

Despliegue

escalonado de banda ancha para una red de acceso hipotética cubana

Por Ing. Luis Manuel Leicea Yins, Jefe del Departamento de Operaciones de la Red, División de La Habana, ETECSA
luism.leicea@etecsa.cu

Como parte de los esfuerzos que Cuba realiza a favor de la informatización de la sociedad [1-2] en materia de telecomunicaciones, se ha llevado a efecto el tendido de una red de fibra óptica nacional con sus anillos redundantes, se ha digitalizado un importante número de centrales telefónicas y se han mejorado las redes. Ahora, con el advenimiento de la llamada Red Cuba, iniciada con el reciente tendido de un cable submarino internacional de fibra óptica (FO), se espera mejorar las comunicaciones de banda ancha (BA) [3-5].

El usuario requiere cada vez más del desarrollo de diversas aplicaciones como la navegación por Internet a alta velocidad, VoD —video por demanda—,

transferencia de archivos, transmisión de datos, voz sobre IP (VoIP), comercio electrónico, entretenimiento, entre otras, a las cuales debe acceder a velocidades superiores a las ofrecidas por una línea convencional, de manera eficiente. Por eso, el objetivo final es procurar conexiones superiores a 128 Kbps, teniendo en cuenta que algunos proveedores ya son capaces de ofrecer velocidades de 50 a 100 Mbps [6].

La denominada última milla o red de acceso cubana, en un por ciento considerable, se mantiene en condiciones técnicas deficientes que entorpece el acceso a los servicios de BA. Se impone, entonces, la necesidad de adecuarla técnicamente, ya sea a través de un proceso de mejoramiento o de su evolución hacia las nuevas tecnologías, de manera que complementen el soporte para la informatización.

En este trabajo se valora la aplicación escalonada de dichas tecnologías a fin de garantizar el éxito del proceso de informatización de la sociedad (INFOSOC). Se analizan tres plazos para el despliegue, con atención especial a los motivos económicos.

Tecnologías de acceso de banda ancha

La tabla 1 muestra una clasificación de las redes de acceso según el soporte físico sobre el que se implementa cada una. Dicha implementación dependerá de factores como el tipo de servicios a ofrecer, los clientes a satisfacer, el precio, la oportunidad y disponibilidad.

TECNOLOGÍAS DE RED DE ACCESO [6-7]		
No.	Tipo	Tecnologías
1	Redes cableadas	xDSL —familia de tecnologías sobre lazo del suscriptor—.
		HFC —híbrida fibra óptica-cable coaxial—.
		FTTx —fibra óptica hasta x—.
		PLC —comunicaciones a través de las líneas de fuerza—.
2	Redes inalámbricas	WiMax — <i>standard</i> de transmisión para redes metropolitanas—.
		xMDS —servicios de distribución multipunto, local y multicanal—.
3	Redes móviles	GSM —sistema global para comunicaciones móviles, segunda generación (2G)—.
		GPRS —transmisión de datos por paquetes, punto intermedio entre la segunda y tercera generación (2.5G)—.
		UMTS —sistema universal de telecomunicaciones móviles, tercera generación (3G)—.
4	Redes satelitales	Transmisión satelital sobre órbitas terrestres.

Tabla 1 Criterios de selección de las tecnologías (Fuente: elaboración propia).

