

# “ESTUDIO DE UN ESQUEMA DE APLICACIÓN xDSL EN USUARIOS CORPORATIVOS”

Cecibell Vélez Salas<sup>(1)</sup>, María Gabriela Bustamante Reyes<sup>(2)</sup>, Miguel Molina Villacís<sup>(3)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
cecavele@espol.edu.ec<sup>(1)</sup>, magabust@espol.edu.ec<sup>(2)</sup>, mgmolina@espol.edu.ec<sup>(3)</sup>

## Resumen

*El presente trabajo de titulación de grado tiene por objetivo el estudio y diseño de un esquema de aplicación para transmisión de video a través de redes de cobre a base de tecnología xDSL. Veremos que según las aplicaciones que las empresas utilicen, manejaremos una tecnología ADSL que cumpla con las necesidades de ancho de banda requeridas para trabajar con eficiencia en usuarios corporativos, las tecnologías xDSL proveen un gran ancho de banda permitiendo el flujo de información tanto simétrico como asimétrico de alta velocidad.*

*Dicho proyecto está basado en el estudio de la infraestructura de una red para usuarios corporativos, que actualmente cuenta con una red (híbrida), hasta el equipo principal desde allí se utiliza una red de cobre que llega hasta el bucle de abonado, la tecnología actualmente empleada es ADSL (medio de transmisión par de cobre).*

*Para poder utilizar las aplicaciones de video bajo demanda y servicios web es necesario tener un mejor ancho de banda por lo cual se vio la necesidad de estudiar así mismo la Calidad de Servicio (QoS) y de ser necesario realizar cambios en los equipos principales y del cliente.*

**Palabras claves:** xDSL, ADSL, QoS,

## Abstract

*The purpose of this investigation is to determinate and design a scheme of application for video transmission using cooper networks based on xDSL technology. We will determinate which applications are more effective, applying ADSL technologies that satisfy the bandwidth required to work efficiently for corporative users.*

*xDSL technologies provides a representative bandwidth allowing the information flow in two different ways symmetric as well as asymmetric of high speed.*

*This investigation is based on the study of a network infrastructure for corporative users whom actually use an hybrid network that starts in the main equipment and is connected with a cooper network that reaches the subscriber loop.*

*In order to implement video applications video on-demand and web services it is imperative to start counting up with an optimum bandwidth performance as well as a high quality of Service (QoS).*

**Key words:** xDSL, ADSL (Asymmetric digital subscriber line), QoS (Quality of Service).

## 1. Introducción

El mercado de acceso telefónico tradicional está migrando hacia banda ancha. Para poder brindar el servicio ADSL sobre la red de cobre de la empresa de telefonía tradicional no se requiere hacer una inversión inicial muy grande, ya que la planta externa está instalada y solamente se requieren los equipos ADSL que separan la señal de voz de la de datos. Esta es una solución de gran conveniencia para las telefónicas tradicionales permitiendo así competir en el mercado con otros servicios. El objetivo es realizar el análisis de un esquema de aplicación xDSL para usuarios corporativos, teniendo en cuenta que este estudio será basado en la tecnología ADSL con la aplicación de video bajo demanda. [1]

Frente a la feroz competencia y la incertidumbre regulatoria, los proveedores de servicios se ven obligados a cambiar de estrategias de negocios para continuar su crecimiento, por lo que están buscando en la entrega de video aumentar los ingresos y desviar la competencia. Sin embargo, la entrega de video rentable exige a las compañías a pensar cuidadosamente acerca de la mejor manera de invertir en su infraestructura de red. Los avances en el ancho de banda en los sistemas ADSL permite la entrega de un "tubo de video" sobre la infraestructura de cobre existente. Las nuevas tecnologías de compresión de video reducen significativamente los requisitos de ancho de banda para la transmisión de video con calidad digital.

