencia se presenta en la Figura 3.50 y corresponde a un modelo de ajuste polinomial, que presenta las siguientes características:

$$y = -0,0001x^2 + 0,0148x - 0,1001$$

$$R^2 = 0,8471$$

Se observa claramente en la Figura 3.50 que la serie de datos para Chile de la última década se ajusta de buena forma a la curva, por lo cual se propondrá como un modelo de proyección para la penetración, esta línea de tendencia encontrada. Para los valores de entrada del modelo, se utilizará la proyección para el PIB per cápita de Chile, presentado por el Fondo Monetario Internacional (estimaciones a partir de 2009). Así el modelo propuesto presenta sus resultados en la Figura 3.57.

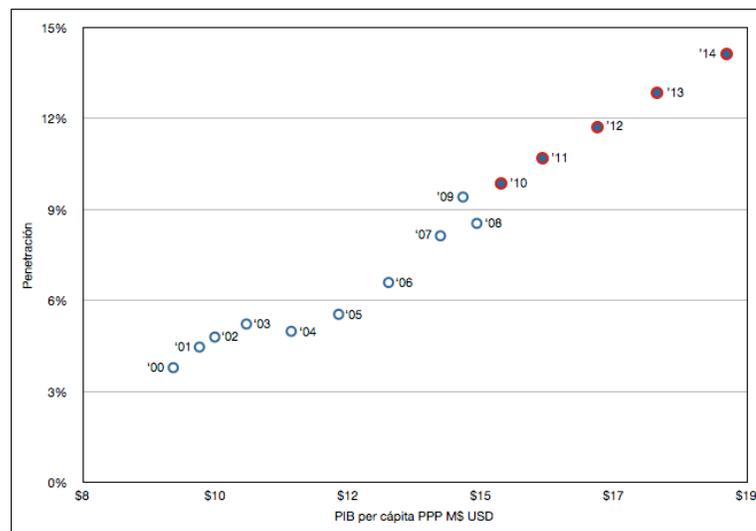


Figura 3.57: Proyección 2010 – 2014 modelo polinomial PEN/PIB

Bajo este modelo y de mantenerse las condiciones actuales del mercado, la penetración en banda ancha per cápita para Chile, estará fuertemente relacionada con su nivel de desarrollo económico.

3.1.3.4.5.4 Proyección ancho de banda

Para analizar la capacidad requerida de un sistema, es necesario considerar no sólo el número de conexiones que este acepte, sino que también la velocidad promedio de dichas conexiones.

²⁸ Cálculo per cápita considerando líneas fijas totales (dedicadas + conmutadas).

El historial relativo a la velocidad de las conexiones fue abordado en la sección 3.1.3.1.3 (página 70), y a partir de dicha información se presenta una proyección para la velocidad promedio de bajada en los próximos años.

Dicha proyección presenta un mayor grado de dificultad, por cuanto existe un gran número de variables que pueden afectar su desarrollo, por parte tanto usuarios como de proveedores, mediante la contratación de los servicios por parte de los primeros y la factibilidad de expandir sus capacidades por parte de los segundos. Aún más, existen diversas tecnologías de conexión para usuario final, así como varias velocidades de conexión dentro de cada tecnología y por categoría de usuario (residencial o empresa).

Para simplificar el problema, se abordó como una proyección de la serie de tiempo generada con los datos existentes (provistos por Subtel), considerando una tasa promedio ponderada, con la misma metodología presentada en la sección 3.1.3.1.3. Se encontraron las líneas de tendencia de estos datos bajo 3 metodologías (tendencia lineal, polinomial y potencia) que se ajustaban de buena forma a los datos, y a partir de las cuales se proyectó en el período 2010-2014, tal como se presenta en la Figura 3.58.

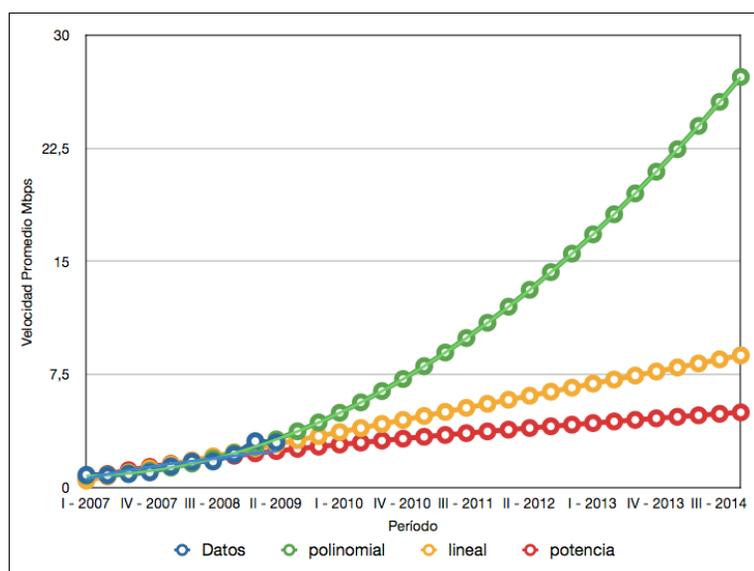


Figura 3.58: Proyecciones ancho de banda

A partir de estas secuencias de datos, es posible aventurar el planteamiento de tres escenarios de desarrollo posible:

- Optimista: Corresponde a la interpolación polinomial de los datos y supone un rápido crecimiento en el ancho de banda con el cual se conectan los usuarios. Este escenario es similar al presentado por los países líderes en el desarrollo de Internet, lo cuales gozaron un fuerte apoyo gubernamental para generar un rápido crecimiento de sus servicios, tanto en penetración como en ancho de banda. Para que sea posible, se requeriría una fuerte impulso en las inversiones a nivel regional, con tal lograr la instalación de nuevas redes de F.O. En esta interpolación, el modelo generado se ajusta a los datos con un factor: $R^2=0,961$, el mejor de los tres desarrollados.

- Conservador: Se limita a la interpolación de los datos mediante una recta ajustada, esperando, mejoras sostenidos pero graduales, en el ancho de banda por parte de los servicios entregados por los ISP. El modelo se ajusta a los datos con un factor: $R^2=0,9041$.
- Optimista: En este caso se considera la interpolación por potencia de los datos, y se presenta un estancamiento en el crecimiento de la banda ancha, lo cual se explicaría con una falta de inversión por parte de los operadores en nuevos tendidos de F.O. submarina. Este escenario no se encuentra lejano en absoluto, pues hace varios años que no se realizan inversiones significativas en nuevos tendidos para Latinoamérica, y sólo se han implementado proyectos de mejoras para las redes actuales. La interpolación de potencia se ajusta a los datos existentes con un factor: $R^2=0,7956$

3.1.3.4.5.5 Proyección capacidad internacional versus local

Una vez conocida la capacidad de banda ancha instalada a nivel local, es posible compararla con la capacidad instalada de banda ancha en enlaces internacionales, esto básicamente para establecer una relación que permitirá estimar el crecimiento necesario en la capacidad de los enlaces internacionales al momento proyectar la evolución en el número de conexiones existentes, así como la velocidad de navegación de los usuarios. La capacidad local instalada fue considerada como el número de conexiones totales existentes, multiplicada por la velocidad de banda ancha promedio instalada, lo cual entrega un valor en Gbps.

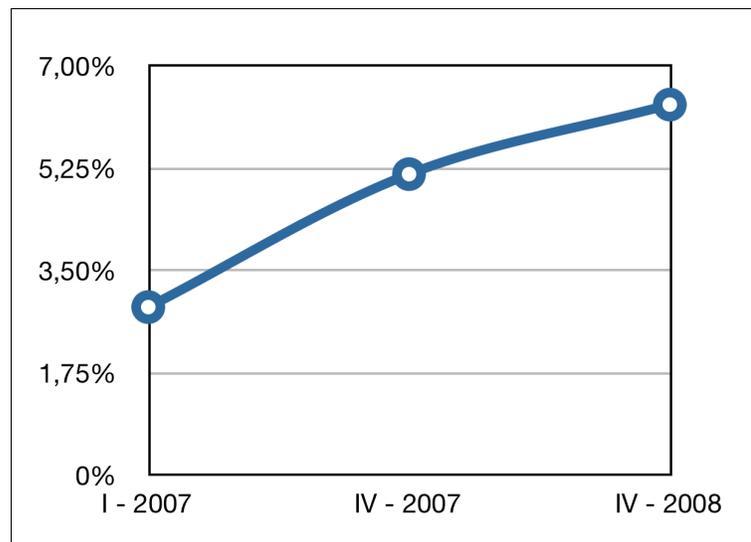


Figura 3.59: Capacidad internacional versus local

La comparación se presenta en la Figura 3.59, donde se puede ver que en el primer cuarto del 2007, la capacidad en enlaces internacionales representaba un 2,87% en contraste con la capacidad total del sistema, pasando a ser un 5,14% a finales del mismo año y un 6,33% a finales del 2008. Lamentablemente no se cuenta con información histórica previa, como para modelar de manera confiable una tendencia, sin embargo, es necesario interpolar este modelo con tal de estimar las necesidades de la capacidad internacional a futuro. De todas formas no es muy aventurado realizar esta

parametrización, ya que según se observa, el desarrollo en el crecimiento de ambos tipos de capacidades sigue una relación estable en el tiempo. El resultado de la estimación planteada se presenta en la Figura 3.60, la cual estima un tamaño relativo del 9,86% al comparar entre la capacidad local e internacional instalada.

Estos valores concuerdan con la intuición de lo esperado, ya que la capacidad en ancho de banda local, hace referencia a la suma de las capacidades de todas las conexiones fijas instaladas, las cuales claramente no se mantienen activas durante todo el día, sino que por el contrario, suelen ser utilizadas sólo un período menor de tiempo, de acuerdo con las actividades diarias de los usuarios.

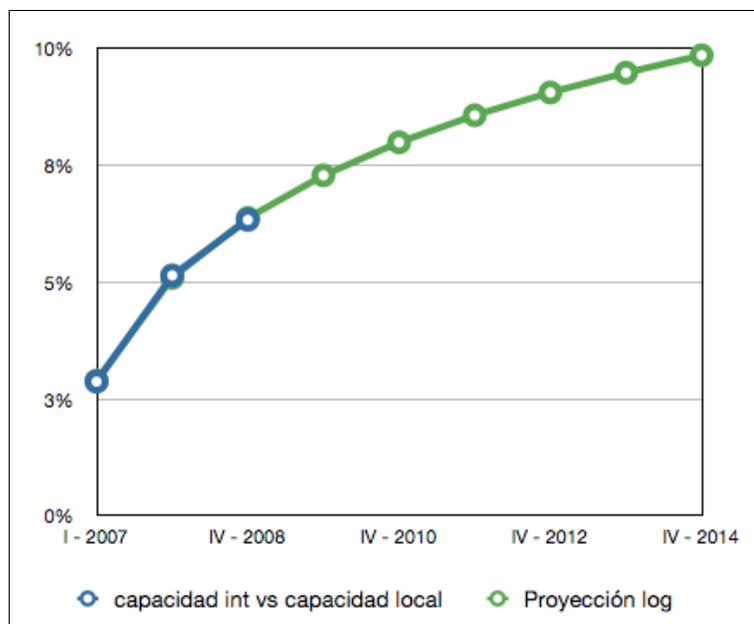


Figura 3.60: Proyección capacidad internacional versus local

3.1.3.4.5.6 Escenarios

Se han definido 3 escenarios posibles tanto para el desarrollo de la penetración per cápita, como para el incremento del ancho de banda, los cuales en resumidas cuentas se presentan en la Tabla 3.20 y Tabla 3.21 respectivamente.

Modelo	Caso	% Penetración 2014
GOV	Optimista	20,94%
CNX	Conservador	16,18%
PEN/PIB	Pesimista	14,12%

Tabla 3.20: Resumen proyecciones penetración

Proyección	Caso	Mbps promedio 2014
Polinomial	Optimista	27,23
Lineal	Conservador	8,76
Potencia	Pesimista	4,97

Tabla 3.21: Resumen proyecciones ancho de banda

Además se ha establecido una relación entre el desarrollo de la capacidad local instalada, en contraste con la capacidad internacional instalada, cuya progresión se presenta en la Tabla 3.22.

Año	Cap int vs local	Modelo
I - 2007	2,87%	2,89%
IV - 2007	5,14%	5,09%
IV - 2008	6,33%	6,37%
IV - 2009	-	7,28%
IV - 2010	-	7,99%
IV - 2011	-	8,57%
IV - 2012	-	9,06%
IV - 2013	-	9,48%
IV - 2014	-	9,86%

Tabla 3.22: Modelo capacidad internacional versus local

3.1.3.4.5.7 Proyección capacidad internacional

Se utilizarán todas las proyecciones elaboradas anteriormente, junto con sus eventuales escenarios con tal de configurar posibles escenarios para la necesidad de capacidad en enlaces internacionales durante el período de estudio.