a. Corto plazo —1 a 5 años—

Debido a que un gran porcentaje de la red de acceso cubana es de cobre, se propone la reutilización de las infraestructuras ya existentes a corto plazo —1-5 años—, lo que representa un ahorro económico al estar parcial o totalmente amortizadas y al aprovechar la extensión de la red desplegada [8-9]. El servicio de acceso a Internet, el acceso a VoD y el acceso remoto a LAN —*Local Area Network*— se consideran los más importantes durante esta etapa; por ello, se propone usar la tecnología ADSL —*Asymmetric Digital Subscriber Line*— (Figura 1) para las redes cableadas xDSL con capacidad para soportar BA utilizando nuevos códigos de línea (2B1Q), técnicas modernas de modulación como DMT —*Discrete Multitone Modulation*— y CAP—*Carrierless Amplitude Phase Modulation*— y equalización adaptativa [8]. Esto permite el acceso simultáneo a la red telefónica y a Internet mediante el empleo de un *splitter* —filtro separador de bandas— en la casa del abonado. Sin embargo, esta tecnología tiene como desventajas el limitado alcance y la obligada calidad del par. ADSL2 y ADSL2+, por su parte, son estándares que logran mejores tasas de transmisión y alcances respecto a ADSL —12 y 20 Mbps de bajada y 1 Mbps de subida, con 5,5 km de alcance— [6].

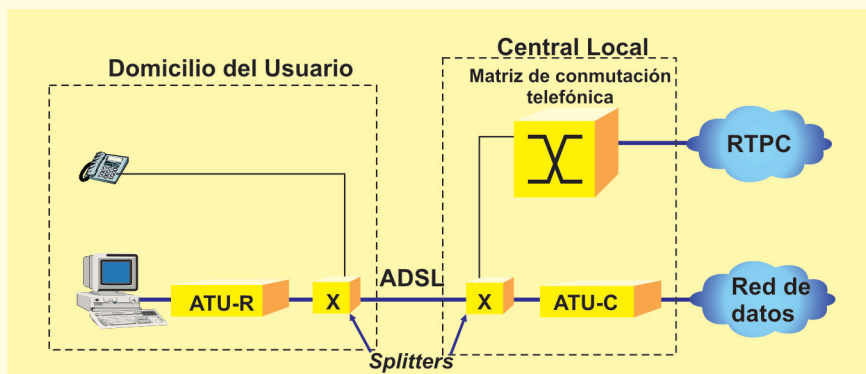


Figura 1 Esquema general de conexión de red de acceso ADSL (Fuente: [6]).

En la central de conmutación se debe colocar un DSLAM —*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*—, el cual se compone de un chasis que agrupa gran número de tarjetas, cada una de las cuales consta de varios módems ATU-C —*ADSL Terminal Unit-Central*— y que, además, concentra el tráfico de todos los enlaces ADSL hacia una red WAN —*Wide Area Network*—.

Otra tecnología que puede utilizarse es WiMax —*World Interoperability Microwave Access*— en el caso de las redes inalámbricas. Este estándar de comunicación de radio de última generación, en su versión IEEE 802.16 (2004), se encuentra especialmente diseñado para proveer accesos de datos, VoIP, video y acceso a Internet vía radio de alta capacidad a distancias hasta 70 kilómetros y con tasas de transmisión de hasta 70 Mbps NLOS —sin línea de vista— y 124 Mbps LOS —con línea de vista— [6]. Es un competidor muy fuerte del par trenzado. Se propone implementarla alternativamente con ADSL, pero en escenarios donde se dificulte el acceso de la red cableada. La instalación al usuario es rápida y económica.

También se propone para este plazo la combinación con tecnologías móviles que en Cuba tienen un uso frecuente, como GSM, y que se ha convertido en un serio competidor de las redes fijas.