## 2. Tecnología xDSL para empresas

Por lo general las empresas demandan mayor ancho de banda que los usuarios domésticos (dependiendo las aplicaciones que manejen), debidas a que tienen decenas de ordenadores conectados e incluso necesitan un caudal de subida superior, para poder satisfacer las necesidades de la misma y de esta manera no tener problemas con sus usuarios al brindar una Calidad de Servicio (QoS).

Hay empresas telefónicas que ofrecen soluciones xDSL simétrica, en general, este tipo de conexiones empresariales son más caras que las ofertas residenciales, pero como valor añadido tienen un porcentaje de velocidad garantizado.

El precio de estas conexiones, pasa a un segundo plano a favor de la calidad de servicio y el caudal de la conexión. [1]

Pasado el primer momento y debido al incremento de usuarios y el desarrollo de nuevas aplicaciones con

mayor demanda de velocidad de transmisión, las limitaciones del sistema de comunicaciones actual (a través del canal telefónico) provocan que éste sea insuficiente para satisfacer al abonado en sus crecientes necesidades de velocidad de transmisión o ancho de banda.



Figura 1. Modelo de Acceso a Internet de la Central Telefónica [5]

## 3. Tipos de Modulación

**DMT.-** Es un tipo de modulación multiportadora, que elimina el problema de las altas frecuencias que aumentan considerablemente las pérdidas debido al ruido en las líneas de cobre, dividiendo el ancho de banda disponible en 256 subcanales, que son comprobados para determinar su capacidad portadora. [7]

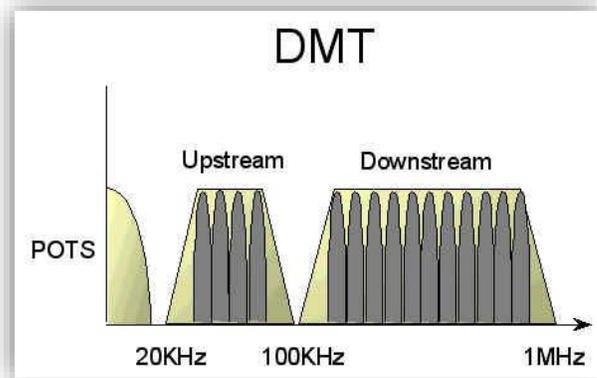


Figura 2 Modulación DMT [5]

**2B1Q.-** Esta modulación es un tipo de codificación de línea, en la cual, pares de bits son codificados mediante 4 niveles de señal, para la transmisión.

**CAP.-** Esta modulación está basada en QAM. El receptor de QAM necesita una señal de entrada que tenga la misma relación entre espectro y fase que la señal transmitida, pero las líneas telefónicas instaladas no garantizan esta calidad.

#### 4. Tecnología ADSL

Su característica principal es que el flujo de bajada es mayor, lo que la hace especialmente indicada para los usuarios de Internet ya que generalmente suelen ser más frecuente bajar datos que subirlos a Internet. [9]

Actualmente, se la utiliza también para la transmisión de datos, voz y video sin interrumpir el servicio telefónico lo cual lo hace muy eficiente.

#### 5. Migración de ADSL a ADSL2 y ADSL2+

La migración de ADSL a ADSL2 se establece entre la central telefónica y el usuario, permitiendo la nueva cantidad de ancho de banda, es un gasto por parte de los proveedores de servicio. Tiene como ventaja que sufre menos efecto de atenuación, brindando un servicio con 90db de atenuación (unos 8 km de cable). [8]

Las empresas de telefonía están implantando versiones mejoradas con la capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad por el par cobre.

Las líneas ADSL de 20 Megas utilizan la tecnología ADSL2+

El ADSL2+ es una nueva tecnología de acceso a Internet de alta velocidad. Proporciona un aumento del ancho de banda, es decir, permite enviar un mayor caudal de información en menos tiempo.

ADSL2 y ADSL2+ incorporan mecanismos de modulación y gestión de los recursos físicos avanzados, de modo que no sólo aumentan la capacidad del ADSL convencional de 8 Mbit/s a 12 y 24 Mbit/s respectivamente, sino que introducen mejoras para evitar las interferencias o ruido y disminuir los efectos de la atenuación, alcanzando distancias de hasta 9 km.