Como se mencionó en la sección anterior, se estimará la capacidad total en conexiones locales del sistema como:

$$\text{Capacidad} = \text{Conexiones} \bullet \text{velocidad promedio}_{\text{de bajada}}$$

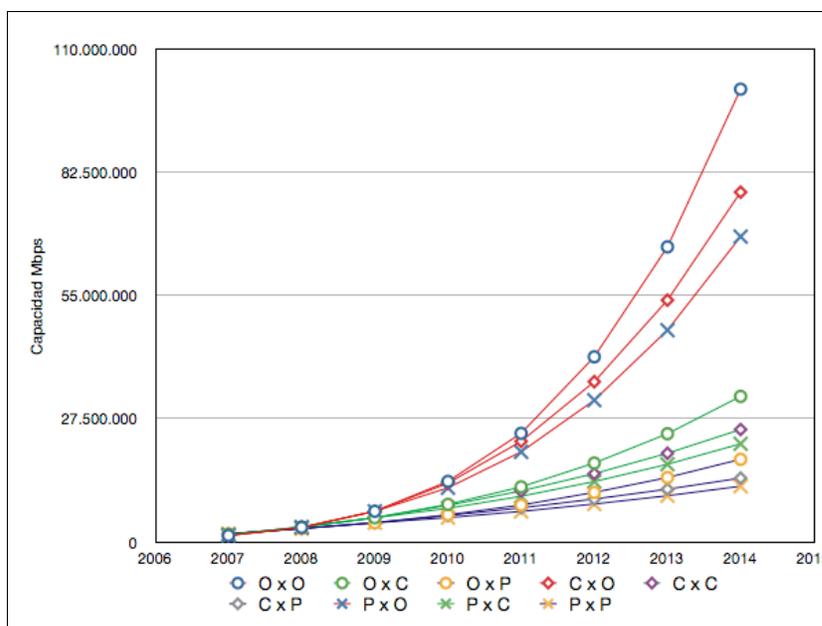


Figura 3.61: Proyecciones para la capacidad local instalada

Utilizando los resultados previamente expuestos, al calcular una proyección de la capacidad local instalada se generarán 9 casos posibles, tal como se presenta en la Figura 3.61. Cada curva fue calculada según la fórmula anterior, por lo cual la etiqueta

OxC, correspondería a la proyección optimista en conexiones junto con la proyección conservadora para el ancho de banda.

Un primer resultado observado a partir de la figura anterior, reside en el hecho de que se pueden distinguir 3 conjuntos de resultados, los cuales quedan determinados por el caso optimista, conservador y pesimista para la proyección en el ancho de banda, los cuales quedan mostrados en las curvas rojas, verdes y azules respectivamente. Es decir, la principal variable a considerar para proyectar la capacidad instalada a nivel local, corresponde al ancho de banda que ofrezcan las empresas proveedoras de Internet, para cada conexión contratada. Otra observación pertinente es existe una marcada diferencia entre las proyecciones considerando un caso optimista para el desarrollo del ancho de banda u otro caso.

Para proseguir el análisis se optará por 3 casos representativos, con lo cual se definirán esquemas optimista, conservador y pesimista para la proyección de la capacidad local instalada. Esta elección queda descrita en la Tabla 3.23 junto con la Figura 3.1, así como los datos proyectados en cada caso para el período 2010 – 2014.

	Conexiones x Ancho de Banda		
	C x O	C x C	C x P
	CNX x pol	CNX x lin	CNX x pot
Año	Optimista	Conservador	Pesimista
2007	1.318.969	1.318.969	1.318.969
2008	3.142.494	3.142.494	3.142.494
2009	6.864.411	5.417.332	4.304.122
2010	13.127.636	8.163.508	5.898.420
2011	22.454.121	11.393.732	7.630.505
2012	35.751.581	15.248.873	9.586.744
2013	53.933.595	19.793.501	11.788.040
2014	78.016.282	25.092.187	14.252.644

Tabla 3.23: Casos proyección capacidad local

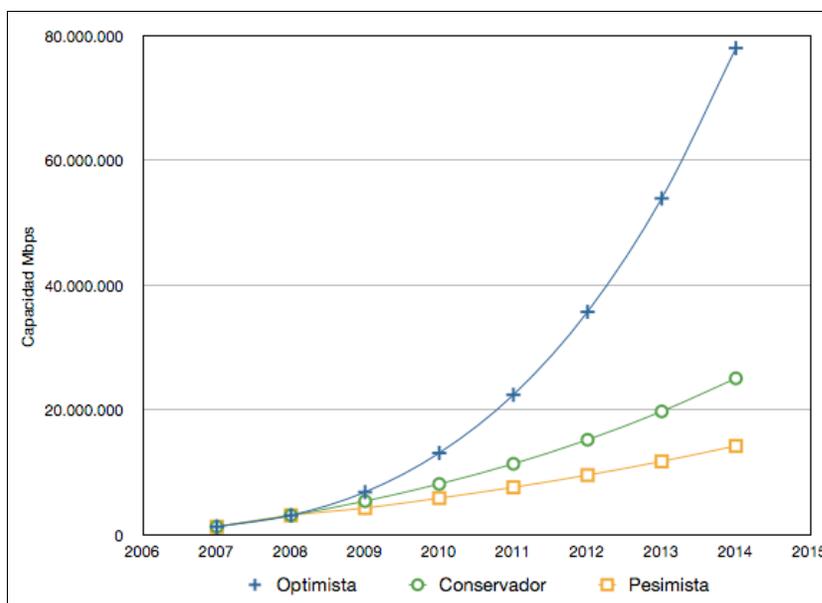


Figura 3.62: Proyecciones escogidas

En el desarrollo anterior, se determinó cual sería el requerimiento en capacidad internacional, en función de las proyecciones realizadas para la capacidad instalada a nivel local. Luego, se comparará este resultado con el obtenido de proyectar de manera simple (proyección polinomial y por potencia) las series disponibles para la capacidad en ancho de banda internacional de bajada, presentados previamente en la sección 3.1.2.1.1 (página 55). Se presenta en la Figura 3.63, el conjunto de ambos grupos de proyecciones, es decir, capacidad internacional requerida, junto con la capacidad internacional esperada según su comportamiento los últimos años.

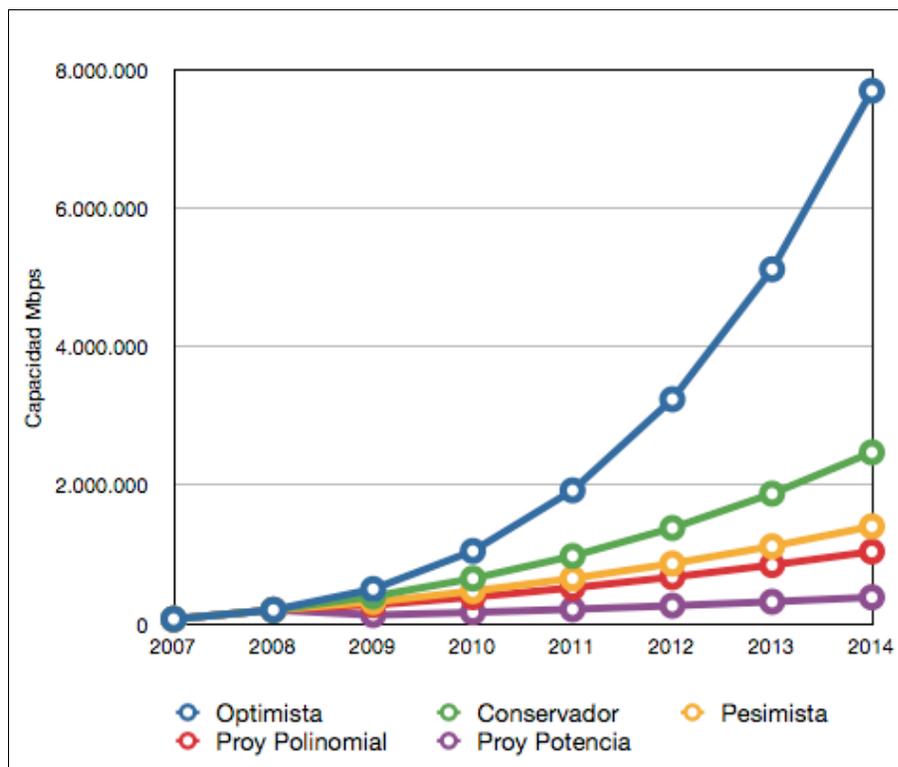


Figura 3.63: Proyecciones de capacidad internacional

A partir de estos datos salta una conclusión inmediata: la capacidad proyectada según las tendencias históricas de crecimiento es inferior en ambos modelos a las proyecciones para la capacidad requerida a desplegar (demanda), en la práctica, las empresas proveedoras verán limitado su crecimiento y ganancias debido a estas limitaciones en capacidad.

3.2.- Propuesta de solución

La hipótesis principal de este trabajo, plantea que ahorro en el uso de los enlaces internacionales por parte de los ISP's nacionales, impactará directamente en sus estructuras de costo y por consiguiente, podría redundar en una disminución de las tarifas a nivel usuario.

Por otra parte, según lo presentado en la sección 3.1.2.- (página 55) la capacidad existente en enlaces internacionales, excede por un pequeño margen la demanda por el servicio (considerando un 50% de la capacidad libre por respaldo). Esto, sumado a una falta de nuevos proyectos de fibra óptica submarina o terrestre internacional, limitan el

crecimiento de los anchos de banda (de bajada y subida) en el corto y mediano plazo. Se hace necesario entonces, generar estrategias para el manejo de contenidos que permitan mejorar el uso de los recursos existentes, permitiendo así liberar capacidad en enlaces internacionales, que permita en definitiva ofrecer nuevos servicios o mejorar los existentes.

En las secciones anteriores se realizó un análisis con tal de caracterizar tanto al usuario, como el mercado de las telecomunicaciones y los proveedores de contenidos; lo cual permitirá en definitiva plantear una solución que se ajuste a los requerimientos y necesidades del país.

En esta sección, se utilizará el concepto de Content Delivery Network (CDN), que hace referencia no a una solución en particular, sino que a un conjunto de soluciones y protocolos desarrollados para lograr un conjunto de mejoras y beneficios en el desempeño de redes distribuidas geográficamente. Parte de este conjunto de soluciones, en particular las utilizadas en la propuesta de solución a la problemática, están descritas en el Capítulo 2.

En base a la sección 3.1.3.3 (página 78), se puede afirmar que los consumidores utilizan normalmente las aplicaciones descritas en la Tabla 3.24.

Ranking	Aplicación	2007	2009	Cambio
1	Web	41,68%	52,00%	24,76%
2	Video	1,58%	2,64%	67,09%
3	VPN	1,04%	1,41%	35,58%
4	Email	1,41%	1,38%	-2,13%
5	News	1,75%	0,97%	-44,57%
6	P2P	2,96%	0,85%	-71,28%
7	Games	0,38%	0,49%	28,95%
8	SSH	0,19%	0,28%	47,37%
9	DNS	0,20%	0,17%	-15,00%
10	FTP	0,21%	0,14%	-33,33%
	Otros	2,56%	2,67%	4,30%
	No Clasificados	46,03%	37,00%	-19,62%

Tabla 3.24: Aplicaciones basadas en la Web

Las aplicaciones descritas anteriormente, pueden ser clasificadas de manera general en las siguientes categorías:

- Páginas Web de contenido estático: Incluye a elementos parciales o totales de un sitio, los cuales varían poco o no varían en el tiempo, por lo cual facilitan su clasificación y respaldo en sistemas ajenos al servidor que provee los contenidos. Se pueden considerar en esta categoría sitios que permiten la descarga de contenidos, tales como servicios de descarga directa.
- Páginas Web de contenido dinámico: Son los sitios más populares actualmente, en los cuales las páginas son generadas a medida que el usuario las solicita, por lo cual, un sitio es capaz de generar ilimitadas páginas de acuerdo con los parámetros que se le entreguen al momento de realizar la solicitud.

- Servicios de contenido dinámico: Corresponde a servicios adicionales, personalizados al usuario que los suscribe y abarcan un gran número de plataformas, tales como: aplicaciones Web, correo, noticias juegos, etc.
- Servicios de contenido estático: Son servidores que almacenan archivos y contenidos para ser descargados de manera remota, tales como FTP.
- Servicios de streaming: Corresponde a servicios de visualización de contenidos en tiempo real, los cuales pueden estar ubicados dentro de un sitio Web o a través de aplicaciones de escritorio. Poseen la ventaja de no requerir la descarga completa del archivo multimedia, para iniciar su reproducción. Algunos ejemplos de esto son los servicios de Youtube.com, radios y televisión por Internet, Realplayer, Hulu.com, etc.
- Servicios P2P: Asociados a programas y protocolos que permiten la libre distribución de contenidos entre usuarios, los cuales genera un sistema desagregado de descargas, generalmente ligados a un servidor indexador central que las coordina.

Se han desarrollado técnicas especializadas para todos estos servicios con mayor o menor niveles de éxito, ligadas a la filosofía Content Delivery, entre las cuales se cuentan: web caching, uso de proxies, re-ruteo por DNS, re-escritura de HTML, etc. Parte de estas herramientas, en particular las utilizadas en los planteamientos a continuación, están detalladas en el Capítulo 2.

