



**Universidad del Azuay**  
**Facultad de Ciencias de la Administración**  
**Escuela de Ingeniería de Sistemas**

*Estudio de Tecnologías xDSL y su Aplicación  
en la Ciudad de Cuenca*

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Ingeniero de Sistemas**

**Autores: Paúl Fernando Chérrez Vintimilla  
Juan Pablo Vidal Beltrán**

**Director: Ing. Bolívar Méndez R.**

**Cuenca, Ecuador**

**2007**

## **AUTORÍA**

Las investigaciones, análisis y diversas ideas expresadas en el presente documento son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

---

Paúl Fernando Chérrez Vintimilla

---

Juan Pablo Vidal Beltrán

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, al Supremo Creador, quién ha llenado mi vida de bendiciones, a mis Padres, que siempre me han apoyado incondicionalmente y a mi Esposa e Hijo por estar junto a mí en todo momento y ser la razón principal del esfuerzo diario para salir adelante y triunfar en la vida.

Paúl Chérrez Vintimilla

Dedico este trabajo a Dios y a mis padres, a Dios porque siempre me supo guiar y ayudar desde el cielo en los momentos más difíciles y a mis padres porque siempre estuvieron junto a mí para apoyarme aquí en la tierra.

Juan Pablo Vidal B.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros más sinceros agradecimientos, a todas las personas que de una u otra manera nos apoyaron y ayudaron con la realización de esta monografía; agradecemos al Ing. Bolívar Méndez R., quien supo orientarnos de la mejor forma al desarrollo de este trabajo; de igual manera al personal de la Empresa ETAPA, y en especial al recurso humano que labora en el Centro de Gestión de la Central Telefónica Totoracocha, por su valioso e incondicional aporte de conocimientos y equipos para el desarrollo de pruebas. Gracias a todos de todo corazón.

Paúl Chérrez Vintimilla y Juan Pablo Vidal B.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Autoría	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de Contenidos	v
Índice de Figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	1
<b>Capítulo 1: TECNOLOGÍAS xDSL</b>	<b>3</b>
1.1. Introducción	3
1.2. Orígenes y evolución del sistema telefónico	3
1.3. Tipos de sistemas xDSL	5
1.4. La arquitectura de los sistemas xDSL	6
1.5. Aplicaciones de las tecnologías xDSL	7
<b>Capítulo 2: TECNOLOGÍA ADSL</b>	<b>8</b>
2.1. Introducción	8
2.1.1. Multiplexación por división de frecuencia (FDM)	10
2.1.2. Cancelación de ecos	11
2.2. Funcionamiento	13
2.2.1. Técnicas de modulación	15
2.2.1.1. CAP	15
2.2.1.2. DMT	16
2.2.1.3. QAM	18
2.3. Aplicación	20
2.4. Ventajas y desventajas	20

<b>Capítulo 3: TECNOLOGÍA VDSL</b>	23
3.1. Introducción	23
3.2. Funcionamiento	24
3.3. Aplicaciones	24
3.4. Ventajas	25
<b>Capítulo 4: TECNOLOGÍA HDSL</b>	26
4.1. Introducción	26
4.2. Funcionamiento	27
4.2.1. Codificación de línea	28
4.3. Aplicación	29
4.4. Ventajas y desventajas	30
<b>Capítulo 5: TECNOLOGÍA SDSL</b>	31
5.1. Introducción	31
5.2. Funcionamiento	31
5.3. Aplicación	31
5.4. Ventajas	32
<b>Capítulo 6: COMPARACIÓN ENTRE TECNOLOGÍAS xDSL EN LA                   CIUDAD DE CUENCA</b>	33
6.1. Fundamentos técnicos	33
6.1.1. ATM	34
6.1.1.1. Formato de las celdas ATM	35
6.1.1.2. Campos	37
6.1.1.3. Encaminamiento	37
6.1.2. SDH	38
6.2. Descripción de los equipos utilizados	40
6.2.1. DSLAM	40
6.2.2. Splitters	41
6.2.3. Módems	41
6.2.3.1. MÓDEMS ADSL	42
6.2.3.2. MÓDEMS VDSL	52

6.2.3.3. MÓDEM HDSL	56
6.3. Configuración de líneas xDSL en ETAPANET	58
6.3.1. Configuración de un ADSL, SDSL y VDSL	58
6.3.2. Configuración de un GHDSL	59
6.4. Equipos que utiliza ETAPANET para brindar los servicios xDSL	60
6.4.1. DSLAM HUAWEI MA5100	60
6.4.2. BRAS HUAWEI MA 5200, PACKETEER, ANTI SPAM, FIREWALL y REGLETAS	61
6.5. Equipos de medición	64
6.5.1. SUMSET MTT	64
6.5.2. AURORA PRESTO	67
6.5.3. FLUKE 189	68
6.6. Camino de un enlace xDSL para salir al Internet	69
6.7. Camino de un enlace de datos para comunicar 2 abonados	69
6.8. Análisis de las pruebas realizadas	70
6.9. Oferta de servicios de banda ancha que brinda ETAPANET	71
6.10. Análisis de resultados	72
Conclusiones	77
Recomendaciones	78
Glosario	79
Bibliografía	83
Anexos	85
Anexo 1: Formatos de hojas de visitas	85
Anexo 2: Resultados de las pruebas	87
Anexo 3: Pantallas de pruebas	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Red telefónica en estrella	3
Figura 1.2. Conexión mediante una red de estrella	4
Figura 1.3. Estructura de la red telefónica	5
Figura 2.1. Funcionamiento del splitter en un enlace ADSL	8
Figura 2.2. Espectro de una línea ADSL	9
Figura 2.3. Modulación ADSL DMT con FDM	11
Figura 2.4. Multiplexación por división de frecuencia	12
Figura 2.5. Cancelación de eco	12
Figura 2.6. Transmisión de subportadoras	13
Figura 2.7. Frecuencias del ADSL	14
Figura 2.8. Instalación de una línea ADSL	14
Figura 2.9. Técnica DMT	16
Figura 2.10. Ejemplos de constelaciones QAM	19
Figura 2.11. 16-QAM	20
Figura 3.1. Escenario de montaje de la tecnología VDSL	24
Figura 4.1. Comparación de HDSL con un enlace dedicado T1	27
Figura 4.2. Comparación de los espectros de frecuencias de HDSL y T1	28
Figura 4.3. Codificación de línea 2B1Q	29
Figura 4.4. Ejemplo de codificación 2B1Q	29
Figura 6.1. Ruta virtual y Canal virtual	33
Figura 6.2. Protocolos para intercambio de datos	34
Figura 6.3. Diagrama simplificado del proceso ATM	35
Figura 6.4. Diagrama de una celda ATM	36
Figura 6.5. Trama SDH	39
Figura 6.6. DSLAM	40
Figura 6.7. Splitter	41
Figura 6.8. Módem Huawei SmartAX MT800	42
Figura 6.9. Panel frontal	43
Figura 6.10. Panel posterior	44
Figura 6.11. Splitter	45
Figura 6.12. Splitter	45
Figura 6.13. Conexión ADSL con un módem Huawei	46
Figura 6.14. Módem Zoom ADSL X3	46

Figura 6.15. Panel frontal	50
Figura 6.16. Panel posterior	50
Figura 6.17. Conexión ADSL con un módem Zoom	52
Figura 6.18. Módem Huawei SmatrAX MT900 VDSL	52
Figura 6.19. Panel frontal	54
Figura 6.20. Panel posterior	55
Figura 6.21. Splitter	55
Figura 6.22. Conexión VDSL con un módem Huawei	56
Figura 6.23. Módem RAD LA-110 Link Access	56
Figura 6.24. Panel frontal	57
Figura 6.25. Panel posterior	58
Figura 6.26. DSLAM Huawei MA5100	60
Figura 6.27. Tarjetas que contiene DSLAM	61
Figura 6.28. BRAS Huawei MA 5200	61
Figura 6.29. PACKETEER	62
Figura 6.30. ANTI SPAM y FIREWALL BARRACUDA	62
Figura 6.30. Vista frontal de la regleta de línea	63
Figura 6.31. Vista superior de la regleta de línea	63
Figura 6.32. Regleta de red primaria	64
Figura 6.33. Equipo de medición SUMSET MTT	65
Figura 6.34. Pantalla principal del equipo SUMSET MTT	65
Figura 6.35. Pantallas durante pruebas en progreso	66
Figura 6.36. Pantallas de resultados de pruebas	66
Figura 6.37. Equipo de medición AURORA PRESTO	67
Figura 6.38. Equipo de medición FLUKE 189	68
Figura 6.39. Pantalla del administrador de la red de ETAPA	68
Figura 6.40. Enlace xDSL para salir al Internet	69
Figura 6.41. Enlace de datos para comunicar 2 abonados	69
Figura 6.42. Central Telefónica	70
Figura 6.43. Centro de Gestión	70
Cuadro 6.44. Oferta de servicios de banda ancha que brinda ETAPANET	71
Cuadro 6.45. Comparación entre tecnologías xDSL	76

## **RESUMEN**

Esta monografía presenta el estudio de Tecnologías xDSL, la cual dotará de información, para su aplicación y utilización en la ciudad de Cuenca.

Dentro de las tecnologías xDSL se analizó líneas ADSL, mediante pruebas de medición de la calidad de servicio y velocidad de transmisión (FTP) para diferentes clientes de ETAPANET de la ciudad de Cuenca.

Además, se implementaron dos enlaces para VDSL y HDSL dentro del Centro de Gestión Telefónica de Totoracocha.

Para las pruebas realizadas, tanto de ADSL como de VDSL y HDSL se utilizaron los módems y equipos apropiados para cada línea, existentes en ETAPANET.

## **ABSTRACT**

This monograph presents the study of xDSL Technologies which will provide with information for their application and use in the city of Cuenca.

ADSL lines were analyzed within xDSL technologies through service quality and transmission speed (FTP) measurement test for different customers of ETAPANET in Cuenca.

Besides, two links for VDSL and HDSL were implemented within the Telephone Management Center of Totoracocha.

Appropriate modems and equipment for each line, already existing in ETAPANET, were used for ADSL, VDSL, and HDSL test.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda del servicio de banda ancha, debido al aumento del uso de Internet, con requerimientos cada vez mayores de altas velocidades de transmisión, ha impulsado el uso de las Tecnologías xDSL.

Esto fue lo que nos motivó a realizar un estudio de estas tecnologías, que además de ser un tema de actualidad, nos permite conocer cómo se están utilizando en la ciudad de Cuenca. Para lograr nuestro objetivo solicitamos el apoyo y colaboración de **ETAPA** (Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca), la cual ofrece estos servicios con mayor cobertura en la Ciudad.

Luego de investigar acerca de las Tecnologías xDSL, se analizó algunas de éstas, como son ADSL, VDSL y HDSL, que ofrece ETAPANET en su servicio de Banda Ancha; además se investigó SDSL, que es utilizado para transferir datos de algunos clientes.

El Centro de Gestión de la Central de Telefónica de Totoracocha (ubicado en las calles Rumiurco, entre Río Curaray y Río Cutucu), fue el lugar donde se facilitaron los equipos para las pruebas, así como también la información necesaria de clientes, para realizar las pruebas de ADSL.

Dado que ADSL es la más usada en la ciudad de Cuenca, se logró realizar un mayor número de pruebas con ésta tecnología, en comparación con las otras. Además se entregó a ETAPA información importante con relación a la calidad de servicio que brinda la Empresa, ya que conjuntamente con los datos técnicos, que se obtuvo información de las necesidades, reclamos y sugerencias de los clientes.

Un nodo es el punto final de la conexión de red ó una unión que es común para dos o más líneas de una red. Las entrevistas se realizaron a 10 clientes por cada uno de los nodos, con los que ETAPANET cubre la ciudad de Cuenca, procurando visitar a clientes con contratos Residenciales y Corporativos.

Por otro lado las pruebas con HDSL y VDSL, se realizaron activando líneas de prueba en el Centro de Gestión, ya que ETAPA no cuenta con clientes que tengan contratado un servicio VDSL y cuenta con pocos clientes HDSL pero con los cuales resulta imposible realizar pruebas de ésta naturaleza, por la importancia de información que manejan en línea.

También se ha documentado la información pertinente a los módems usados para cada tecnología, así como de algunos equipos que se encuentran en la Central Telefónica de Totoracocha, que intervienen en el sistema para brindar el servicio de Banda Ancha.

En lo que concierne a los equipos, que ETAPANET usa para medir el estado de las líneas, simulación de tráfico ADSL y otros datos técnicos, se pudo realizar en la Central Telefónica de El Ejido una sesión de pruebas, con algunos de estos equipos, con lo que se consiguió evidenciar su funcionamiento y aplicación.