A continuación tenemos una tabla donde hemos hecho una breve comparativa de la tecnología ADSL y su evolución, dependiendo del ancho de banda de descarga, su velocidad máxima de subida y descarga, su

distancia, el tiempo de sincronización y corrección de errores.

**Tabla 1 Comparativa de ADSL, ADSL2 y ADSL2+**

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de	0.5 MHz	1.1 MHz	2.2 MHz
Velocidad máxima de	1 Mbps	1 Mbps	1.2 Mbps
Velocidad máxima de	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps
Distancia	2 Km	2.5 Km	2.5 Km
Tiempo de sincronización	10 a 30 segundos	3 segundos	3 segundos
Corrección de errores	No	Sí	Sí

#### 6. Atenuación

La atenuación está relacionada con la longitud de la línea de cobre. El cobre es usado en el bucle local y la mayor medida de cobre dará mucho mejor la señal, pero en algunas líneas puede haber fragmentos de aluminio o uniones en la línea las cuales incrementan la resistencia.

La atenuación se la mide en db o ruido. A mayor ruido más débil será la señal de datos. Si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no interceptará bien o no reconocerá esta información. Cuanto más baja sea la atenuación, más fuerte la señal será. **Fuente especificada no válida.**

Se usan repetidores o amplificadores para extender las distancias de la red más allá de las limitaciones del cable. [7]

#### 7. Aplicación de video bajo demanda

Avances de ancho de banda ADSL permiten la entrega de un "tubo de vídeo" sobre la infraestructura de cobre existente. Las nuevas tecnologías de compresión de vídeo reducen significativamente los requisitos de ancho de banda para la transmisión de video con calidad digital. La combinación de estas tecnologías de vídeo hace viable para la mayoría de los proveedores de servicios.

Sin embargo, las compañías deben equilibrar las decisiones acerca de la tecnología de infraestructura para atender las necesidades de los clientes, así como el retorno de la inversión.

Debido a que el valor de una red es proporcional al coste de la prestación de servicios, las decisiones de la red de hoy determinarán los ingresos de mañana. Este trabajo compara dos infraestructuras de acceso y centrales para la entrega de vídeo a través de cobre existente: Modo de transferencia asíncrono (ATM) y Protocolo de Internet (IP).

## 8. Aplicaciones y arquitectura de vídeo

Hay tres niveles de infraestructura en una aplicación de distribución de vídeo: el vídeo de presentación de gama, el núcleo, y la red de acceso.

**El vídeo de presentación de gama de señales** vía satélite o desactiva los canales de aire. Las señales se inyectan en los codificadores de vídeo, que convierten la señal analógica o digital en un flujo de datos de 3 Mbps. La salida de los dos formatos de encapsulación de vídeo más común por un codificador son MPEG-2 a través de ATM o MPEG-2 a través de IP.

La red principal, ofrece contenido de vídeo desde el equipo de cabecera hasta los puntos finales apropiados, cuando ATM o IP switches de capa 3 agregan tráfico desde DSLAM. La red principal debe transportar dos tipos específicos de tráfico multicast y unicast, correspondientes a broadcast y vídeo bajo demanda (VOD). En esencia, la red central debe ayudar a la aplicación de multidifusión con la distribución y la reproducción de las secuencias de vídeo de multidifusión aprobando este tipo de tráfico a través del núcleo de nodo a nodo.

Cada nodo a lo largo de la trayectoria toma una decisión sobre la cual el tráfico de multidifusión debe ser replicado y enviada a los enlaces de red o interfaces de acceso, dependiendo de la topología involucrada.

