

ARTÍCULO MONOGRÁFICO

Implementación de una red de nueva generación, basada en HFC, en la ciudad de Pereira*

[Implementing a new generation network based on HFC, in Pereira city]

**RAÚL ALBERTO GAVIRIA-VALENCIA¹, JOHN WILLIAM MARTÍNEZ-PULGARÍN²
EDWIN GARCÍA-ARANGO³**

**RECIBO: 22.02.2010 - AJUSTE: 19.03.2010 - AJUSTE: 26.04.2010
APROBACIÓN: 30.04.2010**

Resumen

Los diferentes operadores de telecomunicaciones en el ámbito mundial han iniciado el proceso de migración en las diferentes redes, para ofrecer servicios de voz y datos bajo una infraestructura unificada sobre el protocolo IP, este fenómeno de migración no es ajeno, de hecho Colombia, es el país latinoamericano que ha procurado establecer normas y leyes que regulen la migración e implementación de redes de nueva generación (NGN), esta transición brindará oportunidades a los operadores y beneficiará a los consumidores, pero también planteará problemas a la comisión reguladora de telecomunicaciones y al ministerio de comunicaciones y demás poderes públicos implicados en asuntos TIC.

* Modelo para citación:

GAVIRIA VALENCIA, Raúl Alberto; MARTÍNEZ PULGARÍN, John William y GARCÍA ARANGO, Edwin.. (2010). Implementación de una red de nueva generación, basada en HFC, en la ciudad de Pereira. En: Ventana Informática. No. 22 (ene-jun., 2010). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales. p. 121-131. ISSN: 0123-9678

- 1 Estudiante Maestría en Software Libre; Estudiante Especialización en Telecomunicaciones; Ingeniero de Sistemas,
Docente investigador, Universidad Libre. Pereira, Risaralda, Colombia. Correo electrónico: rgaviria@unilibrepereira.edu.co
- 2 Estudiante Especialización en Telecomunicaciones; Ingeniero Electrónico.
Ingeniero. de Operación, Colombia Móvil. Pereira, Risaralda, Colombia. Correo electrónico:johnwilliamm@hotmail.com.
- 3 Estudiante Especialización en Telecomunicaciones; Ingeniero Electrónico.
Ingeniero. de Operación, Colombia Móvil. Pereira, Risaralda, Colombia. Correo electrónico: egarcia0777@hotmail.com.

Palabras Claves: *Calidad de servicio (QoS), FTTH (Fibra hasta el hogar), NGN, redes, tecnología IP.*

Abstract

The different telecommunications operators worldwide have begun the migration process in the different networks to offer voice and data services under a unified infrastructure over IP protocol, this migration phenomenon is not alien, in fact, Colombia, is the Latin American country that has sought to establish rules and laws that regulate the migration and deployment of new generation networks (NGN), this transition will provide opportunities for operators and consumers will benefit, but also pose problems for the telecommunications regulatory commission and the ministry of communications and other public authorities in matters involving ICT.

Keywords: *FTTH (Fiber to the home), IP technology, NGN, networking, quality of service (QoS).*

Introducción

Colombia, en los últimos años se ha convertido en uno de los países de Latinoamérica, con mayor atractivo para la inversión en telecomunicaciones, lo anterior debido al gran esfuerzo del gobierno nacional y fundamentalmente el Ministerio de Comunicaciones, el cual ha procurado por establecer normas, leyes, resoluciones y decretos, que regulen el ejercicio y la práctica del sector de las telecomunicaciones, además del establecimiento de reguladores, Colombia ha permitido la introducción de diversos operadores en los diferentes servicios (*TMC, TBCLD, TPBCL, TPBC, Internet, Radio, Televisión*, etc.), lo que ha conllevado a mejores prácticas de oferta y demanda (Comisión Reguladora de Telecomunicaciones, 2007); la evolución a una economía basada en el conocimiento y el cambio tecnológico, han provocado un cambio en los requerimientos de servicios y la forma de prestarlos, las redes han pasado de ser redes especializadas según el tipo de servicio a redes multiservicio, basadas todas en tecnología IP, los requerimientos de servicio han evolucionado, desde la telefonía fija a servicios siempre disponibles, móviles y permanentes, con la posibilidad de acceder a la red global.