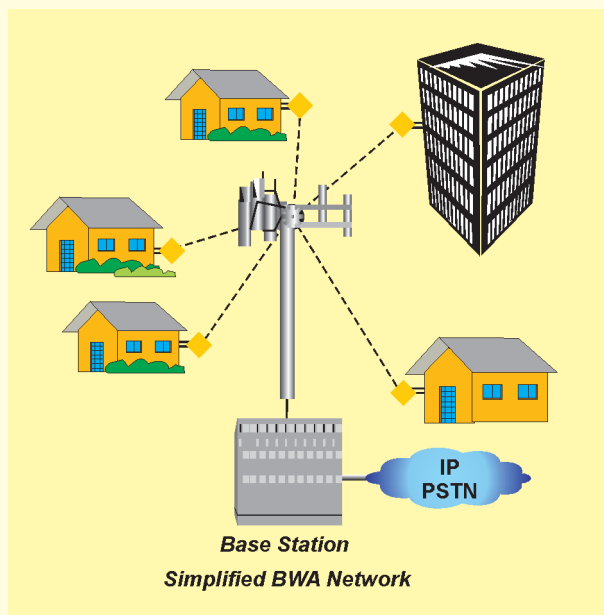


Figura 2 Acceso WiMax punto-multipunto (Fuente: [16]).

b. Mediano plazo —6 a 10 años—

Para un mediano alcance se plantea una combinación de FO —*Fiber Optics*— con ADSL/VDSL —*Very High Bit-Rate DSL*—. Mientras el objetivo de alcance en ADSL era cubrir el área de servicio de la central telefónica, en VDSL las zonas geográficas cubiertas son mucho menores, motivo por el cual esta tecnología, válida para un mediano plazo, va acompañada de un amplio despliegue de FO hasta los nodos (FTTx), desde los cuales se alcanza al abonado mediante tiradas de cobre muy cortas. La implementación VDSL2, llamada de largo alcance —hasta 1 km— posibilita una mayor tasa en subida de 6-26 Mbps y 12-52 Mbps de bajada, respecto a VDSL [10].

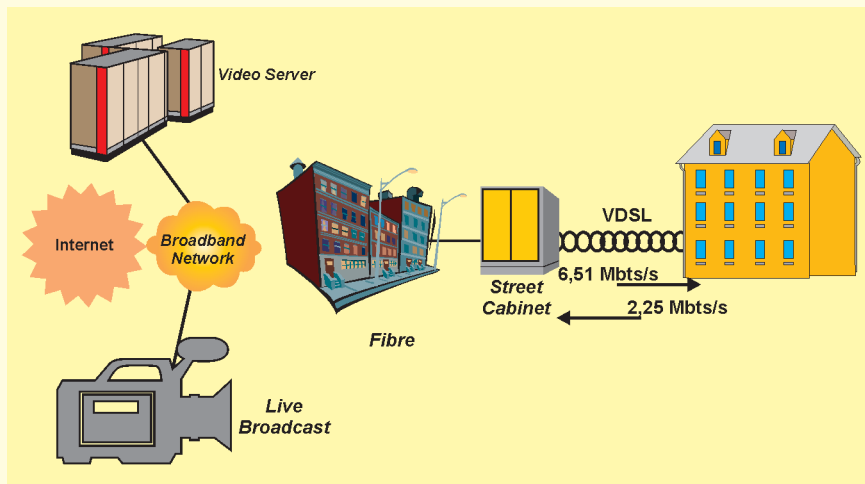


Figura 3 Esquema general de conexión de red de acceso VDSL (Fuente: [11]).

Dentro de la familia de tecnologías FTTx se agrupan una serie de técnicas de acceso basadas en el empleo de FO hasta las proximidades del abonado. Los miembros de esta familia se diferencian fundamentalmente por el grado de proximidad alcanzado.

Se propone usar la FTTC —hasta la acera—, la FTTCab —hasta el gabinete— y la FTTB —hasta el edificio— a mediano plazo para las grandes empresas y objetivos gubernamentales primero y, luego, para los sitios de baja densidad telefónica.