Luego de haber finalizado con este trabajo de investigación, esperamos que contribuya al conocimiento, comprensión y aplicación de las tecnologías xDSL; así como también, para que ETAPA considere los resultados, observaciones y recomendaciones realizadas.

## 1. TECNOLOGÍAS xDSL

### 1.1. Introducción

Las siglas xDSL denotan cualquier tecnología de la familia DSL, que a su vez significa “**Digital Subscriber Line**” o **Línea de Abonado Digital**. Esta es una técnica por la cual se emplea el cable de pares telefónico (el mismo que se usa para las comunicaciones telefónicas de voz ordinarias) como canal de banda ancha, para así proporcionar una transmisión de datos **de alta capacidad y full-duplex**.

Como se conoce, los módems tradicionales pueden alcanzar una velocidad de transmisión teórica de hasta unos 56 kbps, aproximadamente, sobre una línea telefónica estándar. Esta velocidad es difícilmente mejorable teniendo en cuenta que el ancho de banda utilizado por estos módems es de menos de 4 kHz, ya que esta frecuencia es más que suficiente para transportar una comunicación de voz.

### 1.2. Orígenes y evolución del sistema telefónico

En un principio la red telefónica se creó para conseguir comunicaciones por voz a larga distancia. Las primeras conexiones se establecieron directamente entre todos los usuarios que pertenecían a la misma red (conexiones punto a punto), este tipo de interconexión hizo que el sistema telefónico se convirtiese en una red totalmente mallada.

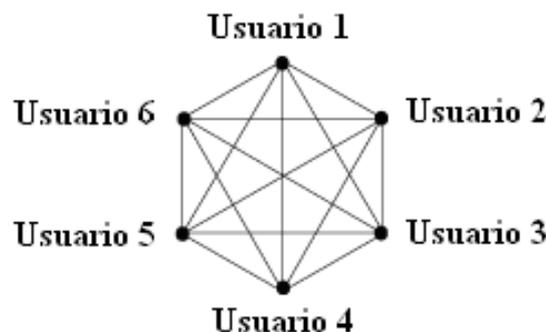


Figura 1.1. Red telefónica en estrella <sup>1</sup>

<sup>1</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

Esto era posible puesto que en un principio el número de abonados era muy pequeño, pero como todo evoluciona con mejor tecnología y menor costo, el número de usuarios de la red telefónica fue incrementándose, con lo cual mantener este tipo de topología de interconexión era insostenible, puesto que el coste de un nuevo usuario era proporcional al número de usuarios registrados en esos momentos a la red, en concreto, el número de enlaces necesarios para N usuarios es  $N*(N-1)/2$  enlaces.

Esta problemática llevó a la red telefónica hacia un cambio en la topología de interconexión de los usuarios, que es el que se usa en la actualidad, y que consiste en que cada usuario se conecta a una central urbana mediante un cable de cobre, en concreto, son dos pares de cobre que se llama “**bucle de abonado**”.

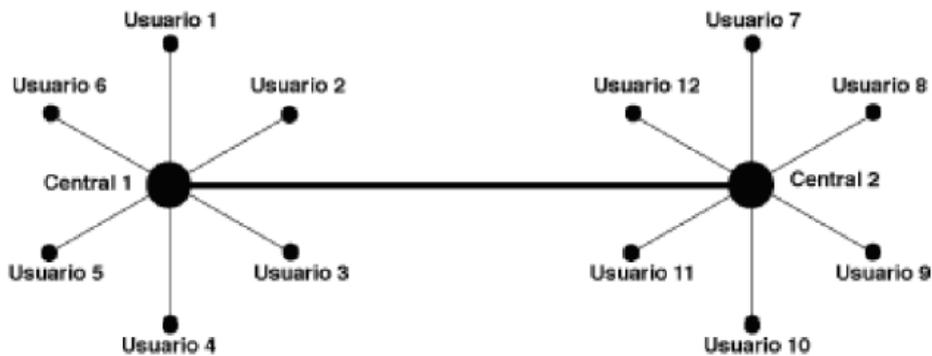


Figura 1.2. Conexión mediante una red de estrella <sup>2</sup>

Todos los usuarios que se encuentren en la misma zona se conectan a la misma central urbana, y obtienen la interconexión entre ellos a través de esta central, pero a su vez para permitir la conexión de estos usuarios con otros más alejados, dicha central urbana se conecta con una central regional, lo cual permite la conexión de los primeros con los que están conectados a esta central regional. Estas centrales se conectan con otras centrales, hasta que toda central tiene acceso a cualquier otra, ya sea mediante una conexión directa entre las centrales o a través de otra central usada como puente. Así el sistema telefónico se convirtió en una topología jerárquica.

<sup>2</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

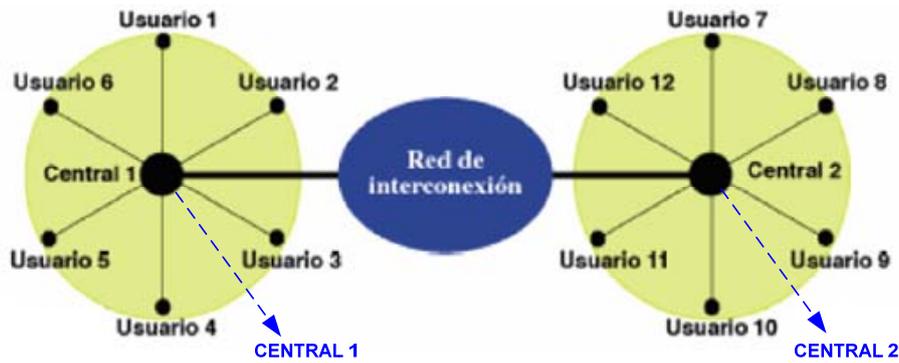


Figura 1.3. Estructura de la red telefónica <sup>3</sup>

### 1.3. Tipos de sistemas xDSL

Dentro de la familia xDSL, y por orden cronológico de aparición, podemos encontrar:

- **HDSL (High data rate Digital Subscriber Line)**. Fue una técnica ideada para la transmisión a través de cables de cobre de tramas T1 (E.E.U.U.) o E1 (Europa), las cuales están formadas por varios canales telefónicos. Soporta flujos de hasta 2.048 Mbps.

Su inconveniente es que requiere el empleo de varios pares de cobre: dos para transportar una trama T1 y tres para una E1. Por tanto, no puede emplearse en el bucle de abonado (que sólo tiene un par), y se usa principalmente entre centrales de conmutación o estaciones base de telefonía móvil.

- **SDSL (Single Digital Subscriber Line)**. Es una versión de HDSL que utiliza tan sólo un par de cobre. Además, permite la utilización simultánea del servicio POTS (Plain Old Telephone System, es decir, la telefonía básica tradicional). Por lo tanto, es perfectamente utilizable en el bucle de abonado.

Su funcionamiento es simétrico; es decir, el ancho de banda asignado es el mismo en el sentido abonado - red (enlace ascendente o upstream) que en el sentido red - abonado (enlace descendente o downstream).

<sup>3</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

- **ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)**. Es similar a SDSL, pero en este caso el funcionamiento es asimétrico, otorgando un mayor ancho de banda a la comunicación descendente (aproximadamente 1 MHz) que a la ascendente (unos 110 kHz). Esto es ya que la mayoría de los servicios solicitados por los usuarios requieren dicho uso asimétrico: acceso a Internet, vídeo bajo demanda, telecompra, etc. Por ejemplo, una transmisión de vídeo MPEG requiere hasta 3 Mbps en el enlace descendente y tan sólo 64 kbps en el ascendente.

Las velocidades de transmisión conseguidas con ADSL pueden ser de hasta 640 kbps en el enlace ascendente y 6 Mbps en el descendente.

- **VDSL (Very high data rate Digital Subscriber Line)**. Mientras la tecnología ADSL cubre todo el bucle del cliente, la tecnología VDSL pretende cubrir, únicamente, los últimos metros de dicho bucle (como máximo 1.5 km). Esto permite, que la tasa binaria se incremente notablemente (hasta 2 Mbps en el enlace ascendente y 52 Mbps en el descendente).

VDSL debe ir asociada a la tecnología FTTC (“Fiber to the Curb”, literalmente “fibra hasta el bordillo”); con ella, la mayor parte del bucle de abonado se sustituye por fibra óptica, la cual enlaza la central telefónica con un dispositivo denominado ONU (“Optical Network Unit”, en terminología anglosajona) o TRO (Terminal de Red Óptica, en nomenclatura española), situado muy cerca del domicilio del cliente. Desde la ONU hasta el usuario permanece el cable, y es ahí donde se utiliza VDSL propiamente dicho. La ONU realiza la conversión óptico-eléctrica y viceversa.

#### **1.4. La arquitectura de los sistemas xDSL**

Como hemos dicho, las tecnologías xDSL (salvo HDSL) permiten la simultaneidad de la comunicación vocal tradicional (POTS) con la transmisión de datos en cualquiera de los dos sentidos, ascendente o descendente. Esto se logra, mediante “splitters” tanto en el acceso del usuario como en la central telefónica. Estos splitters están formados simplemente por dos filtros:

- Uno LP (Low Pass), que selecciona la señal vocal.
- Otro HP (High Pass), que se queda con la señal de datos.

Los splitters tienen además las siguientes funciones:

- Proporcionan adaptación de impedancias.
- Garantizan una adecuada calidad de servicio de las comunicaciones vocales.
- Intentan ofrecer un canal estable para las comunicaciones de datos.

### **1.5. Aplicaciones de las tecnologías xDSL**

Por sus características, los servicios xDSL asimétricos están más enfocados a un mercado residencial, donde las aplicaciones suelen ser del tipo cliente/servidor. Por ejemplo, son excelentes para el acceso a Internet. De hecho, ADSL está logrando mayor penetración en este mercado, y posiblemente se utilice en un futuro próximo para aplicaciones de vídeo bajo demanda. Por otra parte, la mayor parte de empresas prefieren contar con un ancho de banda simétrico, por ejemplo para sustituir las actuales líneas dedicadas que permiten la comunicación entre distintas oficinas. Además se prevé que es en el sector de las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) donde tendrán mayor penetración dichos servicios simétricos.

## 2. TECNOLOGÍA ADSL

### 2.1. Introducción

ADSL (Asimetric Digital Subscriber Line) es una técnica de modulación para la transmisión de datos a gran velocidad sobre el par de cobre. Las líneas ADSL son líneas de banda ancha para transmisión de datos sobre dicho par de cobre y en simultaneidad con el servicio telefónico básico.

Al tratarse de una modulación, en la que se transmiten diferentes caudales de información en los sentidos Usuario → Red y Red → Usuario, el módem ADSL situado en el extremo del usuario es distinto del ubicado al otro lado del bucle, es decir en la central local. En la Figura 2.1 se muestra un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende. En dicha figura se observa que además de los módems situados en casa del usuario (ATU-R o "ADSL Terminal Unit-Remote) y en la central (ATU-C o "ADSL Terminal Unit-Central"), delante de cada uno de ellos, se ha de colocar un dispositivo denominado "splitter".

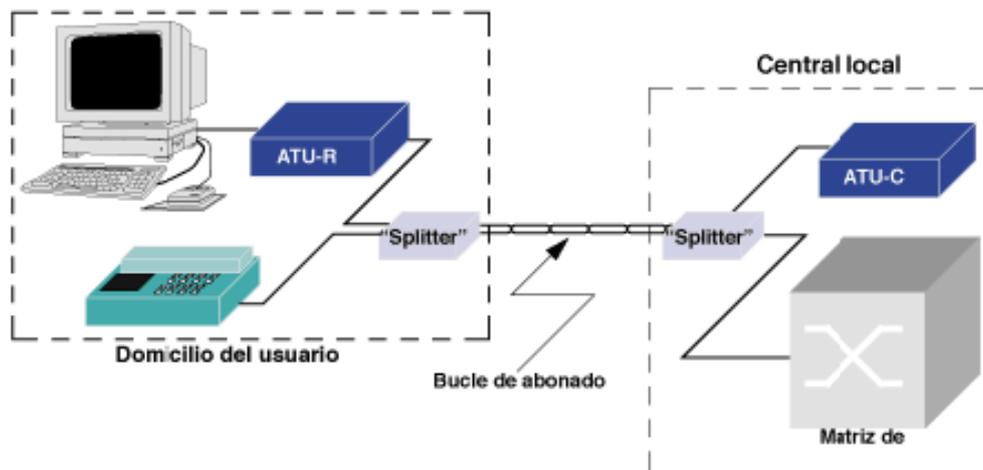


Figura 2.1. Funcionamiento del splitter en un enlace ADSL <sup>4</sup>

<sup>4</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

ADSL fue diseñado con el fin de satisfacer la demanda de una mayor transferencia de datos, de la red al cliente en comparación con la transferencia de datos del cliente a la red.