La replicación es el primer punto en el que ATM y la funcionalidad de la infraestructura de IP divergen en aplicaciones de vídeo. ATM es una tecnología de acceso múltiple de no difusión. No puede beneficiarse de las facilidades que ofrece un medio de difusión, tales como IP / Ethernet. En IP, emisión es una función simple. En ATM, la radiodifusión requiere la creación de cascadas, circuitos virtuales permanentes de punto a multipunto (PVC) en cada punto de conmutación ATM. Como veremos, ATM e IP serán tanto en escala para entregar multicast, pero ATM no es tan eficiente o rentable.

El DSLAM es el último elemento de la red de acceso antes del bucle de abonado. Es responsable de servir el flujo de vídeo a la Set-Top Box (STB) al usuario. El STB decodifica secuencias de audio y vídeo y entrega el contenido decodificado para aparatos de audio y vídeo de los clientes. Además, el STB puede incorporar un navegador web para facilitar la navegación por Internet, vídeo a la carta.

## 9. Características del tráfico de vídeo

MPEG-2 de vídeo comprimidos requieren aproximadamente 3 Mbps de ancho de banda. El control de tráfico de la red y reduciendo la cantidad de ancho de banda desperdiciado es esencial en una arquitectura eficiente de extremo a extremo.

Las características de tránsito varían dependiendo, de si la aplicación es vídeo difusión o vídeo bajo demanda (VoD). [10]

Un sistema de vídeo difusión tiene multidifusión de datos para todos los puntos finales, y la señal debe estar disponible en todos los puntos finales al mismo tiempo. Esta exigencia es la arquitectura mejor encontrada "de tipo impulso", donde el contenido de vídeo es siempre presente cerca de los bordes externos de la red de acceso. Al contrario VoD es un servicio por suscriptor y exige una arquitectura "de tipo de tirón" que requiere la escalabilidad de ancho de banda incrementales e ingeniería de tráfico.

Video bajo demanda ofrece a los usuarios funciones similares a las de un reproductor de vídeo o DVD, compitiendo en un grado con alquiler de DVD y vídeo. Una red VoD es una superposición a una red de difusión de vídeo: consiste en un grupo de servidores de vídeo, a menudo situadas en un extremo de cabecera. Capa Ethernet del sistema de conmutación 2/3 equilibra la carga de tráfico entre los servidores de VoD y la red. El contenido VoD se reenvía a un DSLAM, que termina delante la red de acceso ADSL.

El vídeo bajo demanda funcional donde su flujo es el siguiente: para elegir el contenido VoD deseado, el STB (Set-top Box, Receptor de televisión o Decodificador) realiza una RTSP (Protocolo de flujo en tiempo real) al servidor VoD. El servidor comienza a transmitir el contenido de la STB, que lo descodifica. [11]

## 10. Calidad de Servicio (QoS)

La calidad de servicio es un requerimiento fundamental en un sistema de administración de vídeo y

ATM e IP entregan marcadamente diferentes beneficios al proporcionar QoS de clase de vídeo.

### 11. Calidad de Servicio ATM

ATM es conocida por sus fuerte QoS. Para soportar multicast de video, ATM utiliza una velocidad de bits constante (CBR) de servicios, para garantizar el retardo de transferencia baja. CBR asigna ancho de banda a una aplicación, incluso si no hay tráfico está presente. Por intermitente, el tráfico a ráfagas, ATM utiliza normalmente un ancho de banda más eficaz Servicio de velocidad de bits sin especificar (UBR).

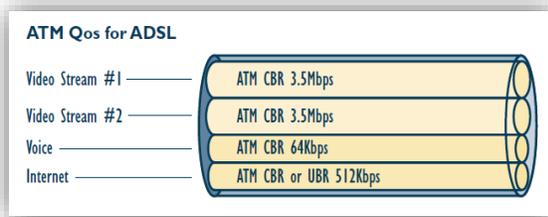


Figura 3 Calidad de Servicio ATM para ADSL

### 12. Calidad de Servicio IP

IP proporciona un gran alcance y mediante una aplicación práctica de QoS para distintos servicios de triple play (voz, vídeo y datos). Reenvío acelerado (EF) está diseñado para implementar una baja latencia, baja pérdida y/o servicio de baja fluctuación. En un despliegue de servicios de triple play, video multicast y VoIP tendrá la más alta prioridad EF.