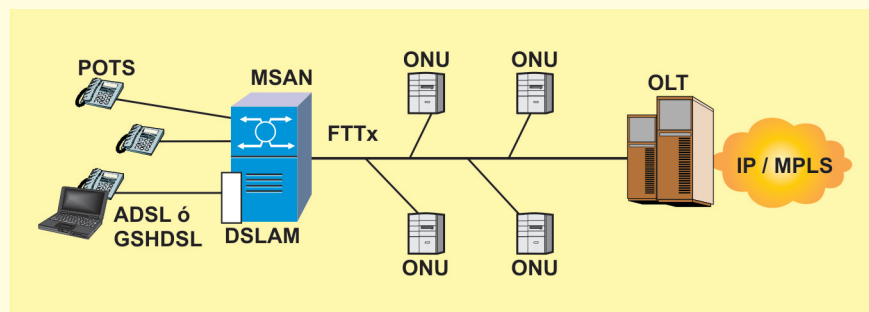


Figura 4 Esquema general de conexión de red de acceso FTTx (Fuente: Elaboración propia).

Se propone, además, el uso de la generación 2.5 de móviles (GPRS) que deberán tener para esa etapa una amplia aceptación entre los usuarios en Cuba.

c. Largo plazo —más de 11 años—

La FO es un medio de acceso de elevada capacidad y bajo costo, capaz de proporcionar los niveles de calidad de servicio adecuados para cada aplicación. El empleo de FO como medio de transmisión para alcanzar al usuario final —FTTH o fibra hasta el hogar— (Figura 5) es un objetivo realmente ambicioso por lo caro que resultaría ahora, debido al alto costo del equipamiento, pero factible a largo plazo [6]. La implementación más conocida son las redes PON —*Passive Optic Networks*— que al no usar elementos activos para llegar al abonado, no sufren interferencia electromagnética ni son afectadas por descargas eléctricas. Entre estas tecnologías se propone la GPON —*Gigabit PON*— (Figura 6), con un alcance de 20 km, que utiliza protocolo de nivel 2 Ethernet sobre ATM, y velocidades de línea ascendente/descendente de 155.52-622.08; 1244.16-2488.32/1244.16 o 2488.32 Mbps [10].

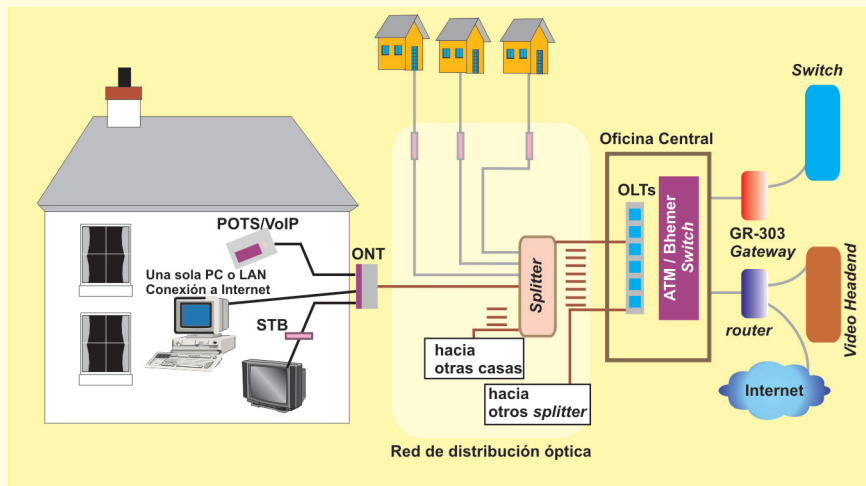


Figura 5 Red de acceso FTTH (Fuente: [10]).