Los siguientes tres canales pueden ser creados en el par trenzado para interconectar los módems ADSL a cada extremo terminal de la red local:

- Un canal de alta velocidad (de la red al cliente)
- Un canal de velocidad media (incluye ambas direcciones: del cliente a la red y de la red al cliente)
- Un canal POTS (Plain Old Telephone System), el cual es separado de la red digital ADSL mediante filtros.

Estos tres canales son creados dividiendo la línea telefónica con la ayuda de los siguientes métodos: Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) y Cancelación de Eco.

ADSL divide al espectro en 2 canales: Ascendente (Up) y Descendente (Down).

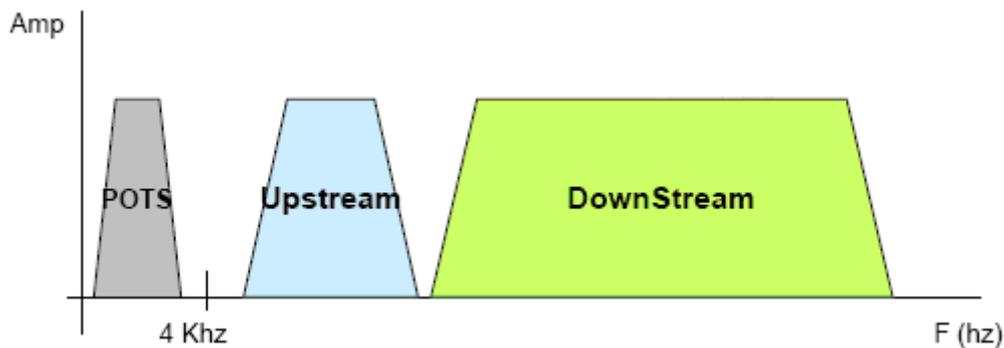


Figura 2.2. Espectro de una línea ADSL

Es posible utilizar el canal de voz mientras se transmite información digital por los canales Up / Down. Aquí el tráfico de datos es asimétrico:

**Usuario → Red < Red → Usuario**

Las velocidades de la red al cliente, dependen principalmente de la distancia y de la capacidad del cable de cobre. Una transferencia de datos por encima de 9 Mbps, puede ser alcanzada con un cable con una longitud menor a los 2.743,2 metros y de calibre 24 AWG. Si se duplica la distancia la velocidad puede caer a 1,544 Mbps.

La asimetría de caudales de información de líneas ADSL, era y es idónea para el servicio al que inicialmente estaba destinado: la distribución de vídeo sobre el bucle de abonado. Pero el desarrollo de Internet, cuyo tráfico es también fuertemente asimétrico, siendo mucho mayor el caudal de información transmitido desde la red hacia el usuario que en sentido contrario, ha dado nuevos caminos para aplicaciones con ADSL.

La evolución de esta tecnología a llevado a una revolución de las redes de servicio telefónico, que dejan de ser redes de banda angosta ofreciendo únicamente telefonía y transmisión de datos vía módem, y se convierten en redes de banda ancha multiservicio.

La introducción de la tecnología ADSL implica una revolución en la red de acceso, y también supone un gran reto para el sector de las comunicaciones por el abanico de servicios que se pueden poner al alcance del público.

### **2.1.1. Multiplexación por división de frecuencia (FDM)**

La multiplexación por división de frecuencias, se realiza asignando a cada canal telefónico de 3,1 KHz un ancho de banda de 4 KHz, con lo que dispone de un margen de 450 Hz de separación de otros canales, reduciendo así la interferencia con canales contiguos. Es bastante normal agrupar los canales de doce en doce, formando lo que se conoce como un *grupo*, que ocupa 48 KHz y que se suele transmitir en la banda de 60 a 108 KHz (a veces se transmite otro grupo entre 12 y 60 KHz). Algunas compañías telefónicas ofrecen servicios de 48 a 56 Kbps, utilizando las bandas de estos grupos. Cinco grupos (60 canales) pueden unirse para formar un *supergrupo* (240 KHz), y a su vez cinco supergrupos, pueden unirse para formar un *grupo maestro*. Existen estándares que llegan a agrupar hasta 230.000 canales (920 MHz).

Si hablamos de fibras ópticas, podemos mencionar la WDM (Wavelength Division Multiplexing). En realidad la WDM es una forma de FDM, con la única peculiaridad de que se trata de frecuencias más altas, y de que al tratarse de luz, en vez de ondas radioeléctricas, los equipos multiplexores son ópticos y no tienen alimentación eléctrica. Esta es una técnica nueva aún no muy extendida; actualmente se utiliza para transportar dos canales en fibras de muy largo alcance (trasatlánticas, por ejemplo). Debido a la gran frecuencia de las señales transmitidas por fibras ópticas, hay muchas esperanzas de que la WDM, aumente aún más su capacidad de transmisión.

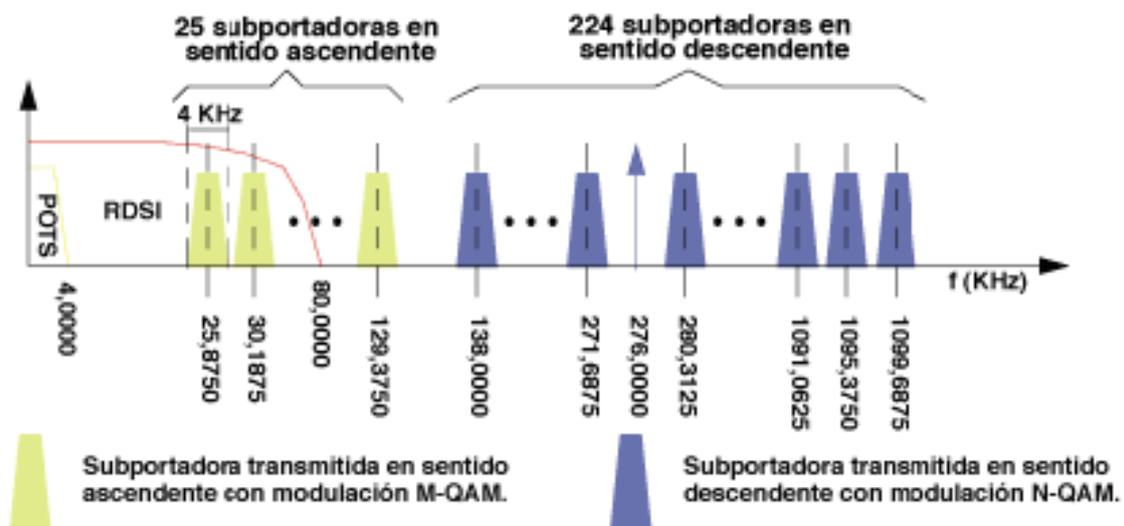


Figura 2.3. Modulación ADSL DMT con FDM <sup>5</sup>

### 2.1.2. Cancelación de ecos

Mediante esta técnica, se puede expandir la banda de frecuencias. El canal de subida y de bajada son enviados a la misma frecuencia (es decir se solapan). La ventaja es que ambas señales se encuentran en frecuencias bajas, de esta manera se reduce la atenuación (disminución de intensidad en la señal) y el crosstalk (interferencia en la señal).

En las Figuras 2.4 y 2.5 se presenta una comparación entre los dos métodos antes mencionados.

<sup>5</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

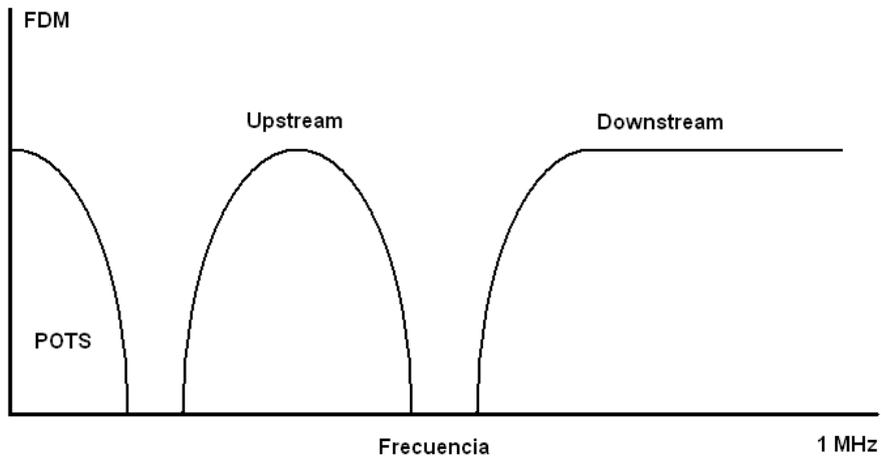


Figura 2.4. Multiplexación por división de frecuencia

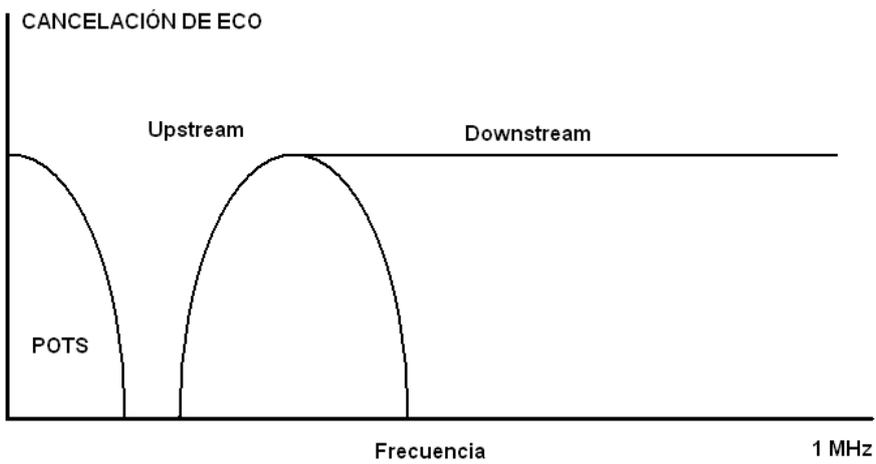


Figura 2.5. Cancelación de eco

En el extremo receptor se crea un eco local, que permite quedarse con la señal del sistema remoto.

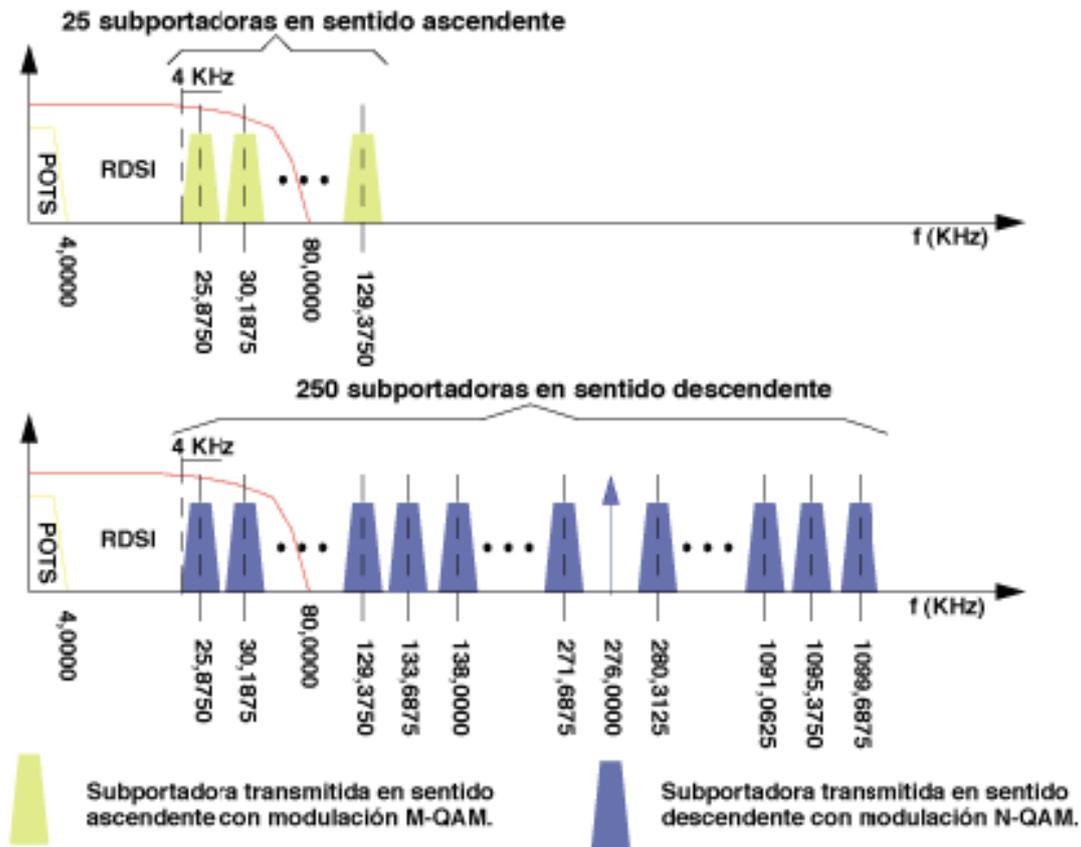


Figura 2.6. Transmisión de subportadoras <sup>6</sup>

## 2.2. Funcionamiento

ADSL utiliza **la misma línea telefónica** para transmitir video y datos además de la voz. Una línea de teléfono normal funciona sobre un cable de cobre de 2 hilos, llamado **par de cobre**, que se encuentra conectado desde la central telefónica hasta el usuario.