Para la solución del problema planteado, se pueden considerar dos enfoques de solución:

- Adaptación del ISP: Considera la implementación de los protocolos e infraestructura que le permitan optimizar el uso de sus recursos en el backbone mundial. Estas técnicas, tal como ya se mencionó, son especializadas según el tipo de servicio que se desee optimizar.
- Implementación de un CDN: Considera la creación de un CDN, o promover la llegada de un actor relevante ya existente, el cual implemente la infraestructura y tecnologías necesarias.

Se profundizará a continuación en ambas propuestas:

3.2.1.- Adaptación del ISP

La raíz de esta propuesta requiere que un ISP, evoluciones desde un proveedor de red (conectividad), hacia un proveedor de servicios de contenido.

Un ISP, provee una variedad de servicios de Internet tanto a proveedores como consumidores de contenido, generalmente a lo largo de una amplia región geográfica. Se muestra a modo de ejemplo el mapa de red para Chile de un ISP modelo en la Figura 3.64, donde se presentan las redes backbone, a las que tiene acceso la empresa, las cuales se extienden entre grandes centros urbanos y hacia otros países, junto con redes backhaul que conectan sus nodos regionales y locales, definiendo su área de servicio.

Es posible e incluso conveniente para la empresa, que esta red no le pertenezca en su totalidad ni sea operada por un único agente. Por ejemplo, una empresa puede poseer y operar una red troncal, vendiendo conexiones a otros, quienes poseen presencia en redes regionales, los cuales se conectan a sus diversos nodos locales.

Se muestra en la Figura 3.65, el modelo para un nodo local propuesto. Cada uno de estos nodos, sirve a una variedad de clientes, es decir, redes empresariales que contratan servicios WAN u otros ISP menores, los consumidores de contenidos (usuarios residenciales) contratarán acceso al servicio de Internet y los proveedores de contenidos, contratarán servicios de hosting.

Un grupo de Gateway routers del ISP, conectarán los nodos regionales, así como las redes WAN de las empresas que los hayan contratado. Proveerán conectividad además con otros ISP's a través de los PIT's establecidos a lo largo del país.

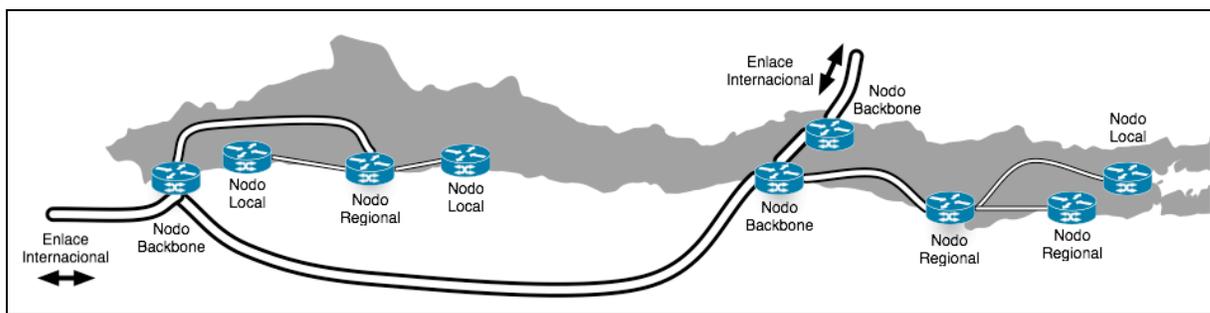


Figura 3.64: Mapa de red ISP modelo

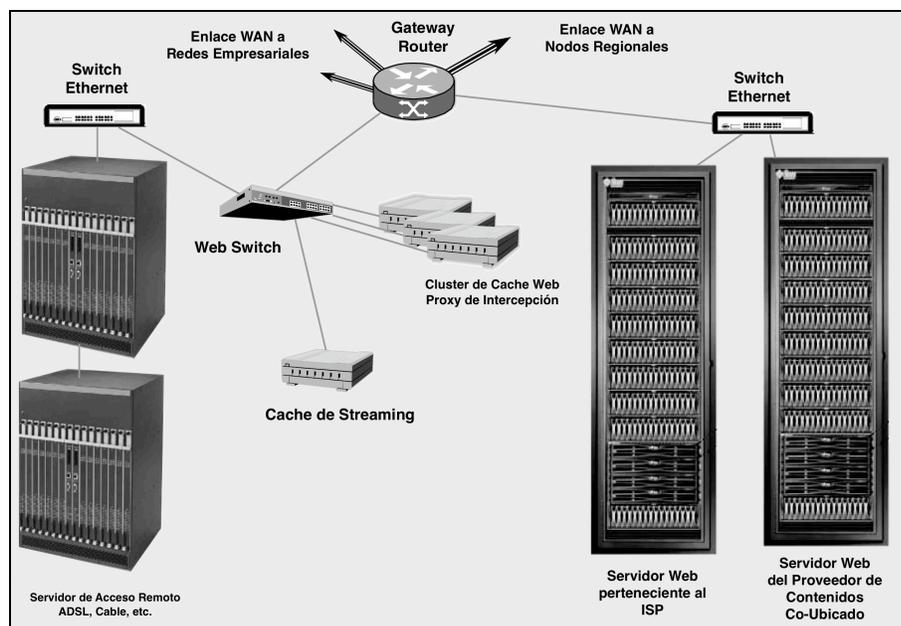


Figura 3.65: Nodo regional propuesto como solución para un ISP

Los usuarios residenciales, se conectan (referencia a la Figura 3.65) a través de los Servidores de Acceso Remoto (RAS – Remote Access Server), por medio de marcación conmutada, servicios ADSL o acceso basado en cables, lo cual quedará determinado por sus necesidades de banda ancha y presupuesto disponible. Diversos

RAS están dedicados a cada tipo de acceso, cada uno de los cuales está conectado a través del Web Switch, hacia el cluster de proxies de intercepción, antes de ser conectados Gateway Router. Este arreglo provee servicios caché a cada usuario, sin que estos requieran configurar sus exploradores Web para que identifiquen el Proxy. Esto acelera su acceso y reduce las necesidades de ancho de banda para el nodo local. El Cluster de servidores caché, incluye servicios de caché tanto estático como de streaming.

La estructura jerarquizada de la red, es utilizada para implementar aplicaciones de caché. Servidores de caché de grandes capacidades, están localizados en cada nodo regional y servidores incluso más grandes están ubicados en los nodos troncales. Así, intento fallido de búsqueda en el caché del nodo local, desata la consulta al caché del nodo regional, si ésto falla, el requerimiento es elevado al servidor caché del nodo troncal y si esto no arroja resultados positivos, se consultará al servidor de origen. Será necesario que el operador de la red mida de manera continua su desempeño, con tal de ajustar la configuración de los servidores de caché, en pos de lograr el mejor balance entre velocidad y ahorros de ancho de banda.

Es necesario acotar que el uso de proxies de intercepción debe ser informado a los usuarios del servicio, junto con los beneficios y limitaciones que estos conllevan. Si bien se espera que la mayor parte de los usuarios estén de acuerdo con su uso, es probable que existan usuarios preocupados de la seguridad y resguardo de su información debido al empleo de estos servicios, los cuales deberán ser excluidos desde el Web switch, con tal de que sus requerimientos no pasen a través del Proxy de intercepción.

Una forma de alto impacto para generar ahorros en los tráficos cursados a través del backbone, es transformar el ISP en un servidor de contenidos, de esta forma los proveedores de contenidos alojarán sus contenidos en servidores Web ubicados en los nodos locales, en este punto el ISP puede ofrecer dos opciones de hosting. Una opción es utilizar servidores Web de propiedad del ISP, la cual está orientada a los proveedores de contenido que no poseen servidores propios. Los proveedores de contenido tendrán la ventaja adicional de simplificar sus decisiones de hosting relacionadas con la selección, compra, instalación, operación y mantenimiento de los servidores Web. Si bien este caso no corresponde al de los mayores generadores de contenidos, ayudará a disminuir el tráfico entre los nodos locales del ISP, por cuanto supone la duplicación de los contenidos en cada nodo local donde sean frecuentemente solicitados.

Una segunda opción es co-ubicar un servidor Web propiedad del proveedor de contenidos, dentro de las instalaciones del ISP en algún nivel (nacional, regional, local). Estos servidores son operados por sus dueños, los proveedores de contenidos, mientras que el ISP sólo provee la conectividad, junto con los servicios asociados al sitio, tales como el espacio físico, energía y seguridad. Varios acuerdos para la operación de los equipos pueden ser establecidos, intercambiando responsabilidades entre los proveedores de contenidos y el ISP.

Los cargos por los últimos dos servicios descritos difieren en varias opciones, por lo cual el proveedor de contenidos tiene la opción de contratar al ISP por:

- Ancho de banda y servicios en el sitio.
- Ancho de banda y soporte en la operación.
- Ancho de banda, soporte en la operación y servicios en el sitio.

En cualquier caso, los servidores están conectados a través del router Gateway y son accesibles a través de Internet a cualquier usuario.

Este modelo es el que mejor se ajusta a gran parte de los generadores de contenidos en páginas Web dinámicas, pues éstos poseen generalmente sus propios servidores, tal como se presenta en la sección 3.1.3.3.2.2 (página 84), así como también a todo servicio de contenido no necesariamente a través de páginas Web, según las categorías presentadas al principio de esta sección. Otra opción posible es la asociación con otros servicios de hosting y CDN a nivel global, según alguno de los dos esquemas ya presentados.

Este esquema si bien trae claros beneficios para el ISP que lo implemente, genera además ventajas competitivas en los proveedores de contenidos, por cuanto les permite otorgar un mejor servicio para sus usuarios, junto con obtener estadísticas mejor focalizadas geográficamente relativas a los consumidores de sus contenidos.

3.2.2.- Implementación de un CDN

Una solución alternativa, corresponde a la instalación a nivel local de un CDN, empresas especializadas en la distribución de contenidos a nivel global, es por esto que se sugiere fomentar la instalación de un CDN global ya establecido, aunque no se descarta la creación de un CDN global con raíz latinoamericana.

La idea tras los CDN es crear una red que provea enrutamiento por requerimiento globales y luego cobre a los proveedores de contenidos por usar sus redes de distribución de contenidos de alta capacidad. La solución plantea agregar capacidad de enrutamiento por requerimientos globales sobre la red de un ISP existente, en conjunto con usar con caché de Web existentes o instalar otros dentro de los nodos locales, con tal de convertirlos en nodos de servicios.

La red para distribución de contenidos resultante está presentada en la Figura 3.66. Aquí, un servidor DNS está ubicado en un nodo de la red y configurado como un enrutador de requerimiento global, trabajando tal como fue presentado en el Capítulo 2. Los proveedores de contenidos se suscribirán a este operador de distribución de contenido a través de la red, con tal de entregar un servicio de calidad a sus usuarios. Luego, se instalarán suficientes cachés Web en cada nodo local, los cuales serán configurados como servidores proxies reversos, para los proveedores de contenidos suscritos al servicio. El enrutador de requerimientos globales, deriva los requerimientos de los usuarios a los nodos de servicio más cercanos ellos.

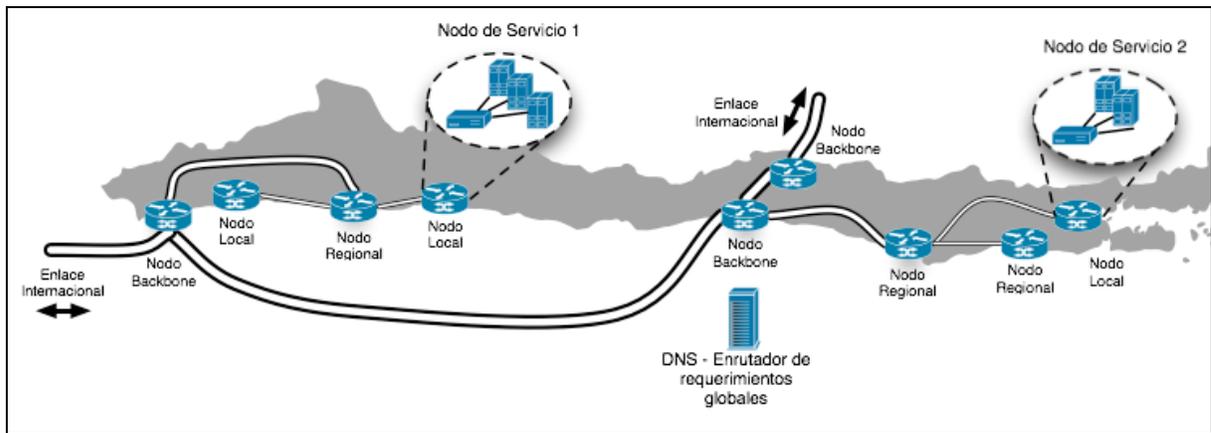


Figura 3.66: Mapa de red CDN modelo

Mientras más usuarios se suscriban a la red de servicios, ésta requerirá de mayor capacidad. Para obtener este incremento en capacidad, la red se expande agregando nodos de servicio adicionales en más ciudades alrededor del mundo, lo cual incrementa el desempeño de la red para todos los suscriptores, debido a que los nodos de servicios agregados, llevan los contenidos de la red completa más cerca de los consumidores de contenido.

