

MIGRATION TOWARDS AN AON TELECOMMUNICATIONS OPERATOR IN COLOMBIA

CAMINO DE MIGRACIÓN HACIA UNA AON DE UN OPERADOR DE TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA

Esp. Javier Cortés Carvajal

Universidad del Valle – Institución Universitaria Antonio José Camacho.
Grupo SISTEL-UV - Grupo INTELIGO.
Tel.: +(57) 3016502230.
E-mail: javierkd@yahoo.com; jcortes@admon.uniajc.edu.co

Abstract: In recent decades the networks in Colombia have been numerous changes in transmission systems and although currently being deployed DWDM networks with all its possibilities, but still remain a long way to go. The traffic growth in access networks, cheaper bandwidth and channels dedicated to government services and large companies have created a market force that forces operators to strengthen their networks in line with global technological developments. Standards for transmission networks ASON / ASTN and GMPLS domestic firms face the challenge of determining what is the most convenient way of AON network migration to adequately respond to the growing network traffic transmission and allow it to continue competing with innovative services?

Keywords: All Optical Network (AON), Transport Network, Control Plane, ASON/ASTN, GMPLS.

Resumen: En las últimas décadas las redes en Colombia han presentado numerosos cambios en los sistemas de transmisión y aunque actualmente se están desplegando las redes DWDM con todas sus posibilidades, aún falta un largo camino por recorrer. El crecimiento de tráfico en las redes de acceso, el abaratamiento del ancho de banda y los canales dedicados a servicios gubernamentales y a grandes empresas han creado una fuerza de mercado que obliga a los operadores a fortalecer sus redes en sintonía con los desarrollos tecnológicos globales. Con los estándares para redes de transmisión ASON/ASTN y GMPLS las empresas nacionales se enfrentan al reto de determinar ¿Cuál es el camino más conveniente de migración hacia una red AON que responda adecuadamente al creciente tráfico de la red de transmisión y que le permita seguir compitiendo con servicios innovadores?

Palabras clave: Red Completamente Óptica, Red de transmisión, Plano de Control, ASON/ASTN, GMPLS.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las redes de transmisión en el país tiene su punto de partida en PDH, una tecnología aún utilizada por la mayoría de operadores para vender servicios de El y

superiores [1]. De igual forma se siguen utilizando también en bajo porcentaje tecnologías como Frame Relay y en algunos casos ATM [2]. Empresas como UNE, ETB y Telefónica han venido actualizando su tecnología SDH desde que ingresó al país en la década de los 90s; tecnología

con un excelente y reconocido sistema de gestión en la mayoría de los casos montado sobre fibra óptica en un comienzo sobre anillos simples y actualmente con tecnología punto a punto DWDM.

El crecimiento de las redes IP en el país guarda estrecha relación con los datos globales y en éste sentido las tecnologías metroethernet se han venido popularizando en la última década por dos factores, *la facilidad de instalación y la masificación promovida por los bajos precios de los fabricantes chinos (Huawei y ZTE).*

Con base a lo anterior y de acuerdo al estudio realizado la mayor parte de los operadores en el país tienen tecnologías de transmisión TDM como SDH y atendiendo la ley de Moore para el crecimiento del tráfico en redes ópticas [3] para el año 2020 los operadores nacionales deben contar con redes completamente ópticas que ofrezcan servicios de longitud de onda a usuarios residenciales.

Este trabajo analiza el caso de un operador en Colombia, el punto de partida es el estado actual y el objetivo es la determinación del camino de migración según los modelos propuestos por los organismos de estandarización.

2. GENERALIDADES

2.1 Metodología

Para alcanzar los objetivos se realizó la planeación en tres fases:

Fase 1 – Investigación previa: En éste paso se realizó una exploración y refinamiento bibliográfico para el estado del arte que ayudo a identificar y delimitar el estudio de los modelos de migración en redes de transporte estandarizados, su arquitectura y la infraestructura requerida en cada caso. Por otra parte, fue necesario conocer la topología, los enlaces, la infraestructura y el funcionamiento de la red óptica de transporte del operador.