La banda vocal utilizada por el servicio telefónico, se ubica entre los 300 Hz. y los 3400 Hz., cualquier señal fuera de esta banda es filtrada por los equipos que usan esta línea (esto no significa que la línea no pueda soportar otras frecuencias). ADSL utiliza un ancho de banda, por encima del requerido para el servicio telefónico, concretamente entre 25 KHz. y 1,1 Mhz.

La banda de frecuencias utilizadas por el ADSL se subdivide a su vez en 2 partes:

<sup>6</sup> www.softdownload.com.ar - tutorial de tecnología ADSL

- Subida desde 25 KHz. hasta 150 KHz.
- Bajada desde 150 KHz. hasta 1,1 Mhz.

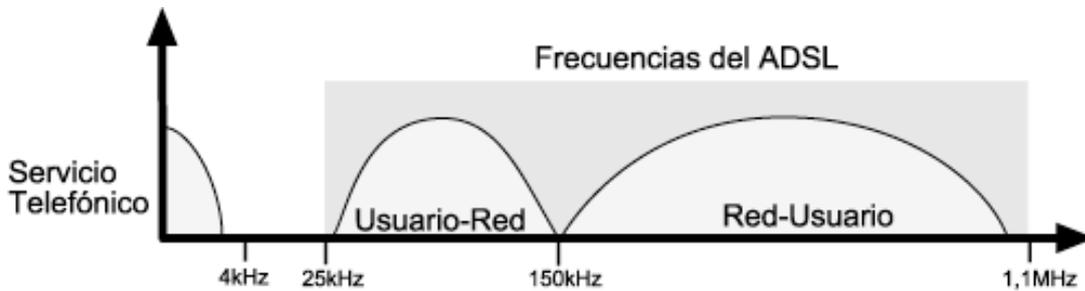


Figura 2.7. Frecuencias del ADSL <sup>7</sup>

Esta característica se adapta perfectamente a las necesidades de Internet, ya que el tráfico de bajada, siempre es mayor que el de subida.

Para la instalación de una línea ADSL, en nuestra línea telefónica solo hay que conectar un filtro o **splitter** donde el usuario y otro igual en la central telefónica y habilitar el servicio.

En la Figura 2.8 se muestra la instalación de una línea ADSL.

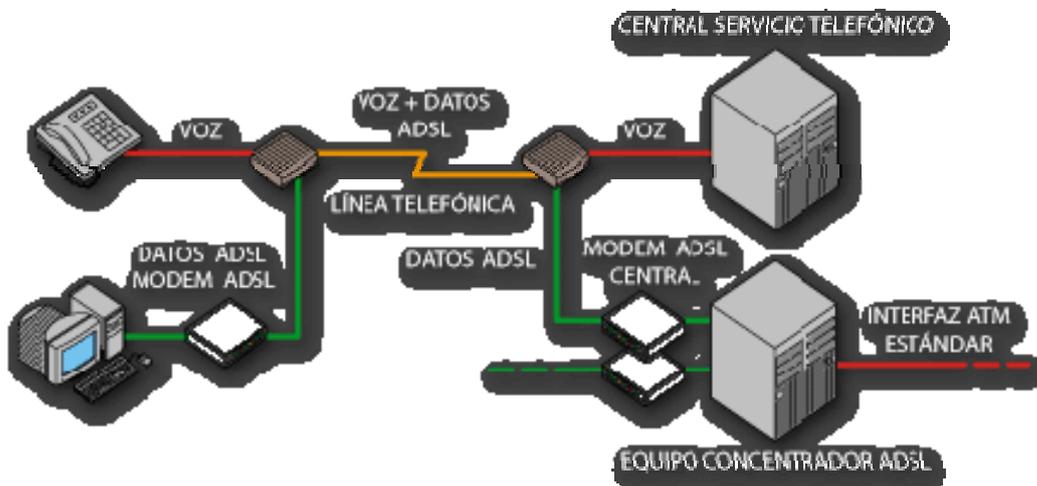


Figura 2.8. Instalación de una línea ADSL <sup>8</sup>

Como se puede apreciar, el splitter se encarga de unir y separar las líneas de voz y las de datos donde el abonado y de la misma manera en la central telefónica.

<sup>7</sup> <http://www.ayuda-internet.net/tutoriales/manu-adsl/manu-adsl.html>

<sup>8</sup> <http://www.ayuda-internet.net/tutoriales/manu-adsl/manu-adsl.html>

### **2.2.1. Técnicas de modulación**

Durante la evolución de la tecnología ADSL existían dos tipos de modulaciones:

- CAP (Carrierless Amplitude - Phase)
- DMT (Discrete MultiTone)

Tanto CAP como DMT están basados en el sistema de modulación QAM, aunque cada uno lo adopta de una forma distinta.

De acuerdo a varias pruebas realizadas en distintos laboratorios, se ha demostrado que la DMT ofrece las mejores prestaciones.

#### **2.2.1.1. CAP**

CAP (Carrierless Amplitude Phase), modulación por amplitud de fase sin portadora, esta permite llegar a velocidades de hasta 1,5 Mbps. Este sistema es el utilizado para la televisión por cable y utiliza todo el medio de transmisión para enviar una única señal.

El tipo de modulación CAP, desarrollada por AT &T Paradyne, ofrece una solución al problema de generar una onda modulada capaz de transportar cambios de amplitud y de fase. La versión CAP de la modulación QAM, almacena partes de una señal en una memoria y luego une los fragmentos de la onda modulada. La señal portadora se suprime antes de la transmisión, ya que no contiene información y se vuelve a componer de nuevo en el módem receptor. De ahí la expresión de carrierless, es decir, sin portadora. Al comienzo de la transmisión, CAP también comprueba la calidad de la línea de acceso y utiliza la versión más eficaz de QAM para obtener el mayor rendimiento en cada señal.

La modulación CAP tiene la ventaja de estar disponible para velocidades de 1,544 Mbps y su costo es reducido, debido a su simplicidad, la desventaja que presenta es que reduce el rendimiento en ADSL y es susceptible de interferencias debido a la utilización de un solo canal.

### 2.2.1.2. DMT

Fue desarrollada por Comunicaciones de Amati y Universidad de Stanford. Dado que las señales de alta frecuencia, atravesando las líneas de cobre sufren mayores pérdidas en presencia de ruido, DMT divide las frecuencias disponibles en 256 subcanales. Como en el caso del sistema CAP, realiza una comprobación al comienzo de la transmisión, para determinar la capacidad de la señal portadora de cada subcanal. A continuación, los datos entrantes se fragmentan en diversos números de bits y se distribuyen entre una determinada combinación de los 256 subcanales creados, en función de su capacidad para efectuar la transmisión. Para eliminar el problema del ruido, se transportan más datos en las frecuencias inferiores y menos datos en las superiores.

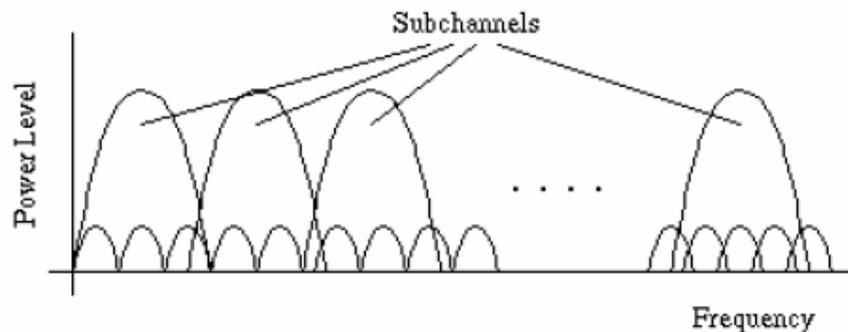


Figura 2.9. Técnica DMT

Básicamente consiste en el empleo de múltiples portadoras y no sólo una, que es lo que se hace en los módems de banda vocal. Cada una de estas portadoras (denominadas subportadoras) es modulada en cuadratura (modulación QAM) por una parte del flujo total de datos que se van a transmitir. Estas subportadoras están separadas entre sí 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada subportadora modulada es de 4 KHz. El reparto del flujo de datos entre subportadoras se hace en función de la estimación de la relación Señal/Ruido (SNR), en la banda asignada a cada una de ellas. Cuanto mayor es esta relación, tanto mayor es el caudal de información que puede transmitir por una subportadora. Esta estimación de la relación Señal/Ruido se hace al comienzo, cuando se establece el enlace entre el ATU-R y el ATU-C, por medio de una secuencia de entrenamiento predefinida.

Para soportar canales bidireccionales, los módems ADSL dividen el ancho de banda disponible por multiplexación de frecuencia (FDM), bien sin solapar las bandas asignadas para el enlace descendente y ascendente, o bien mediante cancelación de eco.

El canal descendente dispone de hasta 256 subportadoras, mientras que el ascendente hasta 32.

El algoritmo usado se traduce en una **IFFT** ("*Inverse Fast Fourier Transform*", Transformada Rápida de Fourier Inversa. Es un algoritmo matemático empleado en procesado de señales) en el modulador y una **FFT** ("*Fast Fourier Transform*", Transformada Rápida de Fourier. Es un algoritmo matemático empleado en procesado de señales) en el demodulador situado en el otro extremo.

Resumiendo el proceso de DMT:

- a) Se conforman los símbolos a transmitir mediante QAM
- b) Para cada una de las subportadoras se elige el número de bits a enviar en ella (en función de la SNR)
- c) Se toma un vector de N símbolos QAM (N: número de canales), éste representará el espectro a transmitir
- d) Para que la salida sea real se replica el conjugado de este espectro y se obtienen 2N muestras
- e) Las 2N muestras se hacen pasar por la IFFT
- f) Se realiza la conversión digital / analógico y se modula la frecuencia adecuada

En el demodulador se aplica el proceso inverso (con la FFT).

La modulación del tipo DMT tiene la ventaja de ser la norma que han acogido ANSI (American National Estándars Institute) y ETSI (European Technical Standars Institute), además ofrece cuatro veces más de rendimiento que la modulación CAP, para el tráfico de datos desde la central al usuario y de diez veces más desde el usuario a la central, también es menos susceptible al ruido, y pruebas realizadas demuestran que este tipo de modulación es más rápida que la CAP, independientemente de la distancia que separe los módems ADSL. Los inconvenientes que tiene esta técnica de modulación son su costo superior al de CAP y que es un sistema muy complejo.

Existe una variante de DMT, denominada **DWMT** (Discrete Wavelet Multi-Tone) que es algo más compleja, pero a cambio ofrece aún mayor rendimiento, al crear mayor aislamiento entre los 256 subcanales. Esta variante podría ser el protocolo estándar para transmisiones ADSL a larga distancia y donde existan entornos con un alto nivel de interferencias.

### **2.2.1.3. QAM**

La **modulación de amplitud en cuadratura**, en inglés *Quadrature Amplitude Modulation (QAM)*, es un esquema de modulación multinivel, en donde se envía una señal, con distintas combinaciones de amplitud y fase. Utilizando múltiples niveles, tanto en la modulación en amplitud como en la modulación en fase, es posible la transmisión de grupos de bits, de manera que cada uno de estos grupos será representativo de un conjunto nivel-fase característico de la portadora de la señal, mismo que dará cabida a un símbolo.

Una de las características principales de la modulación QAM, es que modula la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada 90°. El resultado de las componentes después se suma, dando lugar a la señal QAM. De esta forma, QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro. Como ya se ha dicho, la componente "en cuadratura" de esta señal corresponderá a los símbolos modulados con una frecuencia desfasada 90°, y la componente "en fase" corresponde a los símbolos modulados sobre una portadora sin fase.

Observamos en la Figura 2.10 las constelaciones para los esquemas de modulación 4-QAM, 16-QAM y 64-QAM. Podemos notar que, para cada uno de ellos se varían los niveles de amplitud y de fase de la señal.