4.- Capítulo IV: Análisis de Resultados

El objetivo de esta sección es determinar si la implementación de las soluciones propuestas generará un real beneficio para los ISP's locales, esto tanto de un punto de vista de sustentabilidad económica como técnica.

4.1.- Análisis técnico que sustenta las alternativas

A través de la información marco recopilada a través del Capítulo 3 de este documento, queda en claro que existen motivaciones las cuales sustentan la implementación de este tipo de soluciones, entre las cuales se destacan las presentadas a continuación.

4.1.1.- Contenidos altamente concentrados

Es altamente preocupante que la mayor parte de los contenidos solicitados por los usuarios nacionales se encuentren fuera del país, es más, dichos contenidos se hallan fuertemente focalizados en EEUU. Esto habla de un uso excesivo por parte de las redes backbone que sirven de enlace a los ISP nacionales, lo cual además va en desmedro del desarrollo de la industria de hosting y generación de contenidos nacionales.

Problemas adicionales al costo de los enlaces aparecen a causa de este hecho, por cuanto los usuarios nacionales pierden la oportunidad de contar con servicios altamente personalizados, pues no suelen ser un público considerado por los proveedores de contenidos estadounidenses, a los cuales ellos accesan.

Se detectó por otra parte que un número considerable de sitios con contenidos enfocados al usuario nacional, e incluso administrados por chilenos, están hospedados en servidores ubicados en EEUU, lo cual habla de una deficiente elección en el uso de recursos por parte de dichos administradores.

Ante los problemas expuestos, la distribución de los contenidos y servicios, es la principal solución aplicable en el corto y mediano plazo, la cual junto con mejorar los niveles de servicio para los usuarios nacionales, permitirá personalizar fácilmente las aplicaciones a ellos.

4.1.2.- Capacidad de crecimiento limitada

La principal conclusión de las proyecciones realizadas, es el hecho de que la demanda por conectividad internacional probablemente se verá limitada por el real crecimiento de la oferta disponible. En la práctica es poco probable que esto limite el crecimiento en la penetración de banda ancha nacional (número de conexiones), sin embargo, seguramente limitará las tasas de transferencia ofrecidas por los ISP a sus usuarios, lo cual se convertirá en una problemática, dado el constante desarrollo por parte de los proveedores de contenidos y servicios, en aplicaciones de gran tamaño y altos niveles de calidad.

Una solución de seguro no definitiva, pero si paliativa, será el uso de la distribución de contenidos a nivel nacional, lo cual ayudará a optimizar el uso de los enlaces internacionales.

4.1.3.- Adaptación del ISP versus la instalación de un CDN

Una de las discusiones que se debe abordar, es sobre si conviene la instalación-creación de un CDN o la optimización de un ISP.

La respuesta como siempre es un conjunto de ambas, por cuanto mientras el CDN trabajará en conjunto con los proveedores de contenidos y servicios para distribuirlos a lo largo de su red mundial, el ISP podrá optimizar sus redes implementando interception proxy. Ambas entidades no cuentan con objetivos opuestos, por cuanto el ISP buscará optimizar el uso de sus redes, mientras que un CDN pretende mejorar la experiencia tanto del usuario como de los proveedores de contenidos, es más, un CDN suele contratar sus accesos a redes a través de ISP's locales, por lo cual todo logro obtenido por el CDN en distribuir localmente los contenidos, impactará directamente en un mejor uso de los enlaces del ISP.

Por otra parte, al analizar sobre la creación de un nuevo CDN o la instalación de un CDN existente, hay que tener en claro que un CDN requiere de una distribución global de contenidos en múltiples ubicaciones, lo cual potencia el despliegue de economías de escala y por lo mismo resulta muy caro iniciar un nuevo actor, sobre todo a partir de un mercado tan pequeño como el latinoamericano.

Surge entonces la duda, ¿Por qué no existen actualmente CDN globales operando en el país? La respuesta a esto es clara: economías de escala. Un CDN ubica sus nodos de servicio en lugares cerca de los clientes, por lo que considerando el reducido impacto que tienen los usuarios latinos (y aún más los chilenos) en la red mundial, es fácil ver los motivos de su ausencia. De todas formas existen actores locales, sin embargo, estos no producen un real impacto en el uso de los recursos.

La solución parte entonces por potenciar la instalación de CDN's globales, los que se podrá conseguir a través de incentivos fiscales coordinados por un conjunto de países, así como alianzas estratégicas desarrolladas en conjunto con los ISP's imperantes.

4.2.- Análisis económico de las alternativas

Se estimará a continuación un indicador sobre ahorro que se generará con la implementación de este sistema. Es necesario aclarar, que no se expondrán resultados muy detallados en este aspecto, lo cual no se explica sólo por no haber obtenido información detallada del tráfico cursado por los usuarios locales, sino que debido a la alta complejidad que tiene evaluar un conjunto mixto de propuestas, de las cuales no se poseen referencias a nivel nacional o latinoamericano.

4.2.1.- Consideraciones previas a costo del enlace

El principal ahorro que considera la implementación de este sistema, corresponde a la liberación de capacidad en los enlaces internacionales, sin considerar los costos asociados a la implementación de las soluciones (compra de equipos, configuración, etc.).

Los cálculos se realizarán para una trama STM-1, considerando un arriendo de la línea por 15 años, según se describirá a continuación. Es necesario aclarar que este

cálculo no sólo considera el tráfico que se dejará de transmitir por la línea, sino que además el nuevo tráfico que se generará por el uso de esta nueva capacidad ociosa, lo cual en definitiva, disminuirá el costo unitario del Mbps transmitido a través de ella.

4.2.2.- Costo del enlace

Tal como fue descrito en el capítulo 3, las redes de fibra óptica instaladas pueden ser clasificadas por cuanto el momento de su inversión y sus dueños en dos grupos: fibras de conglomerados (antiguas) donde es necesario realizar una inversión inicial (con un período de vida estimado de 25 años), o por otra parte las fibras de un único dueño, en las cuales se arrienda la capacidad por períodos de 15 años. Para el análisis se considerará el segundo conjunto de operadores, por cuanto presenta costos competitivos y tecnologías que permiten un mayor ancho de banda.

Se presentará a continuación los costos de las dos ofertas disponibles para estos conglomerados, para el año 2004, por lo cual se calculará el valor actual que representarían.

4.2.2.1 LANautilus y Global Crossing

Ambas empresas utilizan la misma red para ofrecer sus servicios, por lo cual es natural que mantengan precios iguales. El precio establecido es de US\$2.000.000.- por cada STM-1. Este monto da derecho de uso por 15 años. La capacidad está disponible en configuración anillada, por lo cual sólo se puede utilizar un enlace, debido a que el otro lado del anillo queda como respaldo en caso de falla. También es posible realizar una “parada” intermedia en la cual se puede recibir tráfico desde el punto de origen y en su lugar reinsertar tráfico al destino final, esto se conoce como “Add Drop”.

Además del pago inicial, existe un cargo anual por concepto de Operación y Mantenimiento (O&M) correspondiente a los siguientes valores:

- US\$80.000.- durante el primer año de uso (4% de la inversión).
- US\$60.000.- durante el segundo año de uso (3% de la inversión).
- US\$40.000.- durante entre los años 3 y 15 (2% de la inversión).

4.2.2.2 Emergia

El precio establecido es de US\$2.200.000.- por STM.1 por 15 años, con un pago adicional por concepto de Operación y Mantenimiento (O&M) correspondiente a:

- US\$88.000.- durante el primer año de uso (4% de la inversión).
- US\$66.000.- durante el segundo año de uso (3% de la inversión).
- US\$44.000.- durante entre los años 3 y 15 (2% de la inversión).

4.2.2.3 Actualización de montos

Debido a sus menores costos, así como similar despliegue que la red Emergia, se optará por lo servicios de Global Crossing para continuar este análisis. Corresponde ahora determinar el valor anual de estos servicios.

De aquí en adelante se supondrá que la inversión necesaria para arrendar el servicio, fue realizada el año 2004, sin embargo, ésta no fue cancelada en un solo pago, sino que la empresa contrajo una deuda a 15 años que le permitirá dividir el costo de esta inversión en pagos anuales a una entidad financiera.

La tasa de endeudamiento para un ISP tipo, está basada en la tasa de costo de capital calculada para telefónica en los procesos tarifarios de los períodos 2004-2009 y 2009-2014, liderados por Subtel. Dichas tasas si bien están referidas a un servicio de telefonía fija, incluyen de manera indirecta un impacto debido al negocio de Internet que se sustenta sobre esta red. Estos valores corresponden a unas tasas anuales de costo de capital del 13,74% real (UF) y un 10,25% real, la cuales se supondrán constantes en sus respectivos períodos de tiempo, es decir, 2004-2009 y 2009-2014, considerando la segunda tasa extensiva para el periodo restante de la evaluación.

Para utilizar estas tasas, se deben transformar a su forma nominal, lo cual se realiza mediante la siguiente conversión para cada año:

$$r_{real} + E(\pi) = r_{nominal}$$

Donde $E(\pi)$ corresponde a la inflación de cada período²⁹.

Finalmente el cálculo del costo anual y mensual para el uso de esta trama, por un ISP tipo, en el período de evaluación se presenta en la .

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pago inicial	US\$149.448	US\$151.993	US\$151.993	US\$151.993	US\$151.993	US\$151.993
M&O 2%	US\$40.000	US\$40.000	US\$40.000	US\$40.000	US\$40.000	US\$40.000
Total Anual	US\$189.448	US\$191.993	US\$191.993	US\$191.993	US\$191.993	US\$191.993
Total Mensual	US\$15.787	US\$15.999	US\$15.999	US\$15.999	US\$15.999	US\$15.999
Costo por Mbps	US\$102	US\$103	US\$103	US\$103	US\$103	US\$103
tasa real	10,25%	10,25%	10,25%	10,25%	10,25%	10,25%
inflación	1,84%	3,74%	3,74%	3,74%	3,74%	3,74%
tasa nominal	12,09%	13,99%	13,99%	13,99%	13,99%	13,99%

Tabla 4.1: Cálculo costo de trama

En este cálculo, para considerar la inflación a partir de 2010, se tomó el promedio de la misma en los años 2004 a 2009.

Se encuentra entonces que el costo mensual por trama para el período se mantiene cercano a los US\$16.000.-, mientras que el costo por Mbps es de US\$103.-

Para estimar el ahorro posible a través de estas líneas, se hace referencia al estudio del tráfico global presentado en el capítulo 3, en el cual se resume la presencia de las variadas aplicaciones disponibles en la Web, a través de la Tabla 4.2. A partir de estos datos, es posible separar estas aplicaciones entre las cuales pueden ser

²⁹ Fuente: www.bcentral.cl

soportadas (tanto en contenidos como servicios) o no a nodos locales según la solución propuesta en el capítulo anterior. Esta separación se presenta en la Figura 4.1³⁰.

Ranking	Aplicación	2007	2009	Cambio	Soportada
1	Web	41,68%	52,00%	24,76%	SI
2	Video	1,58%	2,64%	67,09%	SI
3	VPN	1,04%	1,41%	35,58%	NO
4	Email	1,41%	1,38%	-2,13%	SI
5	News	1,75%	0,97%	-44,57%	SI
6	P2P	2,96%	0,85%	-71,28%	NO
7	Games	0,38%	0,49%	28,95%	NO
8	SSH	0,19%	0,28%	47,37%	SI
9	DNS	0,20%	0,17%	-15,00%	NO
10	FTP	0,21%	0,14%	-33,33%	SI
	Otros	2,56%	2,67%	4,30%	NO
	No Clasificados	46,03%	37,00%	-19,62%	NO

Tabla 4.2: Participación de aplicaciones en tráfico

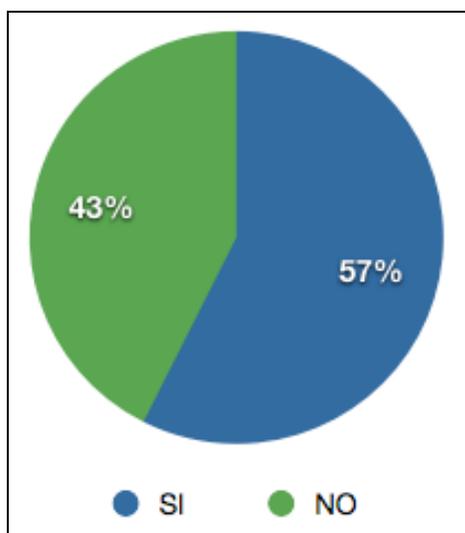


Figura 4.1: Aplicaciones soportadas

Es decir, un 57% de las aplicaciones que utilizan la Web como medio, podrían ser soportadas por alguno de los métodos previamente planteados. Así, se plantean diversos escenarios de ahorro en las conexiones entre los servidores globales e ISP, tal como se presenta en la Tabla 4.3, así como en la Figura 4.2 de manera gráfica.