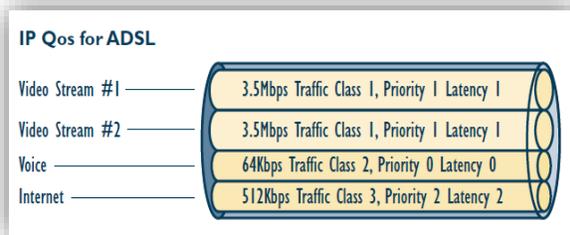


Figura 4 Calidad de Servicio IP para ADSL

El reenvío asegurado (AF) ofrece una baja pérdida de paquetes de servicio de video bajo demanda y será el segundo en la lista de prioridades. El tráfico de Internet tendrá la clase de prioridad más baja (AF), pero tendrá un ancho de banda mínimo garantizado. Tanto EF y AF

pueden ser controlados por las instalaciones de QoS del interruptor de agregación. El DSLAM es QoS-consciente y utiliza el mismo modelo de QoS. [1]

### 13. Acceso a la Red

El DSLAM es responsable de entregar el flujo de vídeo al codificador (STB) digital del abonado. Proporcionar multicast integrado al conmutador y la replicación dentro del DSLAM ofreciendo la mejor prestación de los servicios de vídeo. Un canal de cambio se debe hacer en este punto de entrada, e IGMP es el mecanismo. DSLAM ATM y DSLAM basado en IP, tienen diferentes formas de gestión de IGMP.

### 14. Beneficios de la videoconferencia

- Disminuye las distancias, reduciendo tiempos y costos.
- Aumenta a la productividad de los equipos de trabajo.
- Maximiza el tiempo de empleados y ejecutivos.
- Fortalece la participación y relación con el personal de la empresa.
- Mejora los sistemas de información y comunicación de la empresa.
- Acelera el proceso de toma de decisiones y resolución de problemas.

### 15. Estudio del esquema de aplicación

Realizaremos un análisis de las comparaciones de los medios de transmisión ya indicados en el capítulo anterior y de esta manera presentar a los usuarios corporativos cómo pueden hacer uso del medio escogido según la calidad de servicio que brinde el medio de transmisión.

En el par de cobre la atenuación de longitud aumenta a medida que se incrementa la frecuencia de las señales transmitidas, y cuando mayor es la longitud de la línea, tanto mayor es la atenuación total que sufren las señales transmitidas.

### 16. Gestión del ancho de banda

ATM, dispone de mecanismos de control dinámico de ancho de banda. De este modo, cuando una fuente de datos deja de emitir, el ancho de banda que resulta liberado del canal de comunicación se resigna a otra fuente. [13]

La gestión dinámica del ancho de banda está acompañado de unos complejos mecanismos del control de congestión que aseguran que el tráfico sensible (voz, video) siempre dispondrá de la calidad de servicio requerida.

## 17. Soporte de tráfico Broadcast

La evolución de las aplicaciones que quieren transporte digital muestra, desde hace tiempo, un cambio de entornos punto a punto a entornos puntos a multipunto.

Aplicaciones como videoconferencias, tráfico LAN, broadcasting de video, etc. Requieren de soporte broadcast en la capa de transporte. ATM, usa circuitos unto-multipuntos que permiten ofrecer funciones de broadcasting de información.

Los datos se replican en el interior de la red allí donde se divide el circuito punto-multipuntos. Esta aproximación minimiza el ancho de banda asociado a tráfico broadcast y permite la extinción y crecimiento de estos servicios hasta niveles muy elevados [12]

### 17.1. Videoconferencia

Las aplicaciones de videoconferencia pueden verse como un caso específico de broadcast de video en el que múltiples fuentes envían señales hacia múltiples destinos de manera interactiva.