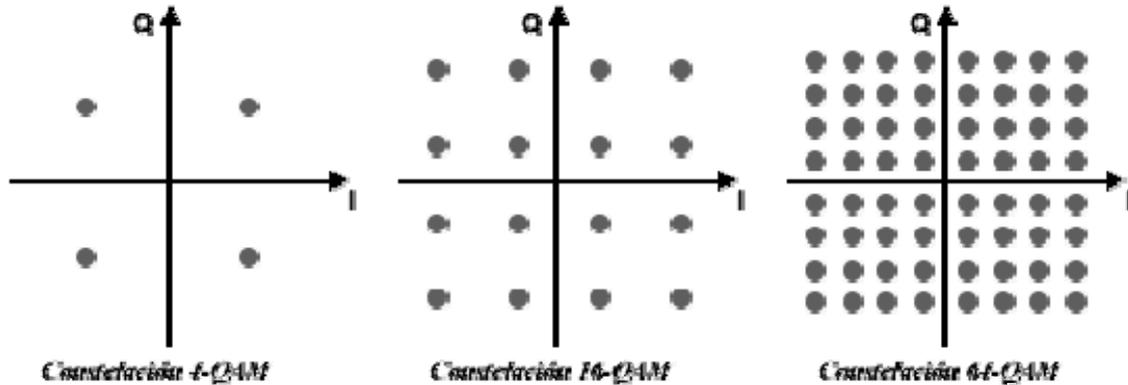


Figura 2.10. Ejemplos de constelaciones QAM<sup>9</sup>

Debido a que QAM utiliza la fase y amplitud como factor de codificación, se puede llegar a constelaciones de gran densidad de modulación.

# Bits / símbolo	Constelación (puntos)	SNR necesaria [dB]
4	16	21,8
6	64	27,8
8	256	33,8
9	512	36,8
10	1024	39,9

Utilizaremos el caso concreto de la modulación 16-QAM para explicar sus características principales y la forma en que se produce ésta. 16-QAM permite contar con 16 estados diferentes, mismos que estarán determinados por el número de símbolos mapeados en su constelación correspondiente. Debido a que  $16 = 2^4$ , cada uno de estos símbolos puede representarse mediante cuatro bits, dos de ellos correspondientes a la componente "en cuadratura" (portadora desfasada), y los dos restantes, correspondientes a la componente "en fase" (portadora con fase cero) de la señal. Puesto que existen estas dos componentes, cada una representada por dos bits en 16-QAM, es posible transmitir 4 posibles niveles de amplitud para cada componente, lo que supone que, por el efecto de la cuadratura, pueden transmitirse 16 estados.

<sup>9</sup> [www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=10](http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=10)

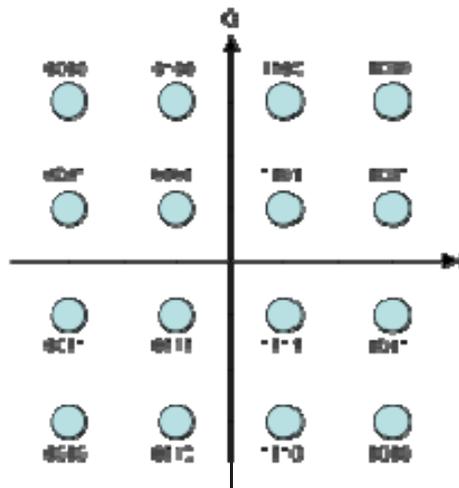


Figura 2.11. 16-QAM<sup>10</sup>

### 2.3. Aplicación

ADSL es más conveniente para aplicaciones en las cuales se requiere extraer información de la red, que para aquellas en las cuales se envía información a través de la red.

Facilita el acceso a Internet de alta velocidad, así como el acceso a redes corporativas para aplicaciones como el teletrabajo y aplicaciones multimedia como juegos on-line, video bajo demanda, videoconferencia, voz sobre IP, etc.

### 2.4. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas con las que cuenta ADSL son:

- Dispone de capacidad de transmisión de forma permanente
- Es más seguro ya que utiliza una sola línea por usuario
- Alcance a grandes distancias (aproximadamente 6 Km.)
- Grandes velocidades en bajada de datos
- Simultaneidad de uso con líneas de voz
- Bajo costo de instalación y mantenimiento

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:16QAM\\_Gray\\_Coded.svg](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:16QAM_Gray_Coded.svg)

- Utilización del mismo par de cobre que las líneas de telefonía
- Se aprovecha una infraestructura ya desplegada
- El acceso es sobre un medio no compartido
- No hace falta acondicionar toda una central, es suficiente instalar el servicio solo en aquellas líneas de los clientes que lo requieran

Las principales desventajas con las que cuenta ADSL son:

- La (mala) calidad del cableado en el domicilio del usuario, puede afectar negativamente el funcionamiento del sistema
- El sistema no es compatible con líneas con servicios especiales, como son RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), hilo musical, etc. aunque se están preparando dispositivos para que sean compatibles.
- La distancia desde la central telefónica hasta donde el usuario debe tener un máximo, cuanto mayor sea la distancia menor será la velocidad o incluso no se podrá montar ADSL.
- Quizás no podamos montar ADSL debido a un exceso de interferencias en la línea telefónica.
- Debe contratarse el servicio a la operadora telefónica correspondiente. Esto no sucede con los módems habituales, puesto que basta con conectarlos a la red, sin tener que dar aviso a la operadora.
- Otro inconveniente importante es la saturación de los servidores al conectarse muchos usuarios con ADSL. Si, en la actualidad, muchos servidores ya se saturan con 100 usuarios concurrentes

De todas formas, es el propio instalador del sistema ADSL, el que determinará si podemos o no montar un sistema ADSL, existen aparatos especiales que conectados a nuestra línea de teléfono, determinan si se puede o no establecer un sistema ADSL para dicha línea.

Las distintas velocidades que ofrece ADSL son en función de la longitud del cable telefónico y del estado del mismo. Según las características de esta tecnología, para alcanzar las velocidades de 1,5 a 2 Mbps, es necesario que la distancia máxima no sea más de 5,5 Km entre un módem ADSL y otro, es decir desde donde se encuentra el ordenador del usuario hasta donde está la central telefónica más próxima. En muchos casos, esta circunstancia no será ningún inconveniente, ya que en centros urbanos o periferias de grandes ciudades, es probable que exista una central telefónica con ADSL en una distancia inferior.

Pero puede darse el caso de pequeños pueblos que están separados, unos de otros, 10 Km, por ejemplo. Lógicamente, la central telefónica más cercana puede estar separada esta misma distancia y para realizar llamadas de voz, o incluso utilizar un módem analógico de 28,8 ó 33,6 Kbps no habrá ningún inconveniente, pero a la hora de decidir el uso de la tecnología ADSL será necesario informarse antes, ya que puede existir la sorpresa de no llegar a alcanzar estas velocidades, aún habiendo solicitado este tipo de contratación y lógicamente su precio. A medida que la distancia entre los módems ADSL sea mayor, la velocidad de transferencia será menor.

El segundo factor clave en este tipo de tecnología, es el estado del cable. Si una comunicación ADSL trata de sacar el máximo provecho al par de cobre, utilizando como elemento clave el bajo nivel de ruido de la línea, es necesario que éste se encuentre en perfectas condiciones, ya que de lo contrario puede darse el caso de no llegar a alcanzar las velocidades estándar.

### **3. TECNOLOGÍA VDSL**

#### **3.1. Introducción**

Son las siglas de **Very high bit-rate Digital Subscriber Line** (DSL de muy alta tasa de transferencia).

Es la más rápida de todas las tecnologías xDSL, con velocidades en sentido red-usuario dentro del rango 13-52Mbps y en sentido usuario-red 1,5-3Mbps.

Trabaja sobre un único par de cobre.

<b>Distancia (mts)</b>	<b>Velocidad (Mbps)</b>
1500	12,96 a 13,8
1000	25,92 a 27,6
300	51,84 a 55,2

Se puede comparar con la HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line). Actualmente, el estándar VDSL utiliza hasta cuatro bandas de frecuencia diferentes, dos para la subida (del cliente hacia el proveedor) y dos para la bajada. La técnica estándar de modulación puede ser QAM/CAP (carrierless amplitude/phase) o DMT (Discrete multitone modulation), las cuales no son compatibles, pero tienen un rendimiento similar. Actualmente la más usada es DMT.

Su utilización esta destinada a proveer el enlace final entre una red de fibra óptica y distintos servicios que requieran un gran ancho de banda.

Tales servicios pueden ser televisión de alta definición (HDTV) y video bajo demanda.

### 3.2. Funcionamiento

Los escenarios de montaje posibles para VDSL son fibra hasta la central (FTTEx), fibra hasta el vecindario (FTTN), fibra hasta el gabinete (FTTCab) y fibra hasta el edificio (FTTB). En FTTEx, todos los abonados están a corta distancia de la oficina central (CO). FTTN y FTTCab son apropiados para la terminación de VDSL en DLC (portadora de bucle digital) y NGDLC (portadora de bucle digital de la próxima generación). FTTB puede llevar la fibra directamente dentro de los edificios, tales como MTU, donde se termina la línea VDSL.

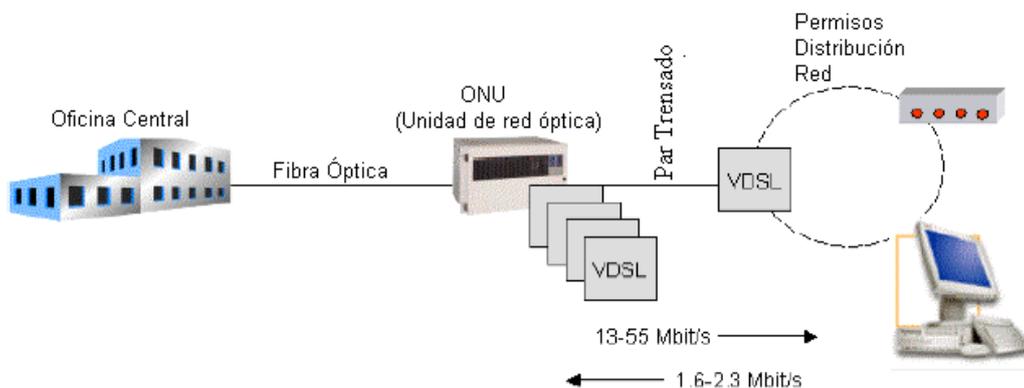


Figura 3.1. Escenario de montaje de la tecnología VDSL <sup>11</sup>

Como se muestra en la Figura 3.1, la tecnología VDSL permite la transmisión de tráfico de alta velocidad entre la red, la ONU (unidad de red óptica) y los edificios del usuario final sobre las líneas telefónicas existentes. El CPE (equipo en las premisas del cliente) VDSL del lado del usuario se conecta a la ONU VDSL mediante un par trenzado de cobre. La conexión de la red del domicilio del usuario a la red pública se logra sin discontinuidades mediante una interfaz Ethernet nativa entre la interfaz del CPE VDSL y la red LAN del lado del usuario.

### 3.3. Aplicaciones

- Difusión de video digital
- Video a pedido

<sup>11</sup> [www.teledata-networks.com/data/SIP\\_STORAGE/files/1/221.pdf](http://www.teledata-networks.com/data/SIP_STORAGE/files/1/221.pdf)

- Videoconferencia y voz sobre IP
- Conexión LAN a LAN sobre los cables telefónicos existentes

### **3.4. Ventajas**

- La tecnología DSL (línea digital de abonado) de mayor velocidad disponible.
- Soporte de modos de operación simétrico y asimétrico.
- Hasta 52 Mbit/s hacia el usuario sobre un bucle de un solo par trenzado de cobre.
- Coexistencia con voz.
- Redes hogareñas o LAN sobre líneas telefónicas comunes.
- Medio de acceso físico dominante basado en el bucle de cobre para aplicaciones MTU (unidad con múltiples inquilinos) y residenciales.

## **4. TECNOLOGÍA HDSL**

### **4.1. Introducción**

HDSL (*High Data Rate Digital Subscriber Line*), línea del abonado digital de alta velocidad, tiene un ancho de banda simétrico y bidireccional, soportando aplicaciones que requieren la misma performance en ambos sentidos, por lo que la velocidad desde la central al usuario y viceversa será la misma. Es una tecnología que permite aprovechar los pares de cobre que conforman la planta externa telefónica para la transmisión de señales digitales con velocidades de hasta 2,048 Mbps. Esta tecnología transmite en full dúplex por dos pares telefónicos una igual cantidad de tráfico de bits por medio de líneas privadas. Esta es la tecnología más avanzada de todas, ya que se encuentra implementada en grandes fábricas donde existen grandes redes de datos y es necesario transportar información a muy alta velocidad de un punto a otro.

HDSL está enfocado principalmente hacia usos empresariales (interconexión de nodos proveedores de Internet, redes privadas de datos, enlaces entre centralitas, etc) más que hacia el usuario (cuyas necesidades se verán mejor cubiertas por las tecnologías ADSL y SDSL).

Una de las principales aplicaciones de HDSL es el acceso de última milla a costo razonable a redes de transporte digital para RDSI, redes satelitales y del tipo Frame Relay.