Lo anterior ha beneficiado a los usuarios, al respecto el inciso 1, artículo 3, decreto de ley 1900 de 1982 dispone lo siguiente: «Las telecomunicaciones tendrán por objeto el desarrollo económico, social y político

del país, con la finalidad de elevar el nivel y la calidad de vida de sus habitantes.», al tiempo que se ha convertido en un reto para los operadores establecidos, operadores de nicho, los internacionales entrantes, operadores de televisión, operadores de telefonía celular y empresas distribuidoras de energía, los cuales tienen nuevas motivaciones para aumentar su competitividad y garantizar su permanencia en el mercado, obligándolos a incursionar en Redes de Nueva Generación (*NGN – New Generation Network*), sobre esta situación el artículo 25, del decreto de ley 1900 de 1990 reza: «El Gobierno Nacional, de acuerdo con los planes y políticas establecidos, procurará por la expansión, modernización y optimización de la red de telecomunicaciones del Estado y la compatibilidad entre sus partes, para permitir el acceso y uso de la misma, conforme a lo determinado en el presente Decreto, los tratados y convenios internacionales y los reglamentos de los servicios y actividades.», con un componente importante en convergencia de redes, motivado por compartir infraestructuras, que puede ser el instrumento para promover el despliegue de redes troncales IP y redes de acceso en banda ancha, como ya lo hacen, por ejemplo, las redes de transmisión de energía eléctrica, petróleo, gas y agua.

1. Redes de nueva generación, NGN

1.1 Definición

La *International Telecommunication Union*, define las redes de nueva generación como «una red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha, propicias para la calidad de servicio (QoS), en la que las funciones relacionadas con los servicios, son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin problemas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios» (ITU, 2007, 21).

1.2 Motivaciones para la implementación de NGN sobre redes HFC (operador existente)

- ADSL o Cable MODEM, en toda el área urbana y semi-urbana.
- WiMAX es actualmente una tecnología competitiva y atractiva para cerrar la brecha de acceso, especialmente en sectores aislados y rurales, pero también en sectores no atendidos en áreas urbanas.

- Flexibilidad para construcción y oferta de servicios.
- Reducciones de coste esperadas por compartir sistemas y transporte.
- Rápido desarrollo de servicios y aplicaciones

1.3 Requerimientos para la implementación de NGN

Algunos de los factores claves consisten en:

- Continuidad del negocio necesaria para mantener los servicios dominantes en curso y los clientes que requieren calidad de servicio.
- Flexibilidad para incorporar los nuevos servicios y los que aparecen en tiempo real (principal ventaja del modo IP).
- Rentabilidad que permita un retorno sobre inversiones factibles y dentro de los márgenes de las mejores prácticas del mercado.
- Supervivencia que permita asegurar el servicio en caso de fallos o eventos externos inesperados.
- Calidad de Servicio (QoS) para garantizar los Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) para las diferentes mezclas de tráfico y sobrecarga.
- Interoperabilidad entre redes que permita cursar servicios extremo a extremo para flujos a través de diferentes dominios de red.

1.4 Implementación y desarrollo de la NGN

En las figura 1 y 2, se observa el diseño de la red propuesta tanto para la cabecera como para el usuario final, la cabecera de televisión, para el caso de estudio, será una sola para la ciudad de Pereira, ubicada en el barrio Panorama.

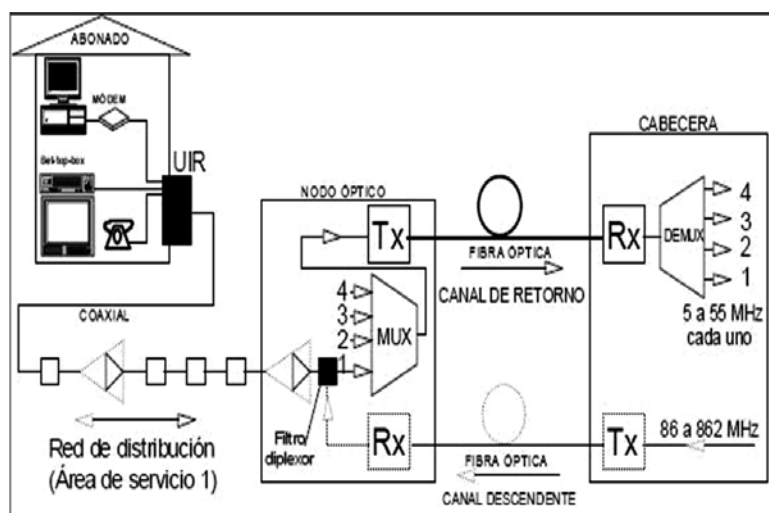
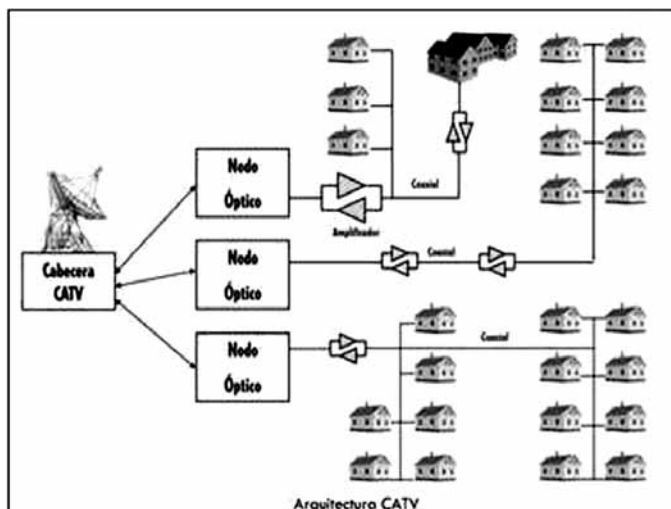