³⁰ Contrario a los objetivos de este trabajo, los siguientes ahorros se establecen considerando el 100% del tráfico nacional, por cuanto no se dispone de información más detallada al respecto. Por otra parte, la estructura de cobro entregada por Emergia hace relativamente indiferente la elección entre destinos.

Ahorro	Tráfico ISP - usuario			Tráfico servidor - ISP		
	Fijo	Variable	Total	Fijo	Variable	Total
10%	43%	57%	100%	43%	51,3%	94,3%
20%	43%	57%	100%	43%	45,6%	88,6%
30%	43%	57%	100%	43%	39,9%	82,9%
40%	43%	57%	100%	43%	34,2%	77,2%
50%	43%	57%	100%	43%	28,5%	71,5%
60%	43%	57%	100%	43%	22,8%	65,8%
70%	43%	57%	100%	43%	17,1%	60,1%

Tabla 4.3: Ahorros estimados en la conexión

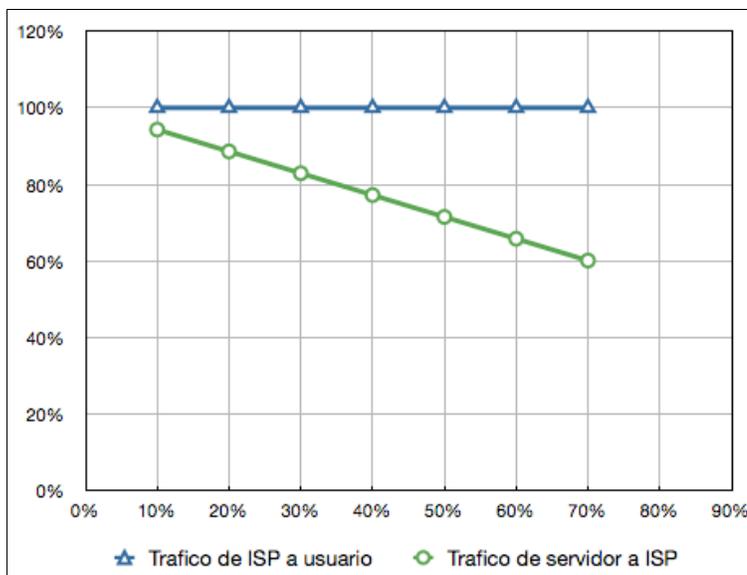


Figura 4.2: Ahorro estimado en la conexión del ISP

La principal observación a partir de este análisis, es que los ahorros generados por medio de esta metodología tendrán impacto, aunque no de forma determinante en el enlace principal del ISP, por cuanto para lograr una disminución de un 30% en dicho enlace, es necesario que se optimice sistema, con tal de lograr ahorros de un 60% sobre las aplicaciones donde se puedan implementar las soluciones propuestas.

Luego, si es utilizada esta capacidad extra generada, se obtendrá que por cada Mbps transferido entre el servidor Web y el ISP, este último podrá transferir con una tasa mayor a sus clientes, de acuerdo con lo expresado en la Tabla 4.4.

Ahorro	Tráfico servidor - ISP	Tráfico ISP - usuario	Tráfico adicional
10%	1	1,06	6%
20%	1	1,13	13%
30%	1	1,21	21%
40%	1	1,30	30%
50%	1	1,40	40%
60%	1	1,52	52%
70%	1	1,66	66%

Tabla 4.4: Tráfico adicional generado

Finalmente y debido a un mejor aprovechamiento del ancho de banda del ISP, el costo del Mbps transferido desde la perspectiva de los usuarios disminuirá de la forma presentada en la Tabla 4.5.

Ahorro	Costo 1 Mbps usuario
10%	US\$96
20%	US\$90
30%	US\$84
40%	US\$79
50%	US\$73
60%	US\$67
70%	US\$61

Tabla 4.5: Costo del Mbps para usuario

En todo caso, esta metodología optimiza el costo de cada Mbps transferido tanto para el ISP como para los usuarios, sin embargo, con la información disponible actualmente es difícil determinar si esto será rentable según la solución escogida (mejora del ISP o CDN), por cuanto faltan datos relativos a los costos asociados de implementación.

4.2.3.- Impacto del costo de enlace en planes

Considerando los resultados obtenidos de la sección 3.1.3.1.4 (página 73), se puede afirmar que el valor de 1 Mbps dependiendo del plan oscila según lo mostrado en la Tabla 4.6.

		Velocidad (Mbps)	Precio (USD) PPP	Precio 1 Mbps (USD)	Precio 1 Mbps (USD) PPP
ADSL	Mínima Velocidad	0,3	US\$49,64	US\$115,71	US\$165,46
	Máxima Velocidad	6	US\$85,44	US\$9,96	US\$14,24
Cable	Mínima Velocidad	1	US\$55,44	US\$38,77	US\$55,44
Módem	Máxima Velocidad	10	US\$99,40	US\$6,95	US\$9,94
	Tipo de Cambio al mes				
	Cambio PPP				

Tabla 4.6: Precios banda ancha año 2008

Por otra parte, considerando el número de conexiones totales fijas a diciembre del 2008, en contraste con la capacidad en enlaces internacionales disponibles para el mismo año, se podrá concluir que en promedio, la capacidad proporcional por cada usuario es de 0,14 Mbps, lo cual según los resultados obtenidos en la sección anterior, hablan de un costo de US\$15,24. Si bien esta interpretación no es correcta, por cuanto no considera que porcentaje de la capacidad utiliza efectivamente un usuario promedio (es necesario un estudio de tráfico detallado para obtener este dato preciso), si permite analizar el impacto que tiene el costo por uso de enlaces internacionales, sobre los valores de los planes de Internet a usuarios.

5.- Capítulo V: Conclusiones

- Ante los análisis presentados, queda claro que es posible optimizar el uso de los enlaces internacionales existentes actualmente en el país, la solución planteada se basa en el uso de técnicas de Content Network, las cuales permitirían establecer mejoras sobre el 57% del tráfico que actualmente se cursa.
- En particular, se proponen dos vías de acción, las cuales podrán ser adoptadas tanto en paralelo como por separado. La primera propuesta, enfocada a los ISP, contempla la implementación de técnicas de caché tanto para objetos estáticos como de streaming, junto con la distribución de contenidos en sus nodos de servicio, en acuerdo con los generadores de los mismos. Por otra parte, se plantea la instalación de un CDN global ya existente, el cual implemente la distribución de contenidos en nodos de servicio locales.
- El conjunto de soluciones propuesto, tanto para el ISP como la introducción de un CDN, se basan en la implementación de protocolos basados en la distribución tanto de contenidos como servicios.
- La distribución de contenidos o caché de objetos estáticos, ha retomado una importancia inusitada, pues pese a que pocas páginas ya presentan contenidos estáticos, han aumentado de manera considerable los servicios de descarga directa, en desmedro de las aplicaciones P2P.
- El auge de servicios de audio y principalmente de video, abren una amplia puerta al uso de servidores de caché de streaming, en conjunto con técnicas de distribución de servicios.
- La distribución de servicios es el punto fundamental en el análisis, el cual por cierto genera la mayor proporción de tráfico en los usuarios nacionales. Para implementar esta metodología, será necesaria una actuación activa por parte de los ISP's si desean optimizar el uso de sus redes.
- Es claro que la ausencia actual de CDN en el cono sur, es debida al reducido impacto que tienen los usuarios locales en la red mundial, sin embargo, esto puede ser subsanado con la implementación de incentivos económicos por parte de las autoridades, en un esfuerzo coordinado de varios países. Otra forma de fomentar la llegada de estos actores, es a través de acuerdos directos en los ISP's ya instalados.
- La decisión de implementar medidas en torno al mejor aprovechamiento del ancho de banda internacional actualmente disponible, se encuentra sustentado no sólo por la reducción del costo unitario del ancho de banda, sino que además por limitaciones en la capacidad de los enlaces internacionales. Esto porque se prevé una disparidad entre la capacidad instalada y la demanda por mayores anchos de banda de bajada por parte de los usuarios, lo que en definitiva, también se traducirá en una pérdida económica para los ISP's nacionales. Dentro de esto, si bien se encuentran en desarrollo nuevos proyectos que

buscan ampliar la capacidad de los enlaces internacionales existentes, no hay información que revele la planificación de nuevos enlaces de fibra óptica, lo cual en definitiva, le pone un techo en el corto y mediano plazo a las capacidad instalada.

- Es posible que las restricciones en el tráfico a través de los enlaces internacionales, no detengan el ritmo de crecimiento en el número de conexiones experimentado, sin embargo, de seguro influirá en las tasas de las conexiones ofrecidas por los ISP's, pues tal como quedó en claro durante la proyección de la demanda por capacidad internacional, el factor que tiene un mayor peso al determinar la capacidad local instalada (en Mbps), no corresponde tanto al número de conexiones, como a los anchos de banda de las mismas.
- Fue posible determinar una aproximación del costo por Mbps para los enlaces internacionales, así como la proporción de este costo, que cae en cada usuario, lo cual deja en claro la fuerte correlación existente entre el costo de los planes de Internet y el valor de los planes a usuarios. Se reafirma entonces la hipótesis inicial relativa a esta dependencia, sin embargo, se hace necesario un estudio detallado sobre el tráfico cursado por los clientes (tanto residenciales como comerciales), con tal de dar un valor acotado para esta correlación.
- Se demostró que la implementación de técnicas CDN, optimizarían el uso de los enlaces internacionales entre un 6 y 66%, considerando ahorros para los Mbps transferidos, entre 10% y 70%, lo que en definitiva generará, desde el punto de vista del usuario, menores costos por Mbps, los que podrían impactar directamente en la rebaja de los planes existentes, así como en la mejora del desempeño actual de la red.
- Si bien se mostró los niveles de ahorro que se podrán generar, mediante la reducción del costo por Mbps transferido a través de enlaces internacionales, no fue posible afirmar si esta mejoría se traducirá directamente en beneficios para la empresa, por cuanto no se contó con información relativa a los costos asociados con la implementación de estos sistemas. De todas formas, pese a conseguir esta información, sería complicado llegar a conclusiones claras en este aspecto, por cuanto no existe considerable información de referencia para predecir el comportamiento del mercado bajo este modelo.

Referencias

- [1] Netcraft, Septiembre 2009, <http://toolbar.netcraft.com/stats/topsites>
- [2] Akamai, 2do Cuarto 2009, The State of The Internet.
- [3] Néstor Becerra Yoma , otoño 2006, Apunte EL55A: Sistemas de Telecomunicaciones, Capítulo 2: Redes de Comunicaciones.
- [4] Andrew S. Tanenbaum, 1998, Redes de Computadoras, Tercera Edición.
- [5] Cámara de Comercio de Santiago, 30 de marzo 2009, Informe Económico CCS.
- [6] Centro de Micro Datos, Universidad de Chile, junio 2009, II Informe de Resultados, Encuesta de Satisfacción de Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones.
- [7] EXFO, 2000, Guide To WDM Technology Testing.
- [8] Gobierno de Chile, <http://www.estrategiadigital.gob.cl>
- [9] Gobierno de Chile, Comité de Ministros Desarrollo Digital, diciembre 2007, Estrategia digital 2007 – 2012.
- [10] Gobierno de Chile, 3 de septiembre de 2009, Indicadores de Desarrollo Digital.
- [11] ITIF, 2008, Broadband Rankings.
- [12] Jorge Quiroz C. Y Alfredo Barriga C., 30 de mayo de 2008, Situación de Chile en Materia de Precios de la Banda Ancha.
- [13] Juan Andrés Valenzuela Jofré, 1996, La Verdadera y Real Historia de Internet en Chile, <http://www.dcc.uchile.cl/%7Eppoblete/sigloxxi-27Feb96.html>.
- [14] Management Consulting Group S.A., 26 de Septiembre de 2003, Informe Final: Estudio tasa de costo de capital para telefonía fija de telefónica CTC Chile.