Utiliza cancelación de eco, permitiendo transmitir a la misma frecuencia por la misma línea.

La velocidad que puede llegar a alcanzar es de 1,544 Mbps (full duplex) utilizando dos pares de cobre y 2,048 Mbps sobre tres pares, aunque la distancia de 4.500 metros que necesita es algo menor a la de ADSL.

Las compañías telefónicas están encontrando en esta modalidad una sustitución a las líneas T1/E1 (líneas de alta velocidad) sobre otro tipo de medio - fibra óptica.

#### 4.2. Funcionamiento

HDSL se basa en un código de línea orientado a obtener más distancia en el cable de cobre sin repetidores. Está basado en 2B1Q (2 binario, 1 cuaternario). Al contrario de T1 que usa un par de alambre para transmitir y un par para recibir a 1,544 Mbps (half duplex), HDSL emplea dos pares de cada uno operando en modo full duplex (traslado bidireccional). Campo E1 - T1 operan a 1,544 Mbps o 2,048 Mbps full duplex. El alcance de la transmisión depende en la medida del alambre de cobre desplegado. En la mayoría de los tendidos se utilizan alambres 24 AWG, con longitudes promedio de 3.000 pies (915 metros) a 4.200 pies (1.280 metros). El Campo T1 /E1 puede alcanzar 5 millas (8 km). con conductores 19 AWG

A continuación podemos ver una comparación entre HDSL y un enlace dedicado (T1)

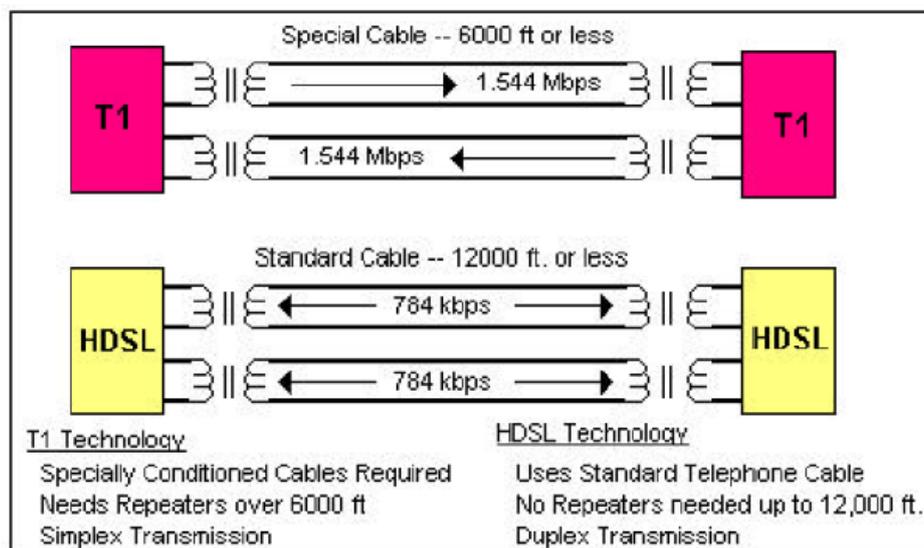


Figura 4.1. Comparación de HDSL con un enlace dedicado T1 <sup>12</sup>

<sup>12</sup> Material de Ayuda - Curso de Graduación de Argentina, Marzo – Junio 2007

Hay dos opciones diferentes para la línea de código recomendadas; la modulación por amplitud de pulso 2B1Q y modulación Carrieress Amplitude/Phase (CAP). CAP es aplicable para 2,048 Mbits/s, mientras que para 2B1Q están definidas dos tramas diferentes.

#### 4.2.1. Codificación de línea

El estándar 2B1Q para 2,048 Mbits/s proporciona una transmisión duplex sobre un par simple y una transmisión paralela sobre dos o tres pares. Esto permite la distribución de los datos en varios pares y la reducción de la tasa de símbolos para incrementar la anchura de la línea o la distancia de transmisión. CAP se define para uno o dos pares solamente y 1,544 Mbits/s con 2B1Q solo para dos pares.

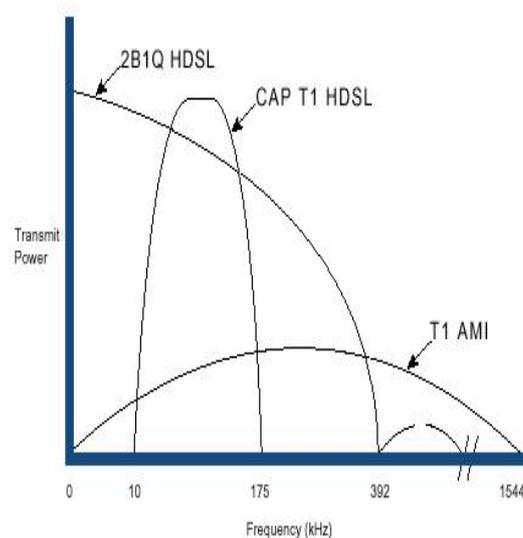


Figura 4.2. Comparación de los espectros de frecuencias de HDSL y T1 <sup>13</sup>

También existe la posibilidad de emplear un sólo par, en cuyo caso se pueda transmitir solo 15 canales de 64 kbps. Sin embargo, las interfaces externas de la HTU-C y la HTU-R siguen siendo de 2,048 Mbps. Para soportar la atenuación y posibles disturbios que se presentan en la línea, HDSL emplea una sofisticada técnica de ecualización adaptativa. Esto quiere decir que en todo momento se tiene respuesta a la frecuencia que presenta el canal.

<sup>13</sup> <http://html.rincondelvago.com/redes-dsl.html>

La tecnología HDSL utiliza una codificación de línea llamada 2B1Q. Esta es una técnica 2 binario 1 cuaternario, tiene 4 niveles de codificación en donde cada nivel es representado con 2 bits.

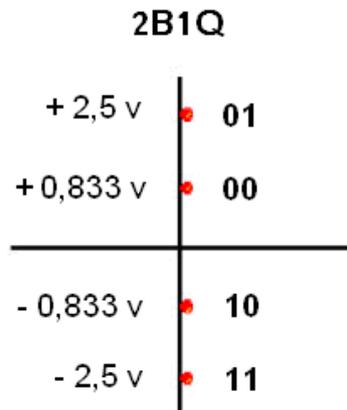


Figura 4.3. Codificación de línea 2B1Q <sup>14</sup>

Por ejemplo, si se quiere transmitir la secuencia 1101001011, tendremos:

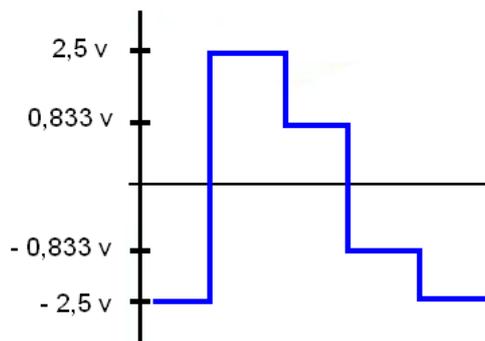


Figura 4.4. Ejemplo de codificación 2B1Q <sup>15</sup>

### 4.3. Aplicación

Esta tecnología es aplicable a:

- Acceso de última milla a costo razonable a redes de transporte digital para RDI, redes satelitales y del tipo Frame Relay
- Redes privadas
- Extensión E1

<sup>14</sup> Material de Ayuda - Curso de Graduación de Argentina, Marzo – Junio 2007

<sup>15</sup> Material de Ayuda - Curso de Graduación de Argentina, Marzo – Junio 2007

- Conexión LAN a LAN
- Videoconferencia
- Aprendizaje a distancia
- Acceso remoto a datos

#### **4.4. Ventajas y desventajas**

Las principales ventajas con las que cuenta HDSL son:

- Alcanza 1,544 Mbps sobre dos pares de cobre y 2,048 Mbps sobre tres pares
- Alta Calidad de Transmisión
- Costo reducido y facilidad de instalación
- La instalación de HDSL no requiere nuevas infraestructuras ni reacondicionar las ya existentes (HDSL se puede implantar en el 99% de las líneas de par trenzado ya instaladas).
- Permite ampliar el alcance cambiando el tipo de cable (podemos pasar de 3,6 Km. con un cable de 0'5 mm, a distancias mayores de 7 Km. con cables de mayor diámetro)
- El algoritmo digital adaptativo de procesamiento de la señal empleado por HDSL proporciona una calidad de transmisión mucho mayor que la que se consigue con las líneas T1/E1.

Las principales desventajas con las que cuenta HDSL son:

- Requiere 2 o 3 pares de cobre, incrementando el desarrollo de la planta externa en las operadoras
- No es posible compartir el canal con servicio de telefonía básica

## 5. TECNOLOGÍA SDSL

### 5.1. Introducción

SDSL significa “Línea Digital de Abonado Simétrica” es una tecnología que transforma una línea telefónica convencional en una línea de banda ancha completamente digital.

También conocido como: Línea Simétrica del Suscriptor Digital, DSL Single-line.

### 5.2. Funcionamiento

**Symmetric Digital Subscriber Line** la tecnología SDSL es una variante de la DSL y se trata de una línea simétrica permanente con velocidades de 400 kbps, 800 kbps, 1.200 kbps y 2.048 kbps.

SDSL es una forma de servicio de la línea del suscriptor Digital (DSL) que proporciona igual ancho de banda para subida de datos (uploads), bajada de datos (downloads) y transferencias directas. Esta era una de las formas más tempranas de DSL para no requerir líneas telefónicas múltiples.

### 5.3. Aplicación

Solución idónea de tecnología DSL para clientes que requieren un **ancho de banda simétrico** permanente (necesitan interconectar sedes con similar volumen de tráfico en ambos sentidos) y que otros servicios como ADSL no lo ofrecen.

La tecnología SDSL es 100% digital, y requiere una desagregación completa de su línea telefónica. Esto significa que la línea sólo se podrá usar para SDSL, y que quedará totalmente inhabilitado el servicio de voz.

#### **5.4. Ventajas**

- A diferencia de la tecnología ADSL, la tecnología SDSL es simétrica. Este ancho de banda simétrico es muy útil cuando usted necesita no sólo descargar, sino subir mucha información a Internet. Con las nuevas ADSLs usted podrá subir a Internet a 512 Kbps como máximo, mientras que con SDSL podrá hacerlo a hasta 2 Mbps. Estas capacidades de subida son muy útiles para VPNs (Redes Privadas Virtuales) o para poner sus propios servicios en Internet (como por ejemplo una intranet corporativa, o el servicio de correo electrónico de su empresa)
- Existen otros motivos adicionales, por ejemplo la latencia, que es el tiempo que tardan sus datos en llegar de un punto a otro de la red. La latencia típica SDSL es más de 6 veces menos que la latencia típica ADSL. Esto hace que SDSL sea una tecnología idónea para servicios como VoIP (Voz sobre IP) y cualquier otro que requiera interactividad entre los extremos.

## 6. COMPARACIÓN ENTRE TECNOLOGÍAS xDSL EN LA CIUDAD DE CUENCA

### 6.1. Fundamentos técnicos

Las tecnologías xDSL que brinda la empresa ETAPANET en la ciudad de Cuenca funcionan mediante redes ATM. Se transportan celdas ATM capa AAL-5 (tráfico WAN) sobre las tecnologías xDSL.

Debemos definir el VP (Virtual Path – Ruta Virtual) y el VC (Virtual Channel – Canal Virtual) para distribuir el tráfico hacia la red WAN, permitiendo de esta manera establecer varias conexiones virtuales.

Un camino virtual consta de varios canales virtuales. La distinción en la etiqueta de direccionamiento entre VCI y VPI permite a la red usar una notación más corta y compacta para las rutas con más tráfico (enlaces entre grandes ciudades) gracias al identificador VPI, a la vez que con el identificador VCI se preserva la identidad de cada canal individual dentro del camino de comunicación. Esto permite que los equipos utilizados en la transmisión traten las llamadas sólo en base al campo VPI, sin la necesidad de operar con el resto del campo de direccionamiento (VCI) hasta que el enlace general llega a su destino final, donde el tráfico correspondiente a cada canal se distribuye de acuerdo a su VCI.