Fase 2 – Modelo simplificado de la red: Con base en los resultados de la investigación previa se identificaron los nodos principales de la red cuyo nivel de importancia se relaciona con la ubicación y el volumen de subscriptores conectado a cada uno de ellos. Se realizó la construcción del modelo simplificado de la red.

Fase 3 - Construcción y evaluación de los modelos de migración: Se evaluaron los escenarios de migración según los organismos de estandarización (UIT –T y IETF) para la construcción de cada modelo simplificado de simulación. En ésta fase fue necesario identificar variables que permitieran comparar los dos modelos y así medir el rendimiento y la relación costo/beneficio.

2.2 La Red de Transmisión

Las redes de transporte aparecieron con el surgimiento y masificación de la telefonía básica por la necesidad de comunicar grandes volúmenes de tráfico entre centrales telefónicas. En este sentido, la economía de escala ha desempeñado un papel importante, pues implica el mismo costo instalar y mantener una troncal con un ancho de banda reducido y/o elevado entre dos oficinas de conmutación. En consecuencia, las compañías elaboraron esquemas para multiplexar muchas comunicaciones en un mismo canal físico. Su evolución tardó varias décadas desde el tratamiento analógico hasta la actual digitación en la que se destacan la etapa de transmisión asíncrona y síncrona.

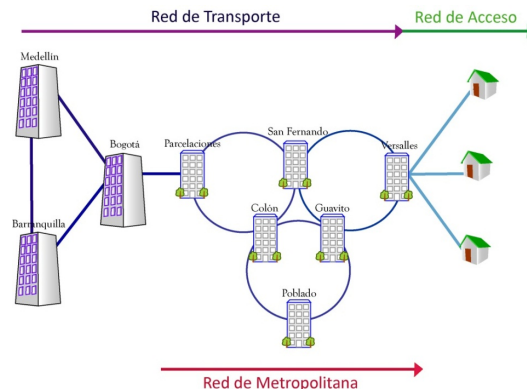


Fig. 1: Contexto de una red de transporte o de tránsito

Las primeras redes digitales fueron asíncronas y cada elemento interno debía tener un reloj que temporizaba la transmisión, debido a que cada reloj variaba, las señales recibidas y transmitidas se desfasaban produciendo muchos errores binarios, causando problemas y en muchos casos pérdidas considerables de información. No se puede dejar atrás el hecho de que por falta de visión cada fabricante creó su propia red añadiendo más dificultades y complicando la interconexión.

En la década de los 80s, con la comercialización de la fibra óptica, se crearon muchas redes ópticas propietarias que dificultaron más la interconexión

entre ellas, por lo que se vio la necesidad de establecer un estándar óptico común. En 1985, Bellcore empezó a trabajar en el estándar llamado SONET¹. Más tarde el entonces CCITT² se unió al esfuerzo y produjo el estándar SDH³ con el conjunto de recomendaciones CCITT (G.707 y G.708); estandarizando las velocidades de línea, esquemas de codificación, jerarquías binarias, tipos de elementos, arquitecturas y funcionalidades de operación y mantenimiento.

Los objetivos de la tecnología SONET/SDH fueron; hacer posible la interconexión de redes de diferentes portadoras, unificar los sistemas digitales americano, europeo y japonés, proporcionar mecanismos para multiplexar varios canales digitales y, proporcionar apoyo para operaciones de administración y mantenimiento.

El aspecto más importante que ha permitido a las redes síncronas mantenerse durante tanto tiempo es la escalabilidad; característica que le ha permitido incrementar la capacidad de red cuando se presente la necesidad de manejar volúmenes superiores de tráfico.

La evolución y características de las diferentes generaciones en redes de transporte que se han desarrollado se describen en la tabla 1.