Los circuitos multipuntos conmutados para las aplicaciones de videoconferencia de alta calidad. Una determinada dependencia puede entrar a formar parte de video conferencia pidiendo, dinámicamente, una extensión de los circuitos multipuntos correspondientes hacia su punto de conexión [4]

### 17.2. Integración de ATM y ADSL

La mayoría de las redes de comunicación emplean ATM para la conmutación en banda ancha. Se envía la información en forma de celdas ATM sobre enlaces ADSL para sacarle provecho a la gran velocidad de acceso del ADSL, aunque se vea en ocasiones afectado por el cable de cobre.

El que este aumento de la banda para llegar al usuario se haga por ADSL o por una solución de fibra se ve condicionado por el esfuerzo económico que supone cada alternativa y por las posibilidades de expansión en el mercado

## 18. Diferencias entre ADSL y Fibra Óptica

A continuación tenemos una tabla de resumen con la diferencia entre la tecnología ADSL y el medio de transmisión de Fibra Óptica:

**Tabla 2 Diferencia entre ADSL y FO**

FIBRA OPTICA	ADSL
La FIBRA OPTICA Es un 21% más rápida que la competencia.	El ADSL es el 21% más lento. Cualquier incidencia tarda más en resolverse debido a que no posee instalaciones propias.
Instalación propia sin necesidad de subcontratar el servicio Llegando hasta el Domicilio del cliente directamente gestiona la totalidad de la red de acceso.	Contratan el servicio a instalaciones que poseen líneas de cobre Dependiendo de terceros para gestionar su red, depende de la telefónica para dar alta sus conexiones ADSL.
Siempre conectado y disponible. No se ve afectado por una posible incidencia en el teléfono.	Una avería en el teléfono significa perder la conexión a internet pero es posible hablar por teléfono mientras se navega mediante la red internet.
La fibra óptica que contratas siempre serán megas reales contratados y no perderás ni un solo dato de conexión.	En la mayoría de los operadores que no utilizan sus propias instalaciones, contratan el servicio a instalaciones que poseen líneas de cobre que tienen de media más de 50 años de antigüedad.

## 19. Conclusiones

- 1 Presentar una alternativa de esquema de aplicación para video bajo demanda para el despliegue y soporte del servicio. El esquema de esta alternativa se describe en diferentes vistas: de despliegue, de componentes y dinámica a partir de un escenario específico. En cuanto al ancho de banda, el servicio puede desplegar toda la funcionalidad sobre las velocidades de acceso ofrecidas en la actualidad, considerando que la arquitectura está diseñada para redes no gestionadas, por lo que no se asegura QoS por el cable de cobre que en muchos sectores está obsoleta.
- 2 Para el usuario, ADSL proporciona ventajas significativas. En comparación con otras tecnologías, es un medio rentable de obtener una conexión de datos de ancho de banda alto. No se requiere cableado especial y no se requieren líneas adicionales, ya que permite el acceso ADSL POTS sobre el par trenzado.
- 3 El objetivo de un vídeo sobre la arquitectura ADSL es entregar de manera rentable multicast y unicast de datos a través de redes de núcleo, de agregación y de acceso. ATM es una tecnología orientada a la conexión que requiere punto a punto de circuitos virtuales en cada DSLAM para cualquier servicio. La naturaleza de ATM punto a punto, si bien son

útiles en la entrega de calidad predecible de servicio, limita la capacidad de un proveedor de servicios de forma rentable la escala de la entrega de video. Por el contrario, la propiedad intelectual y la difusión de video son similares en su naturaleza de difusión. Tanto en IP y video, todos los nodos de la red reciben todas las señales, y corresponde el nodo que decide qué tráfico pertenece a ese nodo. Es esta similitud de la arquitectura que hace que la transición de ATM a IP un evento decisivo en el DSLAM.