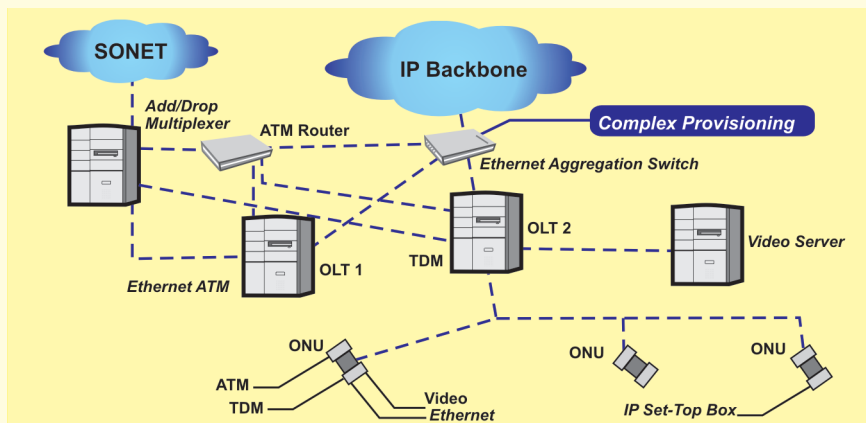


Figura 6 Estructura de una red GPON (Fuente: [10]).

Alternativamente, el móvil celular 3G —*Universal Mobile Telephone System* (UMTS)— (Figura 7), basado en el estándar IMT-2000 y que busca compatibilizar movilidad y acceso de banda ancha —servicios *quad-play*— es de interés para este plazo. Esta tecnología ofrece conectividad virtual permanente —*always on*— a la red, diferentes formas de tarificación, asimetría en el canal, posibilidades de desarrollo de servicios multimedia, calidad de servicio (QoS), integración de tecnologías y estándares de redes fijas y móviles. Se logran tasas de 2,4 Mbps sobre el canal de 2,5 MHz —CDMA2000 1x EV-DV3—, pudiendo alcanzar 3,08 MHz —CDMA2000 1x EV-DV4—. Entre los servicios que garantiza se hallan el

acceso a Internet, servicios de BA, *roaming* internacional, interoperabilidad entre redes, transmisión de video e imágenes en tiempo real como videoconferencia y comercio electrónico [10].

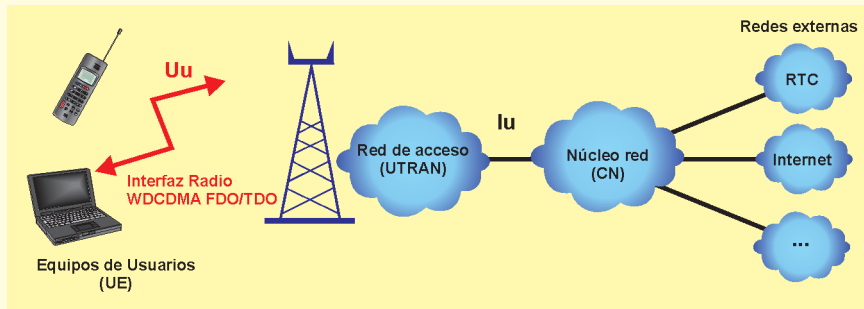


Figura 7 Arquitectura UTMS (Fuente: [18]).

La red de acceso de nueva generación

En un determinado momento, las actuales redes de acceso no podrán satisfacer los nuevos requisitos de velocidad y cobertura. Las redes de acceso de nueva generación —*Next Generation Access Networks* (NGA)—, cuyos niveles en la BA se muestran en la figura 7, generalmente están soportadas sobre FO y protocolos IP por lo que superan estas limitaciones. Son redes de transferencia de paquetes capaces de ofrecer servicios diversos utilizando diferentes tecnologías de BA —las tecnologías involucradas en el transporte, cuya calidad debe ser controlada, son independientes de las tecnologías de los servicios—, que permiten a los usuarios