Figura 1.
Diseño
de la red
propuesta.

Figura 2. Diseño
para el usuario
final.



En la cabecera se encuentra el cerebro para la transmisión de datos hacia Internet conocido como el CMTS - *Cable Modem Termination Service*- (figura 3), este es un chasis modular que trae cierta cantidad de tarjetas según los canales de *Uptream* (Subida) y *Downstream* (Bajada), necesarios para el ancho de banda solicitado por los usuarios (36 Mbps) y quien distribuye los anchos de banda dependiendo del rehuso y la cantidad de información solicitada, también se encuentran los nodos ópticos (figura 4), encargados de hacer la conversión óptico – eléctrica, para llevar el cable coaxial .500 hasta los *home – pass* y RG-58 hasta los usuarios finales (Inner, s.f.).



Figura 3. CMTS - Cable Modem Termination Service (Arris Group, s.f.a)

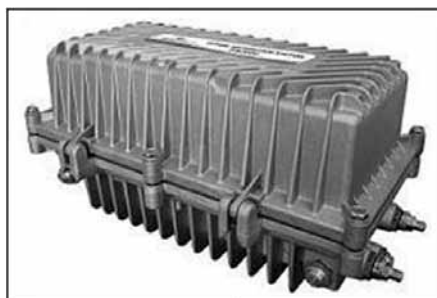


Figura 4. Nodo Óptico (Inner, s.f.)

Aunque el estudio realizado, está pensado en la infraestructura existente que tiene el operador de telecomunicaciones, según la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones (2007), el futuro son las tecnologías pasivas, como *XPON* en todas sus variedades (*BPON*, *EPON*, *GPON*), ya que los usuarios y los nuevos servicios de valor agregado están demandando más ancho de banda y cada vez el cobre está quedando obsoleto para las velocidades requeridas para tales servicios.

Esto terminará por catapultar a la fibra como medio de transmisión para tecnologías alambradas con gran demanda de ancho de banda, a su vez haciendo uso de FTTH (*Fiber to the Home*) y FTTB (*Fiber to the Building*).

Según la UPC (s.f.) los servicios que deberán ofrecer próximamente los operadores existentes de telecomunicaciones, con sus respectivos anchos de banda para los diferentes servicios de valor agregado se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Cálculos de ancho de banda por usuario (UPC. s.f)

Ítem	Descripción servicio	Cantidad	Velocidad	Unidad	Velocidad total
1	Acceso a Internet	1	2	Mbps	2
2	Dos líneas de Volp	2	1	Mbps	2
3	Flujos de SDTV	4	5	Mbps	20
4	Flujos de HDTV	1	11	Mbps	11
5	Seguridad electrónica	1	1	Mbps	1
Cálculo de ancho de banda por usuario					36

Como el ancho de banda no siempre será constante, ya que todas las aplicaciones no estarán corriendo al mismo tiempo por todos los usuarios, se debería tener en cuenta la carga del *CMTS*, en hora pico (*Busy Hour*) para dimensionar efectivamente el ancho de banda entregado en distintos instantes de tiempo (Arris Group, s.f.a).

1.5 Criterios de diseño considerados en la NGN

En la experiencia que se presenta, se dividió la red HFC con una cabecera (*Headend*) y 56 nodos ópticos dependiendo de la penetración y lo masificado del servicio en las 19 zonas – comunas - (Alcaldía Municipal de Pereira, 2007) en las que se dividió la ciudad como se muestra en la figura 5.