Tabla 1: Evolución de la red de transporte (servicio portador)

Generación	Familia	Capacidad	Protocolos de InterRed
1ra	PDH	Mbps	NO
2da	SONET/SDH	Gbps	IP,ATM
3ra	OTN	Tbps	IP, MPLS,GMPLS

3. LA RED DE TODO ÓPTICA

Comercialmente la fibra óptica está presente en las redes desde los 80s por su capacidad para transportar grandes volúmenes de tráfico por cada hilo de fibra. En sus inicios sólo se utilizaron enlaces punto a punto en el núcleo de la red, pero con el tiempo se ha extendido su utilización llegando a todos los segmentos de la red y en los últimos días se habla de fibra hasta el hogar

¹ SONET :Red óptica síncrona, **Synchronous Optical Network**

² CCITT: *Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía*

³ SDH: *Jerarquía digital síncrona, Synchronous Digital Hierarchy*

(FTTH). Aunque un operador tenga tendidos de fibra hasta la premisa de usuario la red no se puede considerar todo óptica, pues la característica fundamental es que tanto los enlaces como en los nodos de conmutación se realiza un tratamiento de la señal en el dominio óptico, hecho que permite asegurar que aún queda un largo camino por recorrer en investigación y desarrollo para alcanzar la utopía de la red todo óptica.

En una red todo óptica (AON) una señal DWDM debe pasar a través de múltiples nodos de manera "transparente", lo que quiere decir que cualquier procesamiento que se realice deberá ser manteniendo la señal en el dominio óptico, en éste sentido, cuando se referencia una red transparente es por que no requiere realizar la conversión OEO en ninguno de los nodos y en ninguno de canales DWDM (Ver rec. UIT T G.680)[4].

De acuerdo a la UIT, el futuro de las redes ópticas son las AONs⁴ con base a los diseños innovadores de conmutadores ópticos y OXCs⁵, donde los datos de usuario viajan en un dominio completamente óptico; para ello existe la necesidad de redes ópticas transparentes donde no haya conversión OEO⁶ en los nodos de la red, ésta eliminación de la conversión OEO permitirán aumentar un más velocidades de transmisión efectiva (*throughput* extremo a extremo). Las AONs, según la UIT se categorizan en:

- Redes con enrutamiento a nivel de longitud de onda (WRNs⁷),
- Redes ópticas de conmutación de ráfagas (OBSNs⁸),
- Redes ópticas de conmutación de paquetes (OPSNs⁹).

Para el desarrollo actual de las AONs ha jugado un papel importante el surgimiento de Multiplexores Ópticos Reconfigurables (ROADMs¹⁰, MDROADMs¹¹) con los que se puede agregar, extraer y dejar pasar de forma transparente un gran número de longitudes de onda en diferentes direcciones, con la posibilidad de reconfiguración dinámica. El grupo de estudio 15 de la UIT esta desarrollando normas internacionales (conocidas como "Recomendaciones") para definir las

⁴ AONs: All Optical Networks

⁵ OXC: Optical Cross Connect

⁶ OEO: conversión de dominio Óptico, Eléctrico, Óptico.

⁷ WRNs: Wavelength-Routed Networks

⁸ OBSNs: Optical Burst Switched Networks

⁹ OPSNs: Optical Packet Switched Networks

¹⁰ ROADM: Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer)

¹¹ MDROADM: Multi Degree - ROADM

características de los MD-ROADM (UIT-T G.x) y en la "función de degradación" de los elementos de red todo óptica (segmento DWDM, PXC, OADM, etc) entre dos puntos de conversión OEO (según recomendación UIT-T G.680) [5].