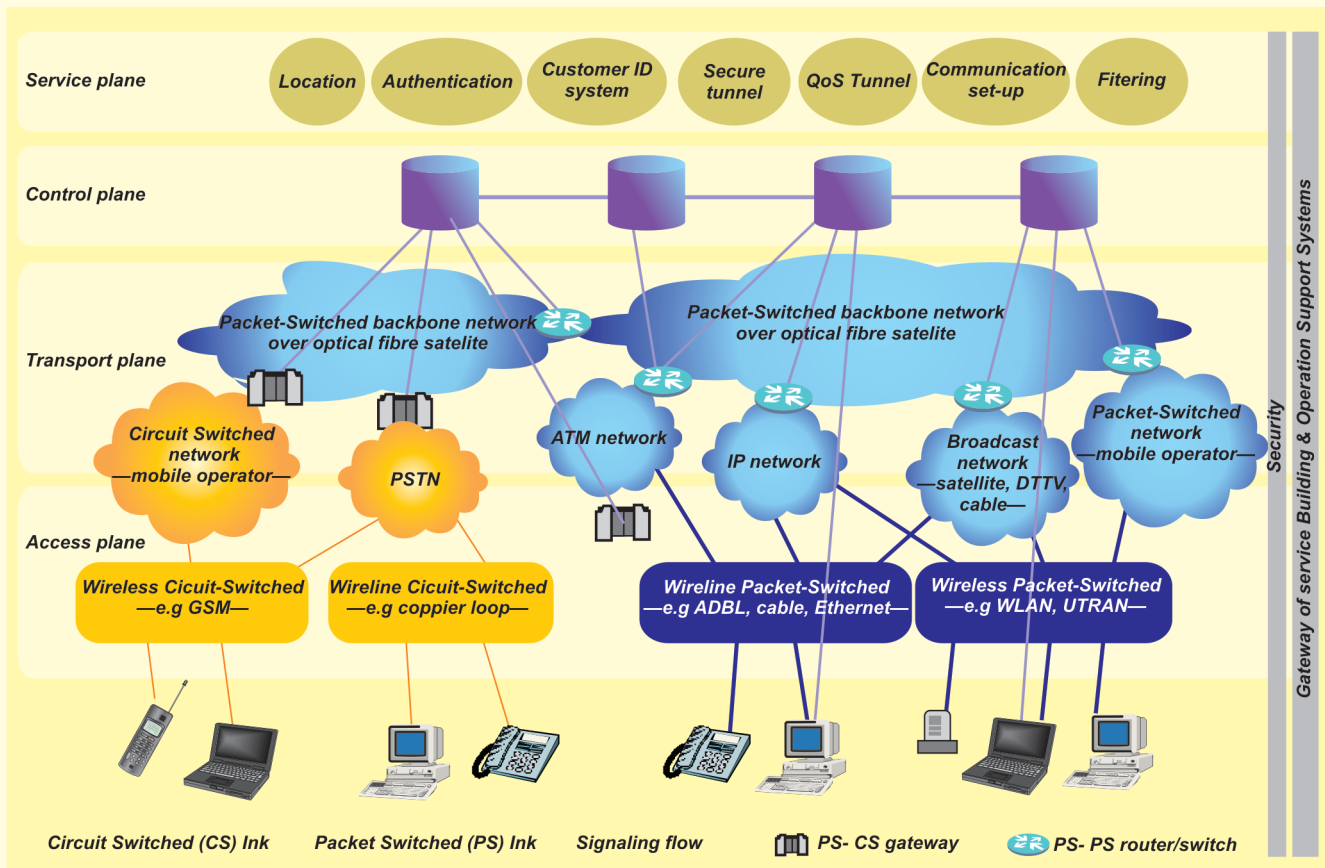


Figura 8 Niveles en la banda ancha de nueva generación (NGA) (Fuente: [11]).

un acceso móvil y no restringido a diferentes proveedores de aplicaciones [10], [12].

La red de BA de próxima generación requiere de un ancho de banda mínimo de 10MHz para permitir disfrutar de servicios como los de video de flujo continuo, videoconferencia, videoteléfono y un acceso a Internet de alta velocidad. Teniendo en cuenta la diversidad de los servicios de valor añadido futuros, el aumento de la demanda de ancho de banda será infinito. Debido a que los anchos de banda y los servicios se están diversificando cada vez más, las soluciones personalizadas se caracterizarían por una combinación de múltiples servicios e innovaciones de servicio orientadas al cliente para satisfacer las necesidades de personalización, diferenciación, movilidad, autoservicio y servicios multimedia [17].