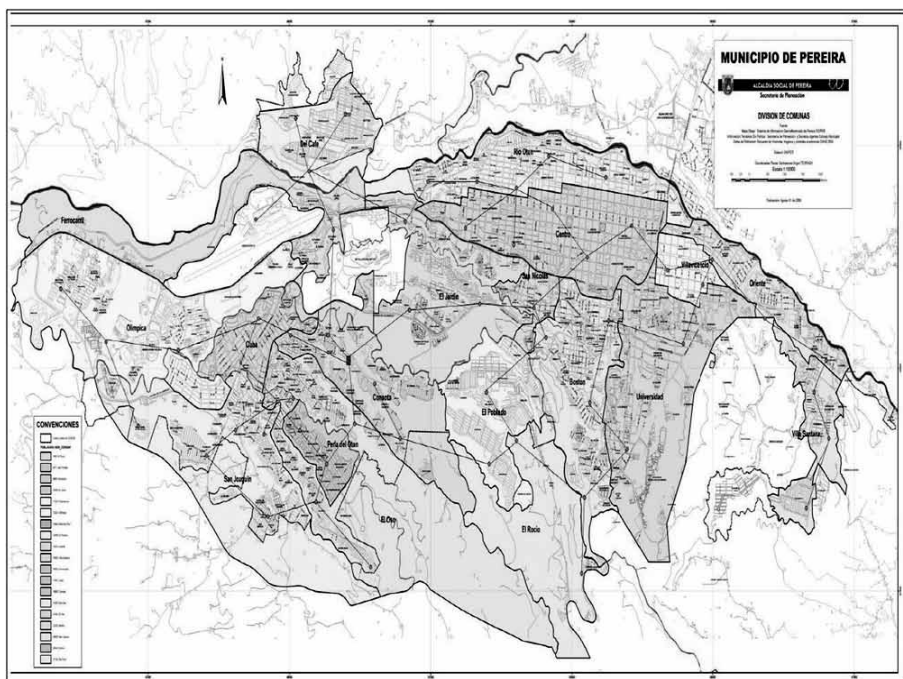


Figura 5. Mapa de la red de acceso NGN en la ciudad de Pereira: Mapa de división por comunas del municipio de Pereira (Alcaldía Municipal de Pereira, 2007)

En la cabecera, que es el centro principal, se ubican los chasis de CMTS, con sus diferentes tarjetas 1:4 para dar servicios, esta despliega fibra óptica de 32 hilos hasta los nodos ópticos secundarios, los cuales hacen la conversión óptico – eléctrica, para después llegar a los abonados en cable coaxial (*home – pass*).

Además en la cabecera está un equipo muy importante, el manejador de anchos de banda, ya que todos los usuarios no van a estar utilizando los 36 Mbps, a los cuales se dimensionó la red, por lo tanto, dependiendo de los servicios que se encuentre usando el abonado, le dará mayor o menor velocidad de transmisión, para soportar los servicios demandados.

La inversión que requiere hacer el operador de telecomunicaciones es, en mayor proporción, en equipos de CORE (CMTS, Manejador de anchos de banda, tarjetas 1:4 Upstream) y en



Figura 6. Cable Modem (ARRIS GROUP. s.f.b)

menor proporción en la red de acceso, ya que los *cablemodems* (figura 6) utilizarán el estándar *Docsis 3.0* para cumplir con los requerimientos (Arris Group, s.f.b).

1.6 Cálculo del ancho de banda por usuario para dimensionamiento del CMTS

Con la información estadística de población suministrada en la tabla 2, se calculó el porcentaje de penetración que tiene el operador en la ciudad, tanto en televisión por suscripción como en Banda Ancha (DANE, 2008). Para el caso de la ciudad de Pereira, se tomó una penetración del 70% para el servicio de televisión por suscripción equivalente a 125.967 usuarios (hogares), de los cuales se supone una penetración de planes de datos o Internet de 25% sobre los hogares con redes CATV para estos servicios en la ciudad de Pereira.

Se debe tener en cuenta que los usuarios de televisión por suscripción, puede que no tengan el servicio de banda ancha y viceversa.