En la mayoría de los nodos de las redes actuales se está realizando la conversión O/E/O para realizar un proceso que se conoce como "opaco" de conmutación de paquetes y longitudes de onda. Aunque las fibras ópticas permiten a la fecha velocidades del orden de los terabits por segundo (Tbps) [6], cuando llegan a los nodos de conmutación se forman cuellos de botella al realizar la conversión O/E/O, por lo que los conmutadores actuales están limitados a las velocidades manejadas por la electrónica del orden de los gigabits por segundo (Gbps). Dentro de los obstáculos que aún quedan por superarse para alcanzar la red todo óptica están [6]:

- Es necesario el desarrollo de conmutadores ópticos con tiempos de configuración del orden de los nanosegundos.
- Se debe avanzar en la investigación y el posterior desarrollo de memorias ópticas que sirvan como buffers en los actuales conmutadores, pues actualmente se utilizan líneas de fibra de retardo FDL¹² que incrementan la longitud del camino que una señal óptica debe recorrer hasta que el dispositivo tome la decisión de conmutar.
- Optimización en el proceso de conversión de longitud de onda en el dominio óptico.

3. LA RED ACTUAL DEL OPERADOR

Como investigación preliminar fue necesario conocer detalladamente el núcleo o red de transmisión actual de la empresa, entender cómo funcionan sus elementos y con ello el respectivo análisis del punto de partida de la red.

La firma tiene una red multicapa con una plataforma adquirida en 2007 de ZTE (*Zhong Xing Telecommunication Equipment*) que permite la prestación de servicios integrados de voz, datos y video acordes con las prácticas mundiales de convergencia NGN. Con ésta plataforma ofrece accesos de banda ancha, servicios de internet, conexiones punto a punto, servicios de voz a través de POTS, telefonía IP, servicios de red inteligente, televisión IP y servicios de IVR, entre otros (Ver figura 2).

La capa de servicios facilita la creación y entrega de servicios a través de plataformas con interfaces abiertas que permiten el desarrollo de aplicaciones internas y externas.

La capa de control facilita el establecimiento de sesiones a través de los dispositivos de señalización, en ella se realiza el control de las operaciones y de los dispositivos, asegurando la prestación de servicios a la capa superior y la correcta comunicación con las capas inferiores.

La capa de transporte garantiza la conexión entre equipos finales dependiendo de los requerimientos del servicio, capacidades de los terminales y la disponibilidad de recursos en los nodos de la red.

La capa de acceso permite a los usuarios conectarse a la red y acceder al portafolio de servicios de la empresa.

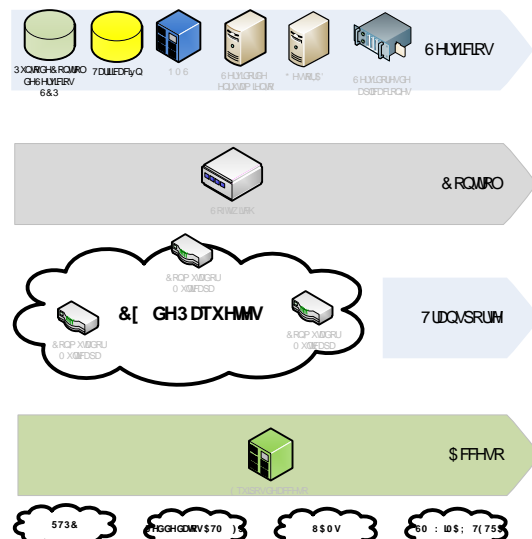


Fig. 2: Modelo en capas de la red del Operador

Modelo simplificado de red

En los 6 nodos principales de la red (Parcelaciones, San Fernando, Versailles, Colón, Guavito y Poblado) se ubican conmutadores IP de capa 3 (switches IP) y se interconectan casi de forma paralela una la red SDH utilizando hilos diferentes del cable de fibra la fibra gty53-96t, utilizando la tecnología metroehernet en la capa 2 con capacidad de 10 Gbps por enlace como se muestra en la figura 3.