- [15] Markus Hofmann y Leland R. Beaumont, 2005, Content Networking: Architecture, Protocols, and Practice, primera edición, editorial Elsevier.
- [16] MQA Consultores: 30 de Septiembre de 2008, Informe Final: Estimación del beta contable y premio por riesgo de mercado para telefonía fija.
- [17] Ricardo Pereira Vega, 2002, Las tarifas de acceso a Internet y su relación con las estructuras de costos de la red telefónica, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
- [18] Sergio Urrutia Escalona, 1999, Estudio y Proposición de Diseño para el NAP de CTC Mundo, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
- [19] Francisco Reyes Valenzuela, 2004, Comparación técnico económica entre transmisiones vía satélite y vía fibra óptica, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
- [20] Intelsat, 2008, Satellite Guide.
- [21] Subtel, <http://www.subtel.cl/>
- [22] Decreto Ley N° 1.762 , de 15 de abril de 1977, Biblioteca del Congreso Nacional.
- [23] Ley N° 18.168 General de Telecomunicaciones, 2 de octubre de 1982.
- [24] Subtel , Política y Régimen Tarifario.
- [25] Subtel, 22 de octubre de 1999, Resolución Exenta N° 1.483.
- [26] Subtel, 30 de junio de 2000, Resolución Exenta N° 698.
- [27] Subtel, 23 de septiembre de 2009, Series conexiones Internet
- [28] Subtel, enero 2009, Presentación 5° Encuesta Nacional de Consumidores de Servicios de Telecomunicaciones, 5° Ranking de Reclamos, 2° semestre 2008

- [29] Subtel, 7 de noviembre 2008, Anexo III.1.2 Proyecciones de Banda Ancha, Estudio Tarifario de la Compañía de Telecomunicaciones de Chile S.A. para los Servicios Afectos a Fijación Tarifaria 2009-2014.
- [30] ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions), 2007, ATIS Telecom Glossary, <http://www.atis.org/glossary/default.aspx>
- [31] Alcatel Lucent, 2007, Optical Fibre Submarine Networks World Map.
- [32] Alcatel Lucent, 2007, References submarine Networks, <http://www1.alcatel-lucent.com/submarine/refs/>
- [33] Telefónica Chile S.A. Gerencia de Finanzas, 23 de octubre 2008, Resultados Financieros Consolidados 3er Trimestre 2008 (3T08).
- [34] Christian Diez, 2004, Apuntes de Evaluación de Proyectos, Capítulo 8: Indicadores de Evaluación de Inversiones.
- [35] IDC, Junio 2009, Barómetro Cisco de Banda Ancha en Chile 2003-2010.
- [36] OECD, Diciembre 2008, "OECD Broadband subscribers per 100 inhabitants", OECD Broadband statistics.
- [37] Telegeography Research, 2009, Global Internet Geography Chile.
- [38] International Monetary Fund, 2009, Data and Statistics.
- [39] International Monetary Fund, 2009, World Economic Outlook database
- [40] Telefónica Chile, 13 de agosto 2008, Realidades de la Banda Ancha en Chile.
- [41] TIA (Telecommunications Industry Association), 2009, Concepto de red, Glosario de Términos para Telecomunicaciones (Glossary of Telecommunications Terms) , http://www.tiaonline.org/market_intelligence/glossary/
- [42] TIA (Telecommunications Industry Association), 2009, TIA-942 Data Center Standards Overview.

[43] UIT (ITU en inglés), marzo 2003, Broadband Korea: Internet Case Study.

[44] Craig Labovitz, Danny McPherson, y Scott Iekel-Johnson, Arbor Networks, Octubre 2009, ATLAS Internet Observatory 2009 Annual Report.

[45] Alexa, noviembre 2009, Top Sites by Country, <http://www.alexa.com/>

[46] Telefónica, Octubre 2009, <http://www.telefonica-wholesale.com/es/mapaFlash.html>

[47] Global Crossing, Octubre 2009, <http://www.globalcrossing.com/html/map062408.html>