Tabla 2. Estadísticas de suscripción de Internet en el país al año 2008 (DANE, 2008)

Ítem	Comuna	Habitantes	% Hab.	Hogares	70% con acceso HFC	25% con planes-datos	Nodos
1	Rio Otún	37.735	11,70	21.048	14.733	3.683	7
2	Centro	29.542	9,16	16.478	11.535	2.884	5
3	San Joaquín	26.609	8,25	14.842	10.389	2.597	5
4	Boston	22.205	6,88	12.385	8.670	2.167	4
5	El Oso	21.882	6,78	12.194	8.536	2.134	4
6	Del Café	21.450	6,65	11.964	8.375	2.094	4
7	Consota	19.669	6,10	10.971	7.680	1.920	3
8	Cuba	17.447	5,41	9.732	6.812	1.703	3
9	Universidad	13.879	4,30	7.741	5.419	1.355	2
10	Villa Santana	15.805	4,90	8.816	6.171	1.543	3
11	Oriente	14.374	4,46	8.018	5.612	1.403	2
12	El Poblado	13.959	4,33	7.786	5.450	1.363	2
13	Perla Otún	13.444	4,17	7.499	5.249	1.312	2
14	Olímpica	15.679	4,86	8.745	6.122	1.530	3
15	Villavicencio	11.533	3,57	6.433	4.503	1.126	2
16	El Jardín	10.436	3,23	5.821	4.075	1.019	2
17	Ferrocarril	6.969	2,16	3.887	2.721	680	1
18	San Nicolás	6.557	2,04	3.669	2.568	642	1
19	El Rocío	3.450	1,07	1.924	1.347	337	1
		322.624	100,00	179.953	125.967	31.492	56

Para este caso, se deben proporcionar 36 Mbps de Velocidad de transmisión por suscriptor, dato obtenido del cálculo del ancho de banda por usuario.

Una vez dimensionado el CMTS, para saber cuántas tarjetas de *upstream – downstream*⁴, se considera que un CMTS normalmente dependiendo de la marca, puede manejar 400 usuarios con una velocidad de transmisión constante de 600Kbps, esto es para el upstream aproximadamente 240 Mbps por tarjeta.

$$\text{Usuarios x Tarjeta} = (\text{VTX Tarjeta CMTS}) / (\text{VTX Usuario})$$

$$\text{Usuarios x Tarjeta} = 240 \text{ Mbps} / 36 \text{ Mbps}$$

$$\text{Usuarios x Tarjeta} = 8 \text{ Usuarios.}$$

Es de anotar que este cálculo es sin utilizar reuso y los ocho usuarios estén demandando todos los servicios y anchos de banda.

Como se hace uso de tarjetas 1:4 Docsis 3.0 cada tarjeta podrá manejar 32 Usuarios a todo ancho de banda demanda 36 Mbps.

Con el análisis estadístico se aprecia que en Pereira, existen aproximadamente 32.000 usuarios de banda ancha, necesitando 1000 tarjetas 1:4 para la demanda de los servicios.

La tabla 3, muestra el presupuesto que el operador debería asignar para empezar con la primera fase de NGN, con anchos de banda por usuario de 36 Mbps usando la red existente de HFC basada en Docsis 3.0, para poder soportar los anchos de banda requeridos para los servicios de valor agregado, con una penetración en el mercado de datos del 25% de los usuarios totales que posee.

Tabla 3. Valor total servicios de valor agregado

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	IVA	Valor total
1	chasis Cmts Docsis 3.0	unidad	10	30.000	4.800	348.000
2	tarjeta Docsis 3.0 1ds-4us	unidad	1000	25.000	4.000	29.000.000
3	cable modem Docsis 3.0	unidad	32000	250	40	9.280.000
4	acceso usuario red HFC 200 usuarios	global	160	20.000	3.200	3.712.000
5	fibra óptica primaria 16km 32 hilos	global	15	8.000	1.280	139.200
6	nodos ópticos	unidad	56	8.000	1.280	519.680
7	manejador de ancho de banda	unidad	2	90.000	14.400	208.800
Valor total servicios de valor agregado (US)						43.207.680