Consideraciones finales

No se consideraron en el presente trabajo las tecnologías HFC —*Hybrid Fiber Coaxial*— porque su implementación es costosa y el acceso debe ser compartido; PLC —*Power Line Communications*—, por su poca difusión y por la degradación de la señal debido a interferencias con las líneas de fuerza; xLMS porque con esta tecnología no se logra LOS, además de que posee tarifas elevadas; por último, las alternativas satelitales implican un costo de implementación elevado. Todas estas tecnologías constituyen también buenas opciones de acceso; sin embargo, no siempre se adecuan a las condiciones económicas o técnicas necesarias.

Objetivos previos para lograr el mejoramiento de la red de acceso del territorio —corto plazo—

Para un plazo corto, en atención a razones económicas, al aprovechamiento de la planta exterior de cobre instalada y la inminencia de la implementación de la Red Cuba se proponen los siguientes objetivos a fin de mejorar las redes de acceso ya existentes, las cuales deberán ser el primer soporte a tener en cuenta en el despliegue [13], [14]:

1. Recuperar al 90 % las redes de acceso de cobre a través de

mejoramientos que restituyan los parámetros de transmisión.

2. Lograr que el 100 % de las redes de acceso soterradas estén presurizadas y gestionadas.

3. Eliminar el 100 % de los cruzamientos eléctricos.

4. Reconstruir el 100 % de las redes de abonado.

5. Ejecutar criterio de selección de pares para BA con equipos de mediciones como ALT-2000 [13].

6. Implementación del 100 % del completamiento de las capacidades de conmutación de las centrales digitales del territorio.

7. Ejecutar planes de desarrollo en las áreas de baja densidad telefónica.

Conclusiones

Las diferencias entre las redes de acceso existirán, al menos, durante un largo período en el que las tecnologías y las estrategias de negocio irán siendo probadas por el mercado. De esta forma, con un mercado tan competitivo en las redes de acceso y en los equipos terminales, los dispositivos de interfaz jugarán un papel fundamental permitiendo que gran variedad de equipos terminales se conecten a diferentes tipos de redes de acceso. Existe un rico espectro de tecnologías de acceso que pueden aplicarse para superar las limitaciones de la última milla en una red que se encarga de servir a usuarios finales. Ellas van desde las tecnologías xDSL a los sistemas basados en fibra, y desde estructuras de distribución coaxial a tecnologías inalámbricas y satelitales [11]. La principal limitación para llevar a cabo el proyecto descrito es el aspecto económico, por ello la propuesta se plantea por etapas de desarrollo a fin de permitir la recuperación a medida que nuevas plataformas sean implementadas, a la vez que se aprovechen totalmente las infraestructuras desplegadas. Este trabajo pudiera generalizarse a otros escenarios del país debido a que las condiciones planteadas para cualquier despliegue de BA en Cuba deberán tener en cuenta los presupuestos planteados aquí. ▀