[48] LANautilus, Octubre 2009, http://www.lanautilus.com/eng/network_map.asp

[49] www.bcentral.cl

Anexo A Satélites accesibles desde Chile

A.1 Región del oceano Atlántico

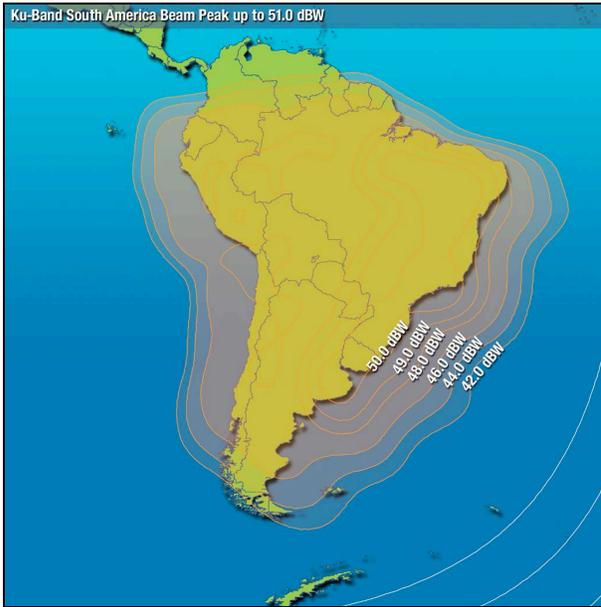


Figura A.1: Satélite G-28 en 89° oeste, banda Ku

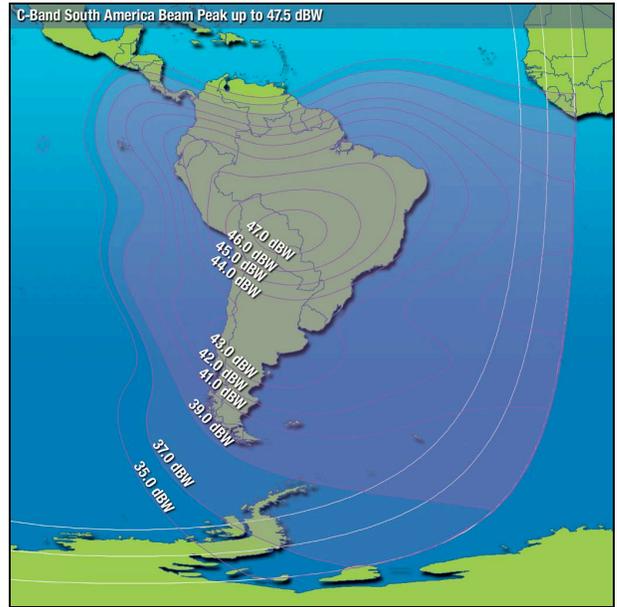


Figura A.2: Satélite G-28 en 89° oeste, banda C

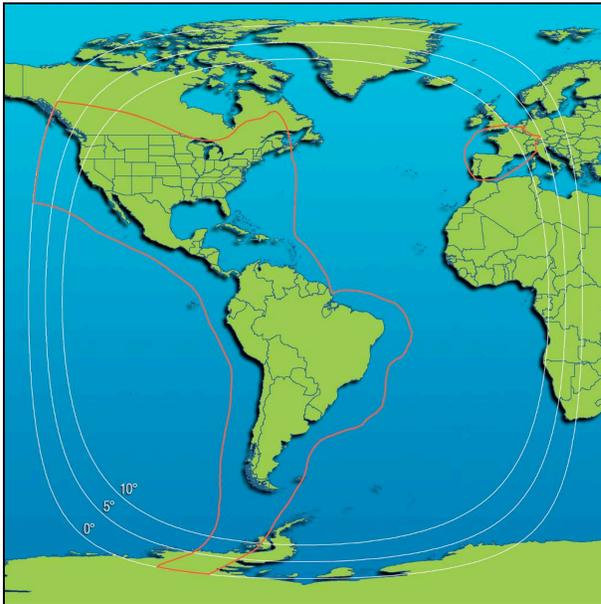


Figura A.3: Satélite IS-9 en 302° este



Figura A.4: Satélite IS-805 en 304,5° este

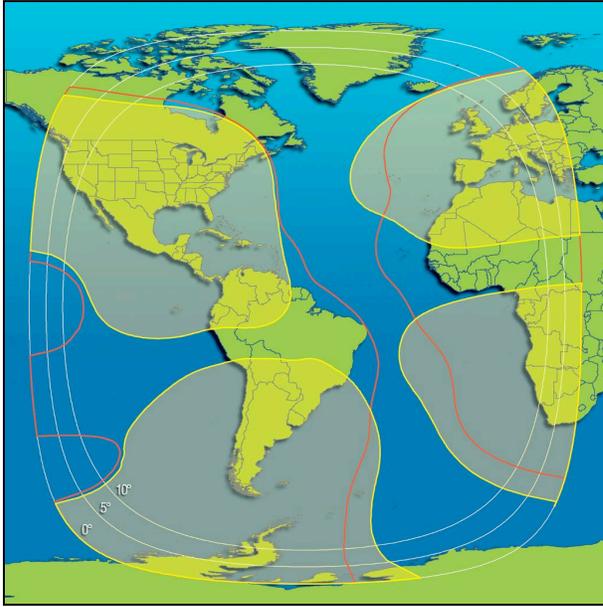


Figura A.5: Satélite IS-707 en 307° este

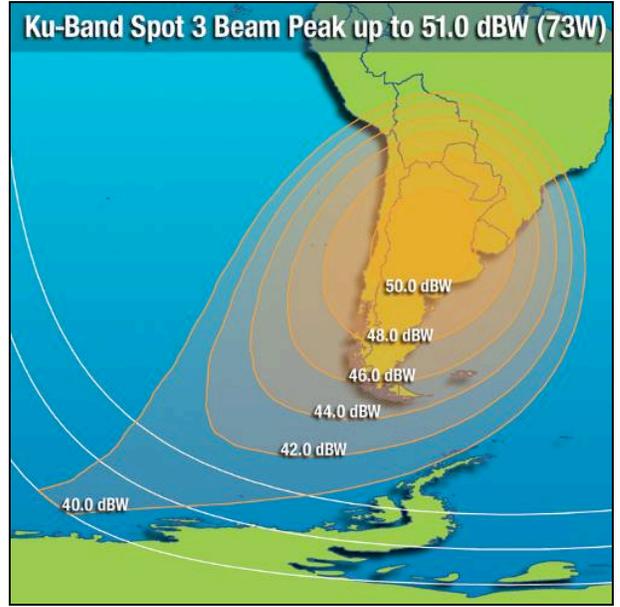


Figura A.6: Satélite IS-707 en 307° este, banda Ku

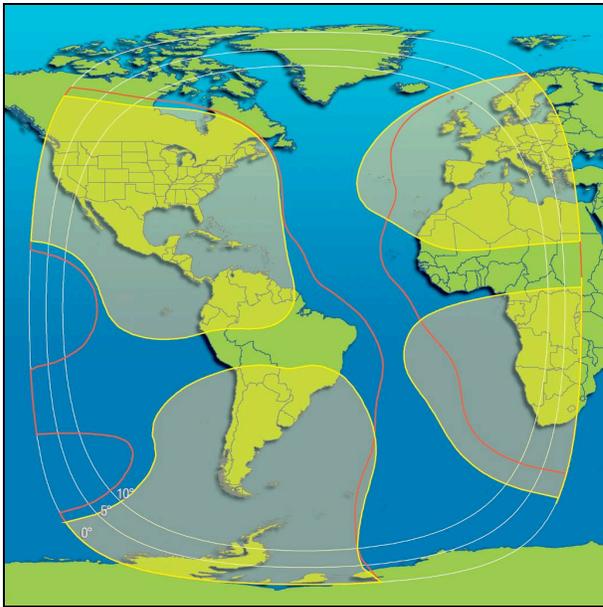


Figura A.7: Satélite IS-705 en 310° este

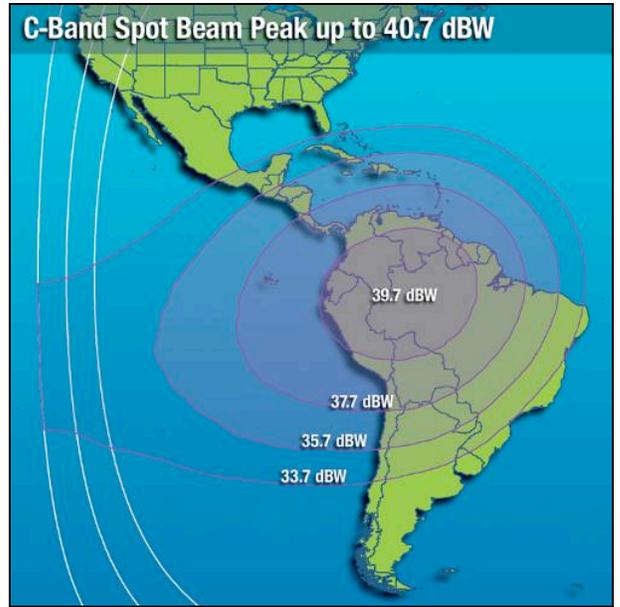


Figura A.8: Satélite IS-705 en 310° este, banda C



Figura A.9: Satélite IS-1R en 315° este



Figura A.10: Satélite IS-1R en 315° este, banda Ku

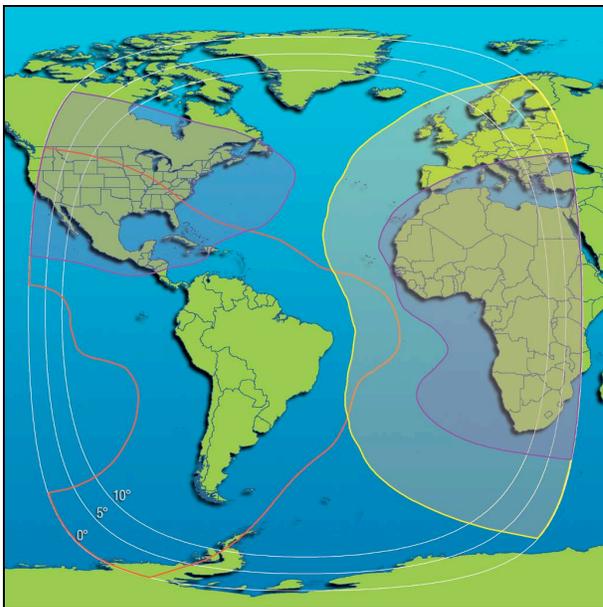


Figura A.11: Satélite IS-3R en 317° este



Figura A.12: Satélite IS-3R en 317° este, banda Ku

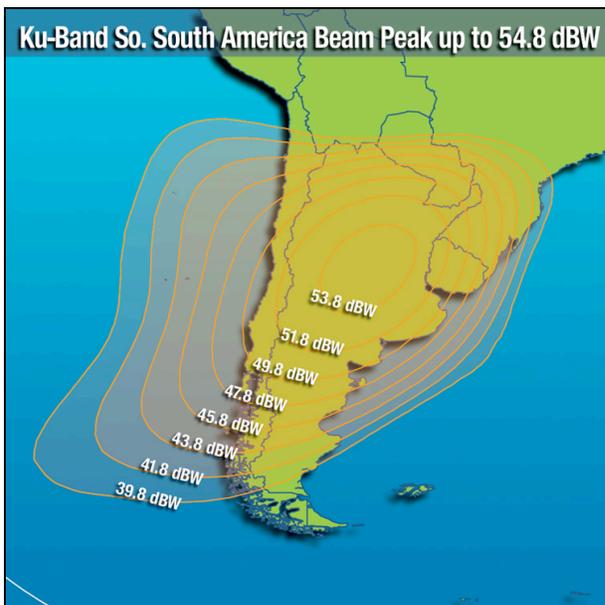


Figura A.13: Satélite IS-3R en 317° este, banda Ku

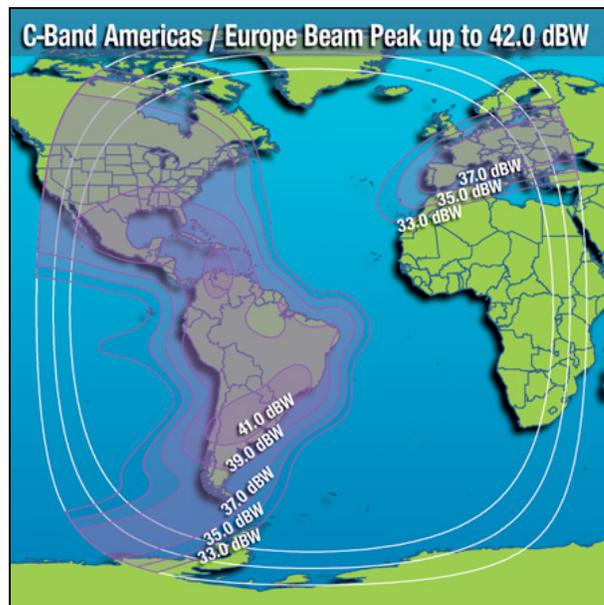


Figura A.14: Satélite IS-11 en 317° este, banda C

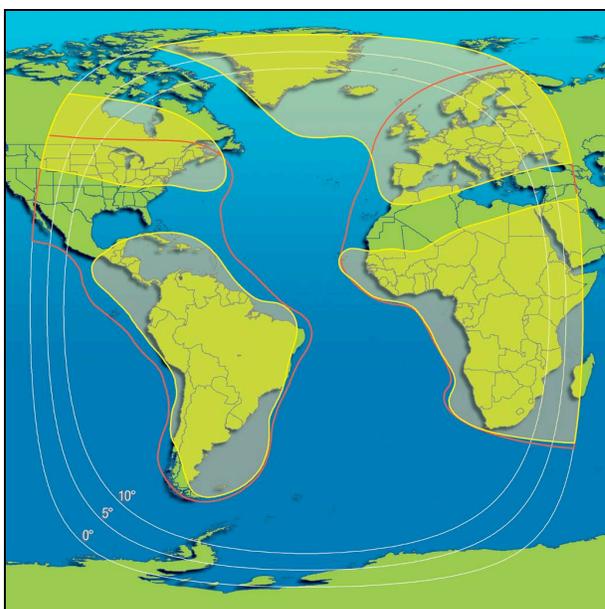


Figura A.15: Satélite IS-903 en 325,5° este

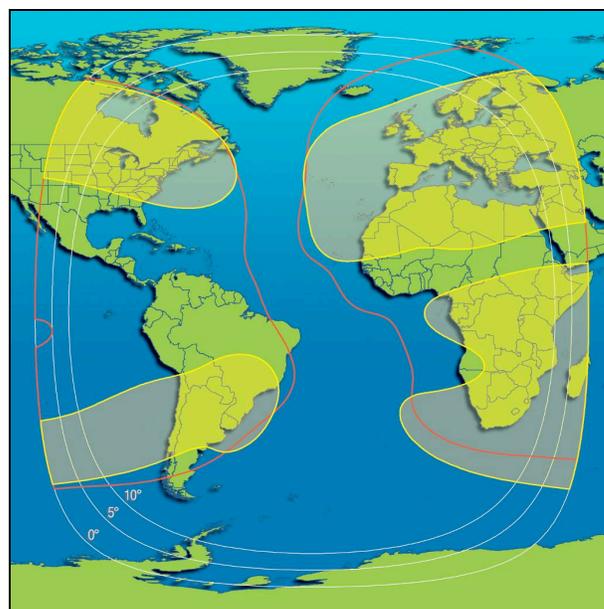


Figura A.16: Satélite IS-801 en 328,5° este

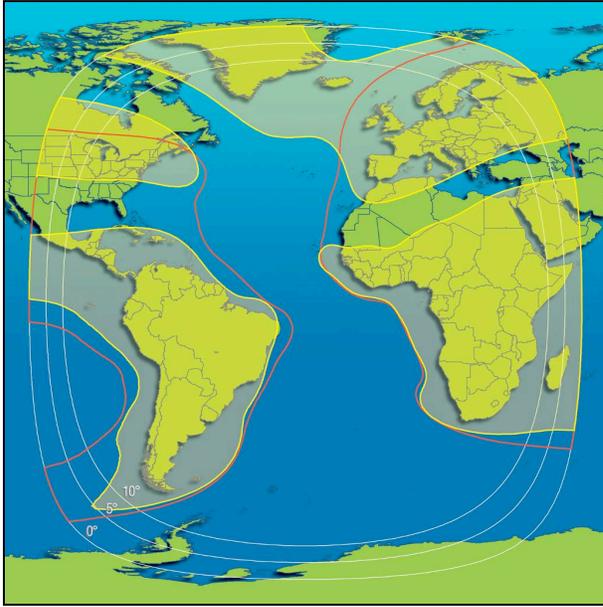


Figura A.17: Satélite IS-907 en 332,5° este

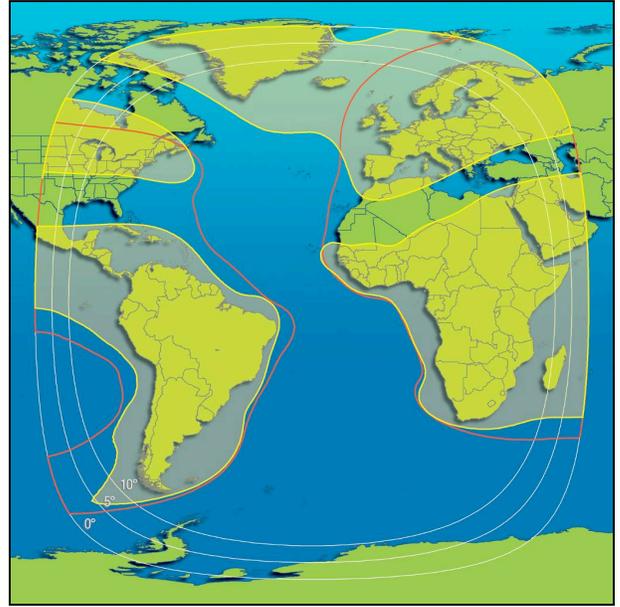


Figura A.18: Satélite IS-905 en 335,5° este



Figura A.19: Satélite IS-603 en 340° este



Figura A.20: Satélite IS-901 en 342° este

Anexo B Ranking de 300 dominios más visitados desde Chile

Ranking	Página	Locación	ISP
1	google.cl	US	Google
2	facebook.com	US	Facebook
3	youtube.com	US	Google
4	live.com	US	Microsoft Corp
5	google.com	US	Google
6	fotolog.net	US	Sprint
7	msn.com	US	Microsoft Corp
8	blogspot.com	US	Google
9	yahoo.com	US	Yahoo
10	lun.com	CL	El Mercurio S.A.P.
11	wikipedia.org	US	Wikimedia Foundation
12	terra.cl	CL	Terra Networks Chile S.A.
13	taringa.net	AR	Telecom Argentina S.A.
14	rapidshare.com	DE	Level 3 Communications
15	conduit.com	US	Cotendo
16	mercadolibre.cl	AR	Mercado Libre
17	latercera.cl	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
18	emol.com	CL	El Mercurio S.A.P.
19	google.es	US	Google
20	wordpress.com	US	Peer 1 Network
21	fastbrowsersearch.com	US	DataPipe
22	portalnet.cl	US	WebNX
23	flickr.com	US	Inktomi Corporation
24	chilecomparte.cl	CL	IFX NETWORKS COLOMBIA
25	megaupload.com	US	Carpathia Hosting
26	blogspot.com	US	Google
27	mediafire.com	US	Performance Systems International
28	livejasmin.com	PT	DoclerWeb Kft
29	falabella.com	CL	ADM. CMR. FALABELLA
30	redtube.com	US	Choopa.com
31	xvideos.com	US	Reality Check Network Corp.
32	microsoft.com	US	Microsoft Corp
33	musica.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
34	lacuarta.cl	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
35	ask.com	US	IAC Search Media CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
36	servel.cl	CL	
37	softonic.com	ES	Intercom Factory
38	megavideo.com	US	Carpathia Hosting
39	bancoestado.cl	CL	Gtd Internet S.A.
40	imageshack.us	US	Ezri
41	bancochile.cl	CL	Corporacion Banco de Chile
42	harrenmedianetwork.com	AR	Telecom Argentina S.A.
43	pornhub.com	US	Global Crossing
44	photobucket.com	US	PHOTOBUCKET.COM
45	bing.com	US	Microsoft Corp

46	movistar.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
47	doubleclick.com	US	Double Click
48	elmercurio.com	CL	El Mercurio S.A.P.
49	myspace.com	US	Myspace
50	chileautos.cl	CL	IIA INGENIERIA LTDA.
51	almacenes-paris.cl	CL	Equant
52	santander.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
53	olx.cl	US	RACKSPACE.COM
54	minijuegos.com	ES	NEXICA
55	files.wordpress.com	US	Layered Technologies
56	xtendmedia.com	US	AltaVista Company
57	quebarato.cl	BR	Brasil Telecom S/A - Filial Distrito Federal
58	antro.cl	CL	IFX NETWORKS COLOMBIA
59	juegos.com	NL	Level 3 Communications
60	anonym.to	DE	INET-People - Providerservices
61	chilevision.cl	CL	Gtd Internet S.A.
62	yieldmanager.com	US	RIGHT MEDIA, LLC.
63	twitter.com	US	NTT America
64	ripley.cl	CL	Global Crossing
65	ebuddy.com	US	Performance Systems International
66	youporn.com	US	SoftLayer Technologies
67	4shared.com	US	WZ Communications
68	sii.cl	CL	Servicio de Impuestos Internos
69	gameloft.com	CA	Metrix Interlink
70	adoos.cl	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
71	vivastreet.cl	CL	Internap Network Services
72	tube8.com	NL	WebaZilla B.V.
73	bci.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
74	elcachondeo.cl	CL	FullCom S.A.
75	entelpcs.cl	CL	ENTEL CHILE S.A.
76	gameztar.com	HK	Equinix (Germany) GmbH
77	travian.cl	DE	Host Europe GmbH
78	dalealbo.cl	US	ServerBeach
79	uchile.cl	CL	Universidad de Chile
80	gratisjuegos.org	US	SoftLayer Technologies
81	terra.com	US	Terra Networks Operations
82	deviantart.com	US	Level 3 Communications
83	gov.cl	CL	Oficina de Estudios y Politicas Agrarias
84	megaclck.com	US	Carpathia Hosting
85	tvn.cl	CL	Gtd Internet S.A.
86	badoo.com	CY	TERRENAP DATA CENTERS
87	udec.cl	CL	Universidad de Concepcion
88	inacap.cl	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
89	sitios.cl	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
90	fox.com	US	NTT America
91	canal13.cl	CL	Telmex Chile Internet S.A.
92	cooperativa.cl	CL	AltaVoz S.A.