4 Para este caso se hace uso de tarjetas 1 *Downstream – 4 Upstream (1:4) Docsis 3.0*.

2. Conclusiones

- Aún es demasiado pronto para aventurarse a determinar qué reglamentación conviene aplicar en un entorno de NGN, el proceso de transición migratorio ya comenzó y transformará completamente el panorama de las TIC, en Colombia.
- Se deberán asumir los retos que imponen las NGN, como garantizar neutralidad tecnológica, en el sentido de no atar ningún tipo de servicio a alguna red determinada o viceversa.
- Las interconexiones son un elemento esencial para el desarrollo de NGN, es asegurar que ellas podrán interconectarse con redes que ofrezcan servicios del mismo tipo, y no sólo con algunas, sino con todas.
- El Ministerio de TIC, como facilitador y tecnológicamente neutro, deberá asegurar que se cumplan las condiciones de licencias e interconexiones existentes, ya que en el caso de servicios en zonas rurales o aisladas, la posibilidad de tener acceso a la red troncal o pública telefónica, y a través de ellas al resto de las redes es esencial.
- Se requiere propiciar interés económico de transformar la infraestructura existente en soluciones de tipo NGN; Procurar que los operadores tradicionales realicen una transición paulatina hacia las NGN, de acuerdo con un plan de transición; Crear un marco jurídico flexible y adecuado que facilite la entrada en el mercado de nuevos operadores que ofrezcan arquitecturas de NGN y Auspiciar a los operadores de redes móviles a que adopten una estrategia para la convergencia mediante la oferta de los servicios fijo/móvil y de nuevos servicios móviles.
- Fraccionar más las redes HFC existente, en nodos de 150 usuarios, también se puede migrar al estándar Docsis 3.0 para ampliar la capacidad o tal vez sea el momento de incorporar tecnologías *XPON (BPON-GPON-EPON)* para la demanda de velocidad de los usuarios, para los diferentes servicios de valor agregado que se vienen para el futuro. Esto puede generar costos adicionales para reemplazar el cable coaxial por la fibra óptica, y hacer uso de estas tecnologías pasivas.
- Para mejorar el problema de movilidad los operadores de telecomunicaciones existentes se puede hacer un híbrido, por así decirse entre redes DOCSIS y WIFI para evitar el problema de movilidad de los operadores fijos.

Bibliografía

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE PEREIRA (2007). Mapa de división por comunas del municipio de Pereira [en línea]. Pereira (Colombia): En. SIGPER – Mapas (28/02/2007). <http://www.pereira.gov.co/portal/page?_pageid=33,175150&_dad=portal&_schema=PORTAL> [consulta: 10/01/2010].
- ARRIS GROUP (s.f.a). ARRIS C4 Cable Modem Termination System (CMTS) [En línea]. Suwanee (GA, USA): Arris Group, Inc. <<http://www.arrisi.com/products/c4/index.asp>>. [Consulta: 10/01/2010].
- ARRIS GROUP (s.f.b). Touchstone Cable Modem CM550. [En línea]. Suwanee (GA, USA): Arris Group, Inc. <<http://www.arrisi.com/product_catalog/listers/index.asp?id=391>. [Consulta: 11/01/2010].
- COMISIÓN REGULADORA DE TELECOMUNICACIONES (2007). Telecomunicaciones hechos y tendencias. En: Informe sectorial de telecomunicaciones. [En línea]. Bogotá D.C.: Comisión Reguladora de Telecomunicaciones p. 1-16. <http://www.crcm.gov.co/images/stories/crt-documents/BibliotecaVirtual/InformeSectorial/Informe_sectorial_8.pdf>. [Consulta: 13/12/2009].
- DANE (2008). Indicadores básicos de tecnologías de la información y comunicación TIC. [En línea]. Bogotá: DANE. En: DANE.GOV.CO/ Boletín de prensa (2, sep, 2008). <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_agos08.pdf> [consulta: 13/12/2009].
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (Colombia) (1990). Decreto 1900 [En línea]. Bogotá: Presidencia de la República (19/08/1990) <http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1990/agosto/19/dec1900191990.pdf> [consulta: 24/12/2009].
- INNER (s.f). Nodo óptico Rayvert: Optical distribution station DS2000-ST. [En línea]. Monte Grande (Buenos Aires, Argentina): INNER S.R.L. <<http://www.inner.com.ar/productos/optico/ds2000.html>> [Consulta: 10/01/2010].
- ITU (2007). Tendencias en las reformas de telecomunicaciones 2007, El camino hacia las redes de la próxima generación (NGN). Ginebra: ITU. 21 p. <http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/reg/D-REG-TTR.9-2007-SUM-PDF-S.pdf> [consulta: 15/12/2009].
- UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, UPC (s.f). Cálculos de ancho de banda por usuario. [En línea]. Monterrico (Perú): Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <<http://www.upc.edu.pe/electronica-boletin/Detalle.asp?CON=4741&BOL=32&EJE=418&SECC=204&TXT=1>> [consulta: 15/02/2010].