¹² FDL: Fiber Delay Line

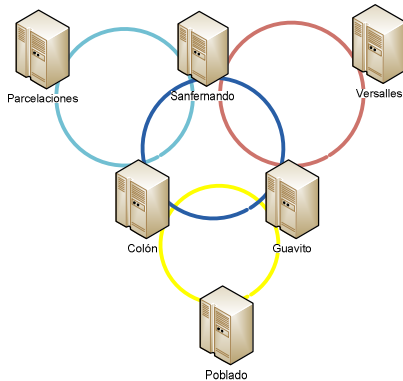


Fig. 3: Modelo simplificado del núcleo de la red SDH del operador

4. OPCIONES EVOLUTIVAS DE LA RED DE TRANSMISIÓN

Con el crecimiento de tráfico, los nuevos servicios de Internet, la maduración de las tecnologías WDM y el surgimiento de tecnologías con gran ancho de banda que permiten gestión a nivel óptico la UIT inició la estandarización de las Redes Ópticas de Transporte en los años 90's, esfuerzo que culminó entre el 2001 y el 2003 con la publicación de la suite de recomendaciones para la OTN, incluyendo la G 709 [7]. Ese crecimiento de tráfico de las redes de datos basadas en conmutación de paquetes a finales de los 90's y comienzos de lo años 2000 originaron una alternativa de evolucionar las redes de transmisión utilizando tecnologías MPLS y GMPLS, estableciendo un modelo estandarizado por la IETF para redes de transmisión que permiten simplificar la arquitectura del núcleo de la red a IP/DWDM [8].

Ante ésta situación, los operadores deben buscar una alternativas de convergencia que ayuden a reducir sus costos de operación (OPEX) y prescindir de los gastos innecesarios con equipos de red (CAPEX) cuyas inversiones resulten riesgosas para la empresa. La convergencia busca ofrecer el mayor número de servicios con la menor cantidad de infraestructura posible, en algunos casos integrando servicios residenciales de banda ancha, servicios empresariales avanzados, telefonía y televisión IP entre otros; además de la migración de servicios TDM hacia tecnologías IP/Ethernet, buscando disminuir riesgos y convertir la base de los servicios en tecnologías IP sin realizar grandes inversiones.

En cualquiera de los dos casos de migración la red de transmisión se basa en transporte de señales

ópticas utilizando la técnica DWDM para maximizar el uso de la fibra y permite el crecimiento con la implementación de nuevos servicios optimizando la infraestructura multiservicios.

Las dos arquitecturas estandarizados son el modelo overlay y el modelo peer. Ambas presentan grandes diferencias en el plano de control, en el caso del modelo de superposición (overlay). La interfaz de usuario – red (UNI) se ha estandarizado por el Foro de Interconexiones Ópticas (OIF) [9] y [10].

Tradicionalmente, el sistema centralizado de gestión de red (NMS) administraba la prestación de servicios en las redes de transporte tradicionales y permitía a las redes de transmisión un control total. Aunque el NMS satisfacía las necesidades, requiere mucha mano de obra resultando en un alto gasto operacional (OPEX), por lo que se introdujo el concepto de plano de control inteligente distribuido para reducir el OPEX. Basado en un protocolo automático de gestión de señalización, enrutamiento y enlace (LMP), el plano de control puede proveer conexión rápida y ajuste de conexión confiable, desmontaje y reconfiguración.

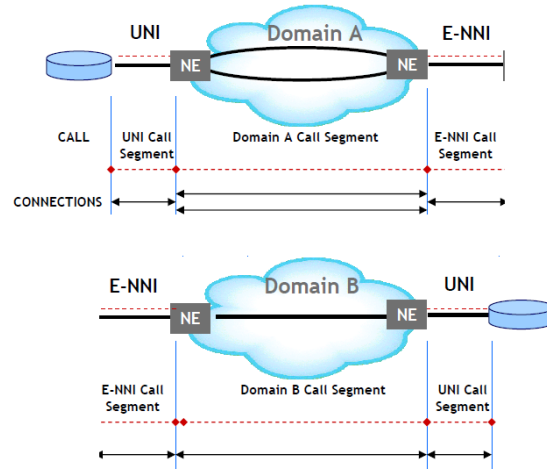


Fig. 4: Interfaces NNI y UNI en una red de transmisión [Fuente: OIF]

En el modelo de superposición, el plano de control de la red cliente y de la red de transmisión está separado mediante una UNI. La información de la topología de la red cliente no está autorizada para transmitirse a través de la red de transmisión y viceversa. Por otra parte, en el modelo de pares, el cliente y las redes de transporte comparten sus propias informaciones de topología entre ellos [11].

5. DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL MODELO DE MIGRACIÓN

La red del operador ha crecido en los últimos años según varían las necesidades de comunicación y de entretenimiento de los usuarios, además de tecnologías existentes que se incorporan en la industria y que resultan en su momento favorables en la relación costo/beneficio. Por la coexistencia de diferentes tipos de tráfico ha sido necesario mantener las tecnologías viejas o invertir en costosos equipos que adapten el tráfico a las tecnologías evolucionadas en la red de transmisión, desde los 90s la fibra óptica se ha incorporado a la capa de transporte y en los últimos años se ha venido ofertando el servicio de fibra óptica en las redes de acceso para poner operativo y realizar el retorno de la inversión de los cables ópticos adquiridos y que en la actualidad su porcentaje de ocupación no supera el 30%.

Con respecto al análisis realizado se parte de la tecnología MPLS como siguiente paso, realizando el diseño MPLS y su simulación en OpenSimMPLS.

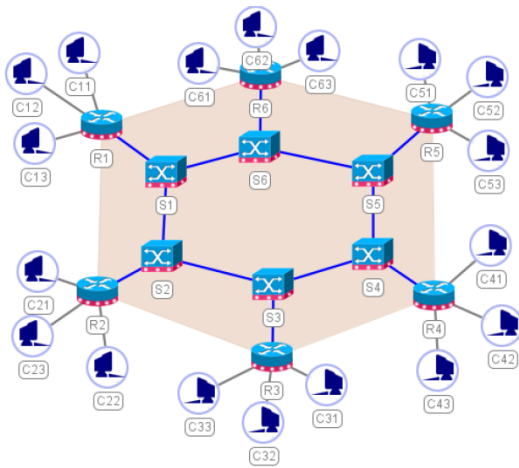


Fig. 5: Diseño y simulación de la red MPLS con OpenSimMpls

Como paso siguiente, se realiza diseño de la capa óptica de la red de transporte y su respectiva simulación donde se realiza el análisis de los tipos y las longitudes de las fibras a utilizar, longitudes de onda, factor Q y en general parámetros lineales y no lineales que afectan la comunicación.

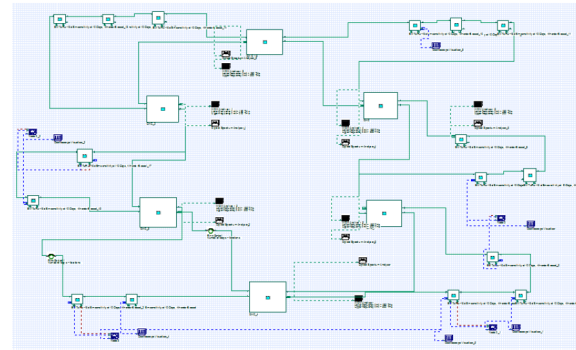


Fig. 6: Diseño y simulación del núcleo de la red óptica con ROADMs

Como paso final la solución propuesta es la creación de una red todo óptica (AON) independiente cuyo núcleo proporciona conectividad con conmutación óptica y granularidad de portadora a las diferentes redes de acceso. Dentro de los aspectos que se busca mostrar en el diseño es la Independencia de formatos de modulación, de los sistemas de gestión y de los sistemas de protección.

6. CONCLUSIONES

El modelo ASON/ASTN estandarizado por la UIT, tiene características robustas de gestión, aunque los costos de los equipos es elevado no se ha difundido tanto como GMPLS. El problema aún sigue estando en la interoperabilidad entre los dos modelos. En el país pueden aplicarlo quienes apuestan por redes con sistemas de gestión robustas a largo tiempo, el riesgo es el constante cambio de tecnología a que se ha sometido éste sector, de manera que cualquier inversión de ir acompañada de completos estudios de CAPEX y OPEX.