## 20. Recomendaciones

1. Si al hacer la sumatoria de todos los requerimientos de la empresa para un esquema de aplicación de video bajo demanda o aplicaciones que requieran una buena calidad de servicio en ATM o IP como videoconferencias, tiene como resultado mayor a 2 Megas, la recomendación sería no usar tecnología ADSL, ya que el cable telefónico que utiliza es antiguo y no podrá hacer uso de esta buena tecnología por la limitación a una mala transferencia de datos, por la corrosión del cable, ocasionando ruido, atenuación y pérdida de paquetes.
2. Dada la nueva tecnología de DSLAM Ethernet, sería muy útil analizar el funcionamiento del control ADSL e IP en el nuevo esquema de red para estos equipos debido a que ya no se utiliza ATM. Se mantiene el acceso ADSL, pero todo está basado en IP.
3. El rendimiento de un sistema ADSL disminuye con el diámetro del cable, ya que los cables delgados tienen mayor atenuación. Para mantener el rendimiento en la línea se deben acortar distancias. La máxima distancia en la que puede funcionar una XDSL ES DE 2 KM. Entre la central y el abonado en la red análisis.

## 21. Agradecimiento

A Dios por sobre todas las cosas, por darnos la oportunidad de llegar hasta aquí. Gracias a mi familia por darme el apoyo suficiente y a todos aquellos que sin ser mencionados estuvieron durante todo este camino ayudándome con palabras de ánimo, oraciones y económicamente, siendo ellos instrumentos de Dios para no darnos por vencidas.

A los profesores de la carrera, en especial a los Ing. Miguel Molina y Giuseppe Blacio, por sus consejos y aportar de la mejor manera sus conocimientos e incentivarnos a seguir.

A la ESPOL, por brindarnos muchas oportunidades y experiencia.

## 22. Referencias

- [1] J. G. D. Villegas, "dSPACE," "Diseño de una Red de Acceso de Datos ADSL sobre el Sector, 2006. [Online]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/586/1/1077.pdf>. [Accessed 25 enero 2014].
- [2] C. Dhawan, Remote Access Networks: Pstn, Isdn, Adsl, Internet and Wireless, S. a. C. C. 1998, Ed., Mc-GrawHil.
- [3] R. J. M. Tejedor, "Consultoría estratégica en tecnologías de la información y la comunicación," Publicado en Comunicaciones World n° 176, IDG Communications S.A., 2006. [Online]. Available: <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/vodsl.php>. [Accessed 25 enero 2014].
- [4] F. H. E, TECNOLOGÍA xDSL PARA COMUNICACIONES, Lima - Perú: Industrial Data , 2013.
- [5] Isaac, "Técnico ADSL," 15 Septiembre 2008. [Online]. Available: <http://tecnicosadsl.com>.
- [6] Blog Teoriza, "Teoriza," 2011. [Online]. Available: <http://internet.teoriza.es/tabla-comparativa-de-tecnologias-adsl-anchos-de-banda>. [Accessed 15 diciembre 2013].
- [7] M. S. J. M. C. Thomas Starr, DSL Advances, S. Theodore S. Rappaport, Ed., London: Prentice Hall PTR, 2003, p. 251.
- [8] Allied Telesyn, "ARCHITECTURES FOR VIDEO OVER ADSL: IP & ATM," in *ARCHITECTURES FOR VIDEO OVER ADSL: IP & ATM*, Allied Telesyn's Solution, 2003, p. 9.
- [9] L. González, "Diferencia entre ADSL y Fibra Óptica," 19 Septiembre 2013. [Online]. Available: <http://www.rankia.com/blog/adsl/1994689-diferencias-adsl-fibra-optica>. [Accessed 25 enero 2014].
- [10] C. Medina, "ADSL, ADSL2, ADSL2+ Y VDSL," UAD, Campus Zacatecas, 2012.
- [11] D. B. Jennie Bourne, DSL, Inglaterra: WILEY, 2002, p. 210.
- [13] A. M. Lacort, Gestor de contenido de video bajo demanda, 2007.