Referencias bibliográficas

- [1] Mancini, Pablo. "Programa sobre la informatización de la sociedad cubana". La Habana: Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba, 2004. <http://portal.educ.ar/debates/sociedad/cultura-digital/programa-sobre-la-informatizacion-de-la-sociedad-cubana.php> (acceso: septiembre 23, 2011).
- [2] Oestmann, Sonja y Dymond, Andrew. "Capítulo 8: Tecnologías para el acceso, y servicio universal (ASU); Módulo 4 Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TICs", En: *ITU-infoDev ICT Regulation Toolkit*, 2011. <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.3126.html> (acceso: junio 29, 2009).
- [3] ETECSA. "Principios y fundamentos de la Red Objetivo. Documento inédito". ETECSA, 2006. <http://www.etecsa.cu/> (acceso: septiembre 23, 2011).
- [4] Borrego, J. A. "Cable submarino: Una "autopista" entre Santiago y La Guaira". *Cubaso-cialista*, julio 1, 2011 <http://www.cubaso-cialista.cu/?q=cable-submarino-una-autopista-entre-santiago-y-la-guaira> (acceso: septiembre 23, 2011).
- [5] Fernández, J. "Desarrollo de las Telecomunicaciones en Cuba". Seminario Internacional de Telecomunicaciones. La Habana, Cuba, 2003.
- [6] Bautista González, Yemmy Johana. "Estudio Comparativo de Redes de Banda Ancha". Bogotá: Universidad de Los Andes, 2007. <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm> (acceso: noviembre 8, 2010).
- [7] Federal Communication Commission. "Acceso a la Banda Ancha". Informe anual, EEUU, Washington DC, febrero, 2008.
- [8] García Valverde, Daniel Israel y Morillo Celi, Diego Paúl. "Establecimiento del régimen de compartición de infraestructura para la prestación de servicios de telecomunicaciones y desagregación del bucle de abonado de ANDINATEL S.A.". Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Octubre, 2011. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4140> (acceso: septiembre 23, 2009).
- [9] UIT-T Recomendación G.993.2-Tecnología de acceso que utiliza la estructura existente de hilos de cobre instalados inicialmente para el servicio telefónico ordinario. Febrero, 2006.
- [10] Pavón Taco, Diana Patricia. "Diseño de una red GPON para proveer servicios Triple Play (TV, Internet, Telefonía) en el sector de la Carolina a través de la red del Grupo TV Cable". Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, enero 2009. <http://www.dspace.epn.edu.ec/bitstream/.../T%2011067%20CAPITULO%201.pdf> (acceso: noviembre 8, 2010).
- [11] Traverso, Damián. "Tecnologías en las Redes de Acceso". 2006. <http://www.monografias.com/trabajos13/tecnacc/tecnacc.shtml> (acceso: noviembre 8, 2010).
- [12] López, J. Alonso et al. "Génesis – Despliegue de Servicios de Próxima Generación, Conectividad Internet banda ancha, Redes de Acceso", En: *Sistemas de Conmutación Telefónica*, Departamento de Ingeniería Eléctrica: Universidad de Chile, 2009, p. 20.
- [13] García, A. J. "Proyección de soluciones xDSL en Cuba". Tesis de maestría, ISPJAE, La Habana, junio, 2004.
- [14] ETECSA. "Red de distribución de cables de cobre de la planta exterior. Requisitos, Planeamiento y Proyección". Documento inédito. ETECSA, 2002, p. 11-13.
- [15] UIT-T Recomendación G 995.1- "Orientación necesaria y visión de conjunto de la familia de recomendaciones sobre líneas de abonado digitales (DSL)". Febrero, 2001.
- [16] Anwar Usmani, Khalid. "Metropolitan Area Network (802.16)". Proyecto final del curso Kerberos Authentication Protocol Simulation Course: *CpE 597 (A+B)*, University of Brigdeport, Brigdeport, abril 2003. http://stargazer.brigdeport.edu/sed/projects/cs597/Spring_2004/khaildu/index.htm (acceso: septiembre 23, 2011).
- [17] Huawei. "Acceso de banda ancha". 2007. <http://www.huawei.com/es/catalog.do?id=564> (acceso: septiembre 23, 2011).
- [18] Lampropoulos, G.; Kaloxylas, A.; Passas, N. y Merakos, L. "Handover Management Architectures in Integrated WLAN/Cellular Networks". *IEEE Communications Surveys*, vol.7, no.4 (Fourth quarter 2005):30-44. http://cgi.di.uoa.gr/~passas/HO_mgmt_architectures_in_WLAN_Cellular_revised.pdf (acceso: febrero 7, 2012).