Las redes DWDM han establecido el camino para dar respuesta a la demanda continua de nuevos servicios que requieren mayor capacidad, resultando finalmente a una gran demanda de ancho de banda en los países desarrollados, actualmente se vienen implementando enlaces DWDM punto a punto en el país, pero en la medida que el costo de los equipos lo permita, junto a las necesidades crecientes de los usuarios por ancho de banda se requerirán nodos completamente ópticos que eliminen los actuales cuellos de botella. Dichos nodos pueden estar basados en tecnologías GMPLS o ASTN/ASON, se deben realizar, además del análisis de las tecnologías, estudios previos de CAPEX y OPEX para identificar la mejor solución.

El futuro es llevar IP sobre DWDM y el camino se dirige hacia una red completamente óptica. El desarrollo tecnológico actual en componentes es una clara indicación de que la carrera hacia una red totalmente óptica está abierta para profundizar. El gobierno está en sintonía con ello, y sabe que el futuro de los servicios de telecomunicaciones para el fortalecimiento de las TICs depende de redes troncales robustas, características que sólo las tecnologías ópticas logran.

En Colombia varios operadores como UNE han optado por comprar equipos GMPLS con base en las directrices del mercado y al soporte que ofrecen los fabricantes posicionados en el país (Huawei y ZTE). Esto, junto al hecho de un futuro cercano de redes todo IP hacen muy atractivo el modelo GMPLS para transportar señales IP/DWDM, aunque aún queda un camino por recorrer para alcanzar los niveles de gestión y confiabilidad que se han logrado con las redes SDH en el país.

REFERENCIAS

- [1] Análisis del Servicio Portador en Colombia. [En línea]. Disponible en: <http://www.crcom.gov.co/?idcategoria=47084>
- [2] Barrantes Cáceres, Roxana; Agüero García, Aileen; “Desarrollo de la banda ancha en la región andina”. Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información. Febrero 2011.
- [3] Emmanuel B. Desurvire, “Capacity Demand and Technology Challenges for Lightwave Systems in the Next Two Decades”. Journal Of Lightwave Technology, Vol. 24, No. 12, December 2006.
- [4] ITU T. “Optical fibers, cables and systems 2009”. Consultado en línea: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/hdb/T-HDB-OUT.10-2009-1-PDF-E.pdf.
- [5] ITU “The optical world 2011”, Consultado en línea: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T23010000130001PDFE.pdf.
- [6] Cheng Ma; Bo Dong; Lally, E.M.; Anbo Wang; “Optimization of Single-/Multi-/Single-Mode Intrinsic Fabry–Perot Fiber Sensors”. Journal of Lightwave Technology. 2012.
- [7] Bonaventura, G.; Jones, G.; Trowbridge, S.; “Optical transport network evolution: hot standardization topics in ITU-T including standards coordination aspects”. IEEE Communications Magazine, October 2008.
- [8] Banerjee, A.; Drake, J.; Lang, J.P.; Turner, B.; Kompella, K.; Rekhter, Y. “Generalized multiprotocol label switching: an overview of routing and management enhancements”. IEEE Communications Magazine, Jan. 2001. Page(s): 144 – 150
- [9] OIF-UNI-1.0-R2-Common, “User network interface (UNI) 1.0 signaling specification, release 2: common part,” Implementation Agreement, February 2004.
- [10] OIF-UNI-1.0-R2-RSVP, “RSVP extensions for user network interface (UNI) 1.0 signaling specification, release 2,” Implementation Agreement, February 2004.
- [11] Chin-Wei Lin, Chin-Cheng Hu, Hsun-Cheng Lee, and Ching-Sheu Wang. “OIF UNI and IETF GMPLS Interoperability: An Optical UNI Converter”. 11th IEEE International Conference on Communication Technology. 2008.