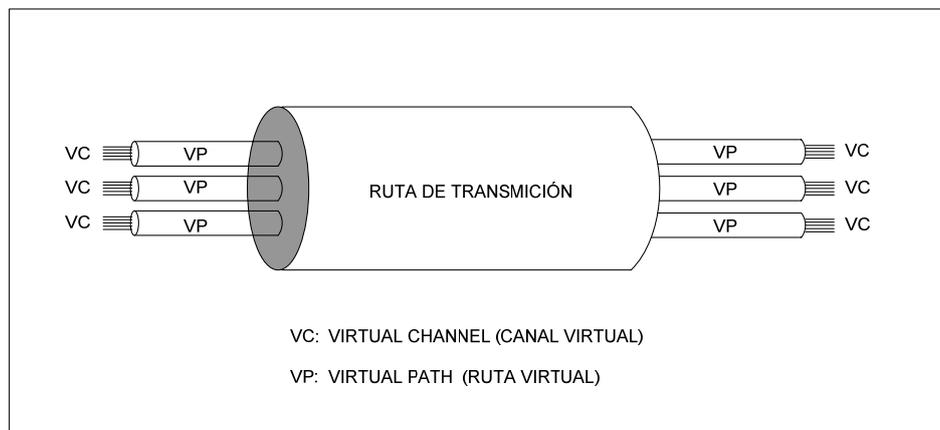


Figura 6.1. Ruta virtual y Canal virtual <sup>16</sup>

<sup>16</sup> [www.tesisenred.net/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-0803104-111324//05Jmd5de10.pdf](http://www.tesisenred.net/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0803104-111324//05Jmd5de10.pdf)

Para permitir el intercambio de datos entre el usuario final y el proveedor de servicios (ETAPA), los protocolos que se utilizan son:

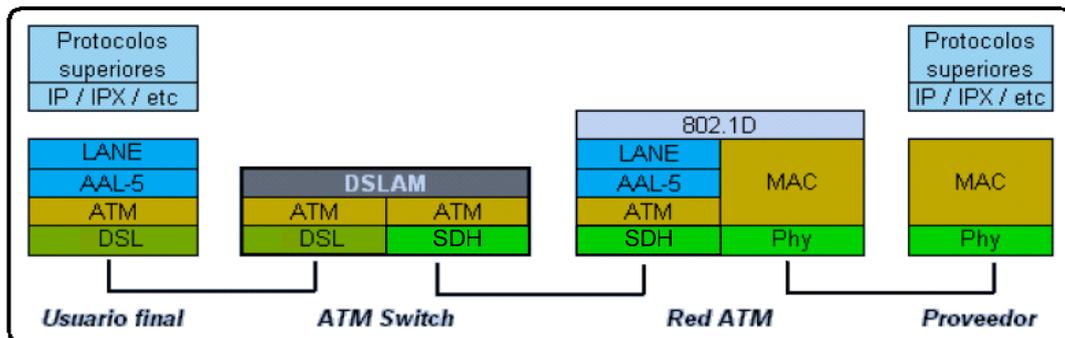


Figura 6.2. Protocolos para intercambio de datos <sup>17</sup>

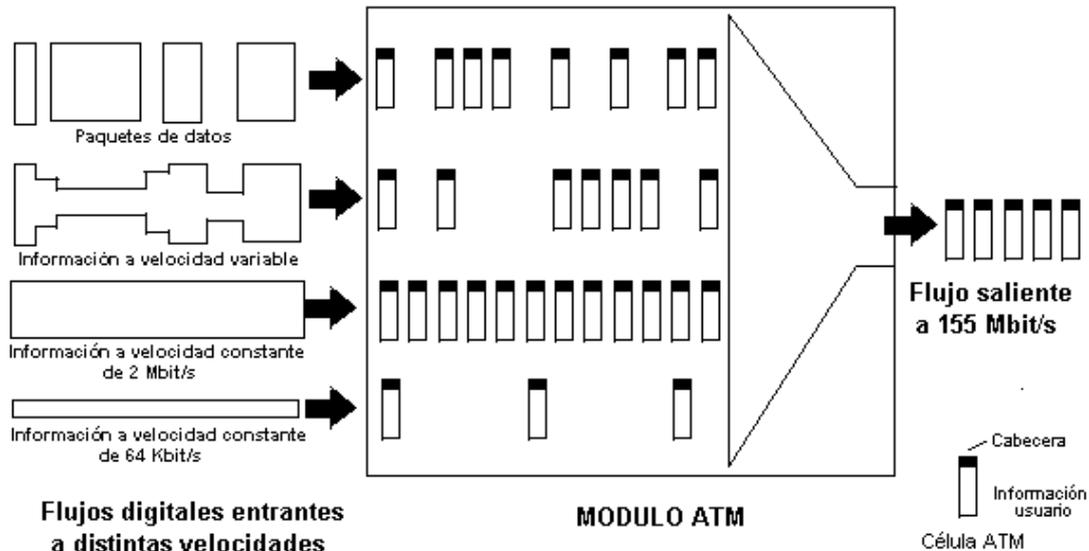
Como veremos más adelante, el DSLAM (DSL Access Multiplexer) es un nodo de acceso, concentra líneas de abonado, concentra los enlaces hacia la red WAN, en el modelo ATM es un conmutador de celdas con interfaces STM1/4 hacia la red WAN y DSL hacia el abonado.

### 6.1.1. ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) es un modo de transferencia asíncrono, es un protocolo de transporte de alta velocidad, sus implementaciones actuales son en la red local en compañías que requieren grandes anchos de banda (ATM es capaz de ofrecer servicios de hasta 155 Mbps) y en la red amplia como backbone de conmutación de las redes que lo requieren y que además tiene facilidad de conexión a redes de alta velocidad (Principalmente carriers y proveedores de servicio). Las características de ATM permiten el transporte de vídeo, voz y datos.

La información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados *canales virtuales* y *rutas virtuales*.

<sup>17</sup> Material de Ayuda - Curso de Graduación de Argentina, Marzo – Junio 2007

Figura 6.3. Diagrama simplificado del proceso ATM <sup>18</sup>

En la Figura 6.3 se ilustra la forma en que diferentes flujos de información, de características distintas en cuanto a velocidad y formato, son agrupados en el denominado *Módulo ATM* para ser transportados mediante grandes enlaces de transmisión a velocidades (bit rate) de 155 o 622 Mbit/s facilitados generalmente por sistemas SDH.

En el terminal transmisor, la información es escrita byte a byte en el campo de información de usuario de la celda y a continuación se le añade la cabecera.

En el extremo distante, el receptor extrae la información, también byte a byte, de las celdas entrantes y de acuerdo con la información de cabecera, la envía donde ésta le indique, pudiendo ser un equipo terminal u otro módulo ATM para ser encaminada a otro destino. En caso de haber más de un camino entre los puntos de origen y destino, no todas las celdas enviadas durante el tiempo de conexión de un usuario serán necesariamente encaminadas por la misma ruta, ya que en ATM todas las conexiones funcionan sobre una base virtual.

#### 6.1.1.1. Formato de las celdas ATM

Son estructuras de datos de 53 bytes compuestas por dos campos principales:

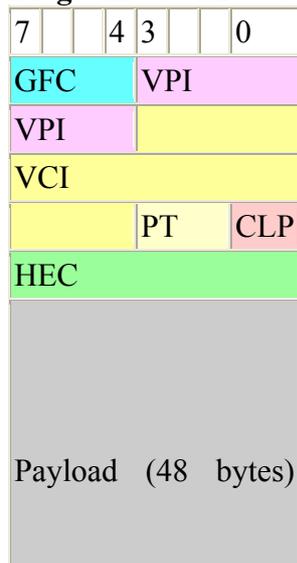
<sup>18</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode#Breve\\_historia\\_de\\_ATM](http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode#Breve_historia_de_ATM)

1. **Header**, sus 5 bytes tienen tres funciones principales: identificación del canal, información para la detección de errores y si la célula es o no utilizada. Eventualmente puede contener también corrección de errores, número de secuencia,...
2. **Payload**, tiene 48 bytes fundamentalmente con datos del usuario y protocolos AAL que también son considerados como datos del usuario.

Dos de los conceptos más significativos del ATM, Canales Virtuales y Rutas Virtuales, están materializados en dos identificadores en el header de cada célula (VCI y VPI) ambos determinan el routing entre nodos. El estándar define el protocolo orientado a conexión que las transmite y dos tipos de formato de celda:

- NNI (*Network to Network Interface* o interfaz red a red) El cual se refiere a la conexión de Switches ATM en redes privadas
- UNI (*User to Network Interface* o interfaz usuario a red) este se refiere a la conexión de un Switch ATM de una empresa pública o privada con un terminal ATM de un usuario normal, siendo este último el más utilizado.

**Diagrama de una celda UNI**



**Diagrama de una celda NNI**

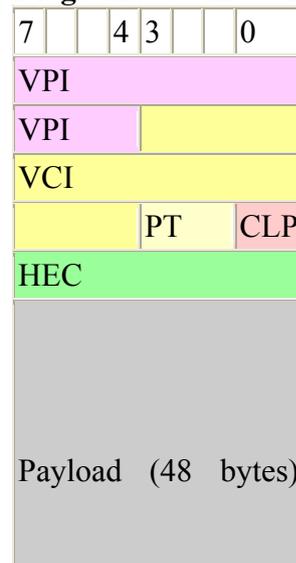


Figura 6.4. Diagrama de una celda ATM <sup>19</sup>

<sup>19</sup> [http:// es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode#Breve\\_historia\\_de\\_ATM](http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode#Breve_historia_de_ATM)

### **6.1.1.2. Campos**

- GFC (Control de Flujo Genérico, *Generic Flow Control*, 4 bits): El estándar originariamente reservó el campo GFC para labores de gestión de tráfico, pero en la práctica no es utilizado. Las celdas NNI lo emplean para extender el campo VPI a 12 bits.
- VPI (Identificador de Ruta Virtual, *Virtual Path Identifier*, 8 bits) y VCI (Identificador de Circuito Virtual, *Virtual Circuit Identifier*, 16 bits): Se utilizan para indicar la ruta de destino o final de la célula.
- PTI (Tipo de Información de Usuario, *Payload type*, 3 bits): identifica el tipo de datos de la célula (de datos del usuario o de control).
- CLP (Prioridad, *Cell Loss Priority*, 1 bit): Indica el nivel de prioridad de las células, si este bit está activo cuando la red ATM está congestionada la célula puede ser descartada.
- HEC (Corrección de Error de Cabecera, *Header Error Correction*, 8 bits): contiene un código de detección de error que sólo cubre la cabecera (no la información de usuario), y que permite detectar un buen número de errores múltiples y corregir errores simples.

### **6.1.1.3. Encaminamiento**

ATM ofrece un servicio orientado a conexión, en el cual no hay un desorden en la llegada de las células al destino. Esto lo hace gracias a los caminos o rutas virtuales (VP) y los canales o circuitos virtuales (VC). Los caminos y canales virtuales tienen el mismo significado que los Virtual Channel Connection (VCC) en X.25, que indica el camino fijo que debe seguir la célula. En el caso de ATM, los caminos virtuales (VP), son los caminos que siguen las células entre dos enrutadores ATM pero este camino puede tener varios canales virtuales (VC).

En el momento de establecer la comunicación con una calidad de servicio deseada y un destino, se busca el camino virtual que van a seguir todas las celdas. Este camino no cambia durante toda la comunicación, así que si se cae un nodo la comunicación se pierde. Durante la conexión se reservan los recursos necesarios para garantizarle durante toda la sesión la calidad del servicio al usuario.

Cuando una celda llega a un encaminador, éste le cambia el encabezado según la tabla que posee y lo envía al siguiente con un VPI y/o un VCI nuevo.

La ruta inicial de encaminamiento se obtiene, en la mayoría de los casos, a partir de tablas estáticas que residen en los conmutadores. También podemos encontrar tablas dinámicas que se configuran dependiendo del estado de la red al comienzo de la conexión; éste es uno de los puntos donde se ha dejado libertad para los fabricantes

### **6.1.2. SDH**

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) es una jerarquía digital síncrona, que es la jerarquía más idónea para la transmisión de datos.

STM-1 (SYNCRONOUS TRANSPORT MODULE-1)

<b>SEÑAL</b>	<b>TASA DE TRANSFERENCIA</b>
STM- 1	155,52 Mbps
STM1- 4	622,08 Mbps
STM1-16	2,5 GB/S
STM1-64	10 GB/S
STM1-256	40 GB/S

Una señal STM-1 está compuesta por 3 bloques principales que son:

- Payload
- SOH
- Ptr

- **PAYLOAD:** Esta área ocupa 2349 bytes, aquí viaja la información útil, ya sea de origen vocal o datos.
- **SECTION OVERHEAD (SOH):** Esta área sirve para transportar información relativa a:
  - Palabra de alineación de trama.
  - Información para supervisión de la señal.
  - Gestión de la red SDH.
  - Información de Performance.
  - Calidad de reloj con el cual viaja la señal STM-1.

Es el encabezamiento de sección, tiene 72 bytes.

- **PTR:** El puntero sirve para indicarle al equipo donde comienza la información útil.