93	meteo Chile.cl	CL	Entel Internet
94	rincondelvago.com	US	NTT America
95	peliculasid.com	FR	Ovh Systems
96	mapcity.com	CL	Gtd Internet S.A.
97	tu.tv	US	Global Crossing
98	depositfiles.com	NL	WebaZilla B.V.
99	programas-gratis.net	ES	AoW Productions S.L.
100	passport.net	US	Microsoft Corp
101	1e100.net	XX	pend
102	youjizz.com	US	ALLHOSTSHOP.COM
103	iminent.com	GB	NetBenefit
104	seriesyonkis.com	ES	Comvive Servidores S.L.
105	adobe.com	US	Adobe Systems
106	lik.cl	US	SoftLayer Technologies
107	rastro.com	CL	IIA INGENIERIA LTDA.
108	unab.cl	CL	Telmex Chile Internet S.A.
109	wordreference.com	US	SoftLayer Technologies
110	juegosjuegos.com	ES	AoW Productions S.L.
111	trabajando.com	CL	Chilesat Servicios Empresariales
112	elmundo.es	ES	ELMUNDO.ES
113	hotfile.com	US	Limelight Networks, LLC
114	linkbucks.com	US	CALPOP.COM
115	lan.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
116	muyzorras.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
117	petardas.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
118	filestube.com	US	SoftLayer Technologies
119	go.com	US	Disney Online
120	computrabajo.cl	US	Global Net Access, LLC
121	demre.cl	CL	Universidad de Chile
122	univision.com	US	SAVVIS Communications Corporation
123	todomercado.com	CL	Entel Internet
124	mforos.com	ES	Veloxia Network, S.L.
125	tattoodle.com	US	FirstLook
126	argentinaawarez.com	US	SoftLayer Technologies
127	lanacion.cl	CL	Equant
128	duoc.cl	CL	Gtd Internet S.A.
129	tinypic.com	US	PHOTOBUCKET.COM
130	santandersantiago.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
131	oyunlar1.com	US	Voxel Dot Net
132	puc.cl	CL	SECICO
133	sonico.com	US	REDPLAID
134	sodimac.cl	CL	ADM. CMR. FALABELLA
135	espn.go.com	US	Disney Online
136	vtr.cl	CL	VTR Banda Ancha S.A.
137	polla.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
138	vtr.com	CL	VTR Banda Ancha S.A.
139	awempire.com	SC	DoclerWeb Kft
140	uc.cl	CL	SECICO
141	deremate.cl	AR	SAVVIS Communications Corporation

142	juegosdiarios.com	ES	Comvive Servidores S.L.
143	justin.tv	US	Justin.tv
144	amarillas.cl	CL	Gtd Internet S.A.
145	vagos.es	US	AMAZON.COM
146	rojadirecta.com	CA	Netelligent Hosting Services
147	wikia.com	US	MONTICELLO NETWORKS
148	binbit.net	MX	Triara SA de CV
149	monografias.com	US	AMAZON.COM
150	imagevenue.com	CA	iWeb Technologies
151	mcanime.net	US	FDCservers.net
152	imdb.com	US	AMAZON.COM
153	yuvutu.com	CZ	Master Internet s.r.o.
154	entelpcs.com	CL	Entel Internet
155	meristation.com	ES	Hostalia Internet S.L.
156	mer.cl	CL	El Mercurio S.A.P.
157	rie.cl	CL	Netup S.A.
158	lacuerda.net	US	SourceDNS
159	foroactivo.com	ES	Ovh Systems
160	tagged.com	US	United Layer
161	laborum.cl	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
162	amazon.com	US	AMAZON.COM
163	loteria.cl	CL	Telmex Chile Internet S.A.
164	tarreo.cl	US	Phyber Communications, LLC.
165	portalinmobiliario.com	CL	Gtd Internet S.A.
166	animeid.com	FR	Ovh Systems
167	directoriorow.com	NL	LeaseWeb B.V.
168	lasegunda.com	CL	El Mercurio S.A.P.
169	gigasize.com	CA	Tinet Spa
170	hottiestar.com	HK	Equinix (Germany) GmbH
171	uamericas.cl	CL	Global Crossing
172	bligoo.com	US	SoftLayer Technologies
173	kioskea.net	FR	QUIDEA Network
174	chilehardware.cl	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
175	adultfriendfinder.com	US	FriendFinder Networks
176	elbruto.es	ES	Motion Twin
177	clicksor.com	US	Performance Systems International
178	mybrowserbar.com	US	SoftLayer Technologies
179	psicofxp.com	AR	Telecom Argentina S.A.
180	emudesc.net	ES	Tinet Spa
181	poringa.net	AR	Telecom Argentina S.A.
182	google.com.mx	US	Google
183	babosas.com	ES	Comvive Servidores S.L.
184	scribd.com	US	SoftLayer Technologies
185	becasycreditos.cl	CL	CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
186	zynga.com	US	Internap Network Services
187	ebay.com	US	EBAY
188	divxonline.info	ES	Comvive Servidores S.L.
189	bumeran.cl	AR	IMPSAT FIBER NETWORKS INC
190	hi5.com	US	hi5 Networks
191	mininova.org	NL	TrueServer BV

192	subdivx.com	US	Layered Technologies
193	4xp.com	GB	RACKSPACE.COM
194	xhamster.com	NL	HALDEX
195	educarchile.cl	CL	Quintec Soluciones Informaticas S.A.
196	disneylatino.com	US	Disney Online
197	uptodown.com	ES	NTT America
198	dalealplay.com	ES	SAREnet, S.A.
199	playfish.com	US	AMAZON.COM
200	pcfactory.cl	CL	Gtd Internet S.A.
201	foroactivo.net	ES	Ovh Systems
202	lapolar.cl	CL	IIA INGENIERIA LTDA.
203	apple.com	US	APPLE COMPUTER
204	enfemenino.com	FR	AUFEMININ.COM
205	megaporn.com	US	Carpathia Hosting
206	sexyono.com	US	Hostway Services
207	hattrick.org	CH	Hattrick Limited
208	mytattoons.com	US	DataPipe
209	usach.cl	CL	SEGIC USACH LTDA
210	sugerimos.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES CTC. CORP S.A. (TELEFONICA EMPRESAS)
211	uss.cl	CL	
212	orgasmatrix.com	US	SoftLayer Technologies
213	trovit.cl	ES	COLT Telecom Group Limited
214	emagister.com	ES	Intercom Factory
215	cinemark.cl	CL	Telmex Chile Internet S.A.
216	sendspace.com	US	BanCon
217	ucv.cl	CL	Universidad Catolica de Valparaiso
218	lastfm.es	GB	Last.FM Ltd
219	ning.com	US	Level 3 Communications
220	mercadopublico.cl	US	Oversee.net
221	quedeletras.com	ES	AoW Productions S.L.
222	es.tl	DE	IP Partner
223	macizorras.com	US	SoftLayer Technologies
224	cam4.com	NL	LeaseWeb B.V.
225	sdd-fanatico.org	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
226	dailymotion.com	FR	DailyMotion S.A.
227	marca.com	ES	ELMUNDO.ES
228	cdf.cl	CL	IFX NETWORKS COLOMBIA
229	mundoanuncio.cl	ES	acens Technologies, S.A
230	windowslive.com	US	Microsoft Corp
231	prensafutbol.cl	US	RACKSPACE.COM
232	dospuntocerovision.com	US	Google
233	elsur.cl	CL	Equant
234	programasfull.com	FR	Ovh Systems
235	easy.cl	CL	Hipermercado Jumbo S.A.
236	slideshare.net	US	SoftLayer Technologies
237	thepiratebay.org	SE	Kungliga Tekniska Hogskola
238	streamate.com	US	Accretive Technology Group
239	ultimate-guitar.com	NL	LeaseWeb B.V.
240	dark-ville.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
241	keezmovies.com	US	Swiftwill

242	nowdownloadall.com	RU	ISP CARAVAN
243	santotomas.cl	CL	Equant
244	habbo.es	DE	euNetworks Services GmbH
245	clarin.com	AR	Prima S.A.
246	mercadolibre.com	AR	SAVVIS Communications Corporation
247	fotolog.cl	CL	Manquehuenet
248	3djuegos.com	ES	Redestel Networks S.L.
249	zmart.cl	US	Sands River Wireless
250	trucoteca.com	ES	TATA Communications (Canada)ULC
251	enportada.cl	CO	IFX NETWORKS COLOMBIA
252	metroflog.com	US	Hostway Services
253	reclamos.cl	US	MEDIA TEMPLE
254	mdinfo.com	US	Qwest Communications
255	programaswarez.com	US	SoftLayer Technologies
256	invertia.com	ES	Telefonica de Espana
257	wowhead.com	US	SoftLayer Technologies
258	pornotube.com	US	Carolina Internet
259	masterbase.com	CL	Gtd Internet S.A.
260	livejournal.com	US	LiveJournal
261	nih.gov	US	National Institutes of Health
262	papeldigital.info	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
263	rubias19.com	ES	AoW Productions S.L.
264	xnxx.com	US	ISPrime
265	gratispeliculas.org	US	SoftLayer Technologies
266	plusnetwork.com	GB	Peer 1 Network
267	anfp.cl	CL	Manquehuenet
268	cin hoyts.cl	CL	Global Crossing
269	imagebam.com	US	NoZone
270	rmxads.com	XX	pend
271	torrentz.com	NL	LeaseWeb B.V.
272	incineradordegrasa.com	US	SourceDNS
273	freakshare.net	NL	WebaZilla B.V.
274	zylom.com	BE	Level 3 Communications
275	3tv.cl	CL	CTC Transmisiones Regionales S.A.
276	fulltono.com	US	SoftLayer Technologies
277	needish.cl	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
278	evisos.cl	US	AMAZON.COM
279	aol.com	US	America Online
280	chile.com	CL	Netup S.A.
281	forosdz.com	US	NOC4Hosts
282	hispavista.com	US	Global Crossing
283	relaxchile.cl	CL	Manquehuenet
284	dell.com	US	Dell Computer Corporation
285	wikimedia.org	US	Wikimedia Foundation
286	theplanet.com	US	THEPLANET.COM INTERNET SERVICES
287	123.cl	CL	ENTEL CHILE S.A.
288	galeon.com	US	Global Crossing
289	foroswebgratis.com	ES	COLT Telecom Group Limited
290	foxsports.com	US	SAVVIS Communications Corporation
291	smowtion.com	US	AMAZON.COM
292	chilewarez.cl	CL	Gtd Internet S.A.

293	poderjudicial.cl	CL	Gtd Internet S.A.
294	meebo.com	US	Meebo
295	ust.cl	CL	Equant
296	juegosdechicas.com	NL	Level 3 Communications
297	warianoz.com	US	Infinitum Technologies
298	ucn.cl	CL	Red Universitaria Nacional
299	bcn.cl	CL	Congreso Nacional
300	submanga.com	US	SoftLayer Technologies

Anexo C Puntos de presencia en Latinoamérica

C.1 SAC

País	PoP	País	PoP
Argentina	Buenos Aires	Perú	Trujillo
Argentina	Tucumán	Perú	Chimbote
Argentina	Resistencia	Perú	Chiclayo
Argentina	Corrientes	Perú	Piura
Argentina	San Juan	Ecuador	Cuenca
Argentina	Mendoza	Ecuador	Guayaquil
Argentina	Córdoba	Ecuador	Manta
Argentina	Paraná	Ecuador	Quito
Argentina	Rosario	Colombia	Santa Marta
Argentina	Pilar	Colombia	Barranquilla
Argentina	La Plata	Colombia	Valledupar
Argentina	Las Toninas	Colombia	Cartagena
Argentina	Bahía Blanca	Colombia	Cucuta
Argentina	Neuquén	Colombia	Bucaramanga
Argentina	Comodoro Rivadavia	Colombia	Medellín
Argentina	Río Gallegos	Colombia	Pereira
Brasil	Río de Janeiro	Colombia	Manizales
Brasil	Sao Paulo	Colombia	Bogota
Brasil	Fortaleza	Colombia	Armenia
Brasil	Recife	Colombia	Ibague
Brasil	Salvador	Colombia	Villavicencio
Brasil	Brasilia	Colombia	Buenaventura
Brasil	Belo Horizonte	Colombia	Cali
Brasil	Campinas	Colombia	Neiva
Brasil	Sorocaba	Colombia	Popayán
Brasil	Londrina	Colombia	Pasto
Brasil	Santos	Panamá	Ciudad de Panamá
Brasil	Curitiba	Uruguay	Montevideo
Brasil	Porto Alegre	Venezuela	Caracas
Bolivia	La Paz	Venezuela	Maracaibo
Chile	Santiago	Venezuela	Barquisimeto
Chile	Valparaíso	Venezuela	Valencia
México	Distrito Federal	Venezuela	Guacara
México	Tijuana	Venezuela	Maracay
Perú	Lima	Venezuela	Puerto La Cruz
Perú	Arequipa	Venezuela	Puerto Ordaz
Perú	Ica	Estados Unidos	Miami
Perú	Lurin	Estados Unidos	Nueva York
		Estados Unidos	Grover Beach

Tabla C.1: PoP's para SAC