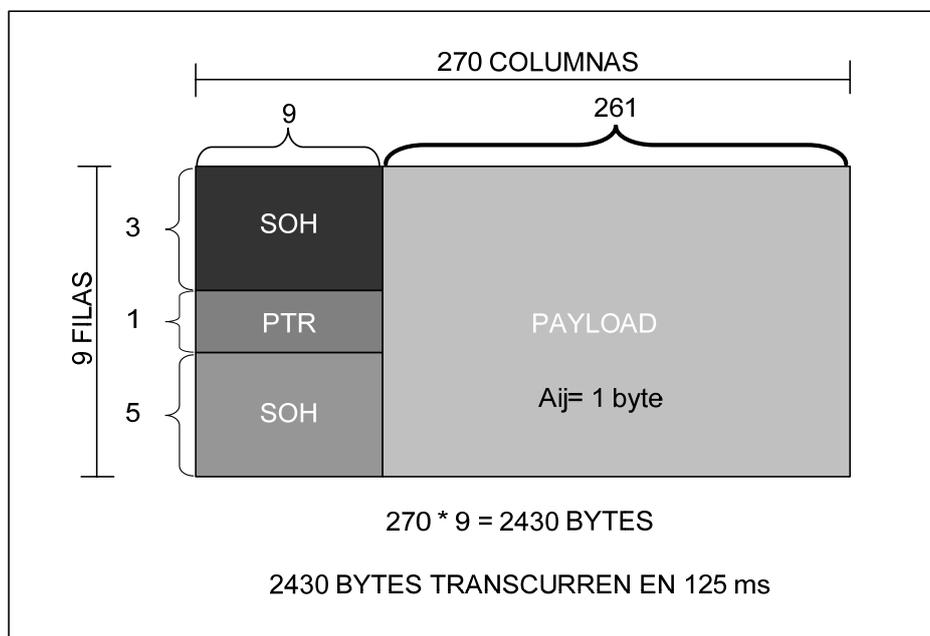


Figura 6.5. Trama SDH

## 6.2. Descripción de los equipos utilizados

Los equipos que se mencionan a continuación son utilizados para todas las tecnologías xDSL, y más adelante se detallan los módems de acuerdo a cada tecnología.

### 6.2.1. DSLAM

Las líneas xDSL necesitan una pareja de módems por cada usuario: uno en el domicilio del usuario (ATU-R) y otro (ATU-C) en la central local a la que llega el bucle de ese usuario.

Esto complica el despliegue de esta tecnología de acceso en las centrales. Para solucionar esto surgió el DSLAM ("Digital Subscriber Line Access Multiplexer"): este es un chasis que agrupa gran número de tarjetas, cada una de las cuales consta de varios módems ATU-C, y que además concentra el tráfico de todos los enlaces DSL hacia una red WAN.

La integración de varios ATU-Cs en un equipo es un factor fundamental que ha hecho posible el despliegue masivo de xDSL.

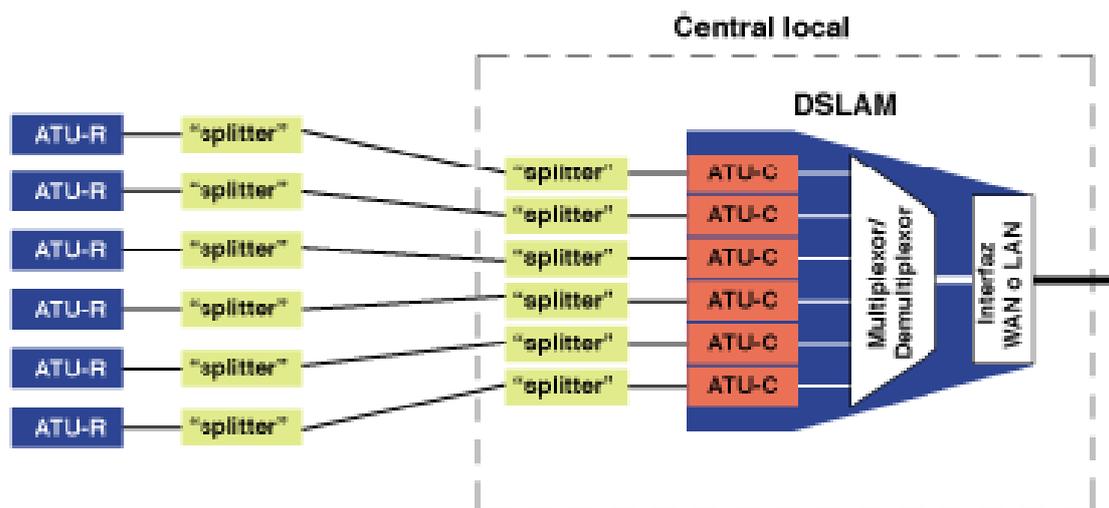


Figura 6.6. DSLAM<sup>20</sup>

<sup>20</sup> [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar) - tutorial de tecnología ADSL

### 6.2.2. Splitters

Este dispositivo no es más que un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo. La finalidad de estos filtros es la de separar las señales transmitidas por el bucle, las señales de baja frecuencia son de telefonía y las de de alta frecuencia son xDSL.

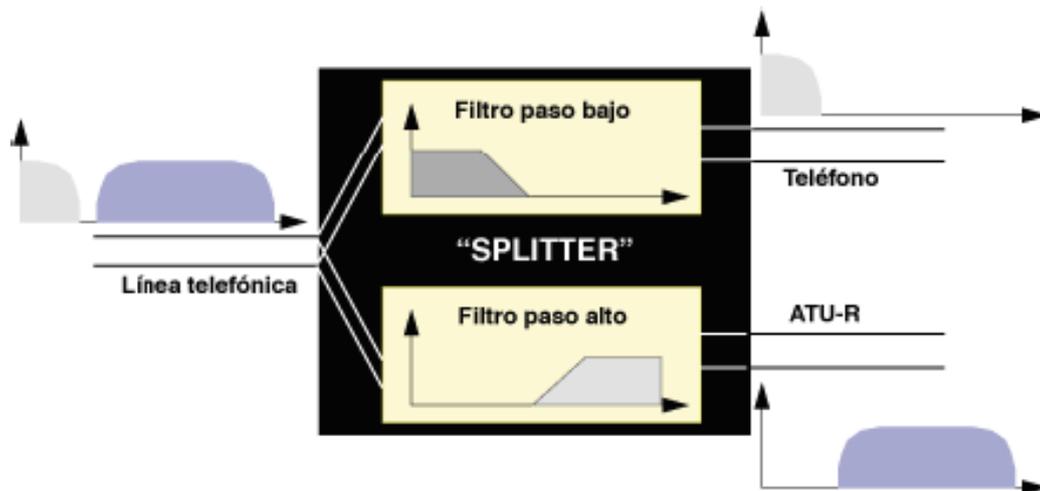


Figura 6.7. Splitter <sup>21</sup>

### 6.2.3. Módems

La primera generación de módems ADSL era capaz de transmitir sobre el bucle de abonado un caudal de información de 1,536 Kbps en sentido Red → Usuario (sentido "downstream" o descendente) y de 64 Kbps en sentido Usuario → Red (sentido "upstream" o ascendente). Y todo ello sin interferir para nada en la banda de frecuencias vocal (de 0 a 4KHz), la que se usa para las comunicaciones de voz.

<sup>21</sup> Material de Ayuda - Curso de Graduación de Argentina, Marzo – Junio 2007

### 6.2.3.1. MÓDEMS ADSL

- **SmartAX MT800 ADSL**



Figura 6.8. Módem Huawei SmartAX MT800

#### - Información básica

#### - Requerimientos del sistema

Para instalar y administrar el módem MT800 es necesario un computador equipado con una tarjeta de red Ethernet y un navegador web.

#### - Sistema operativo

El módem MT800 usa una interfase web-HTML, para poder administrar y configurar es necesario que el sistema operativo sea capaz de correr el software en el web browser.

#### - Web browser

El navegador que comunmente se puede utilizar para configurar el MT800 es Microsoft Internet Explorer® version 5.0, Netscape Navigator® version 4.7.

### **- Puerto ethernet**

El computador es conectado al módem MT800 a través del puerto Ethernet. Es necesario asegurarse que el computador tiene configurada la tarjeta de red y además habilitado el protocolo TCP/IP

### **- Información de la cuenta**

Para conexiones PPP es necesario un nombre de usuario y una clave del proveedor del servicio, esta información quedará almacenada en la memoria del MT800 o del computador dependiendo del tipo de conexión ADSL que tenga.

### **- Características**

- La velocidad de transmisión de datos es de 8 Mbps en descarga y de 896 Kbps en subida.
- Usa conector RJ-11 para conexión de línea ADSL.
- Usa conector RJ-45 para conexión Ethernet 10/100 base T
- Tiene una interfase gráfica de usuario amigable para configuración y administración.
- Es fácil de instalar y usar.

### **- Panel frontal**

En el panel frontal encontramos unos Leds que son indicadores que se pueden ver e interpretar fácilmente.

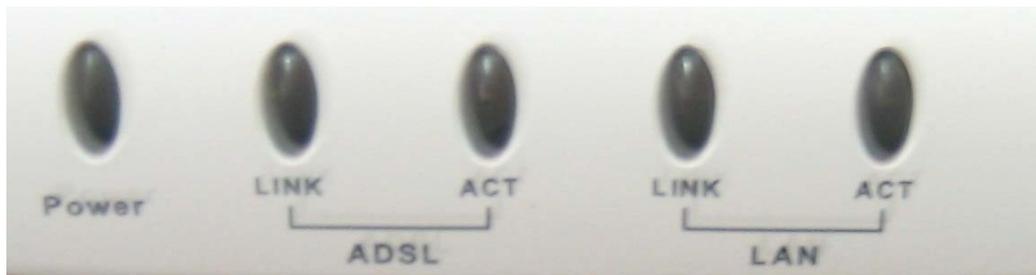


Figura 6.9. Panel frontal

**POWER:** Indica que el módem está prendido.

**ADSL Link:** Si el indicador está en verde significa que existe una conexión ADSL válida.

**ADSL Act:** Si el indicador está en verde significa que existe tráfico sobre la línea ADSL.

**LAN Link:** Si el estado del indicador es de color verde o naranja significa que existe una conexión LAN válida. Si la luz es verde, quiere decir que la velocidad de transferencia de datos es de 10Mbps; la luz naranja indica que la velocidad de transferencia de datos es de 100Mbps

**LAN Act:** Cuando la luz es verde indica que existe tráfico sobre Ethernet.

#### - Panel posterior



Figura 6.10. Panel posterior

En el panel posterior encontramos todas las conexiones de cables que deben hacerse al módem.

**ADSL:** Aquí se conectará el cable ADSL.

**ETHERNET:** En éste conectamos el cable de red desde el módem hacia el computador o hub.

**RESET:** Es el botón para resetear el módem y volver a una configuración inicial.

**POWER:** Botón para prender y apagar el módem.

**9V AC 1A:** Aquí se conecta el adaptador de corriente.

Este módem necesita un Splitter externo.



Figura 6.11. Splitter

**- Splitter**

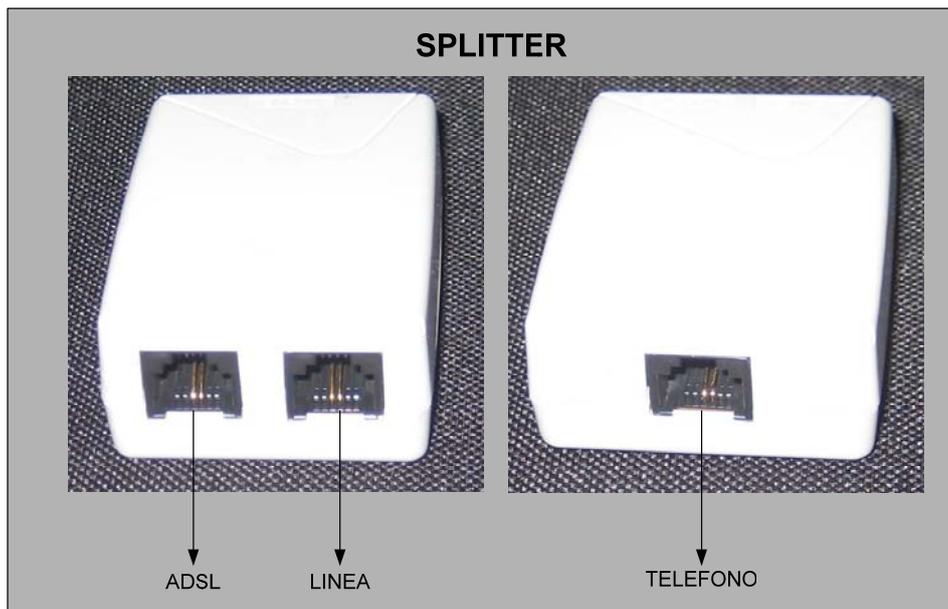


Figura 6.12. Splitter

**- Conexión del módem a la PC**

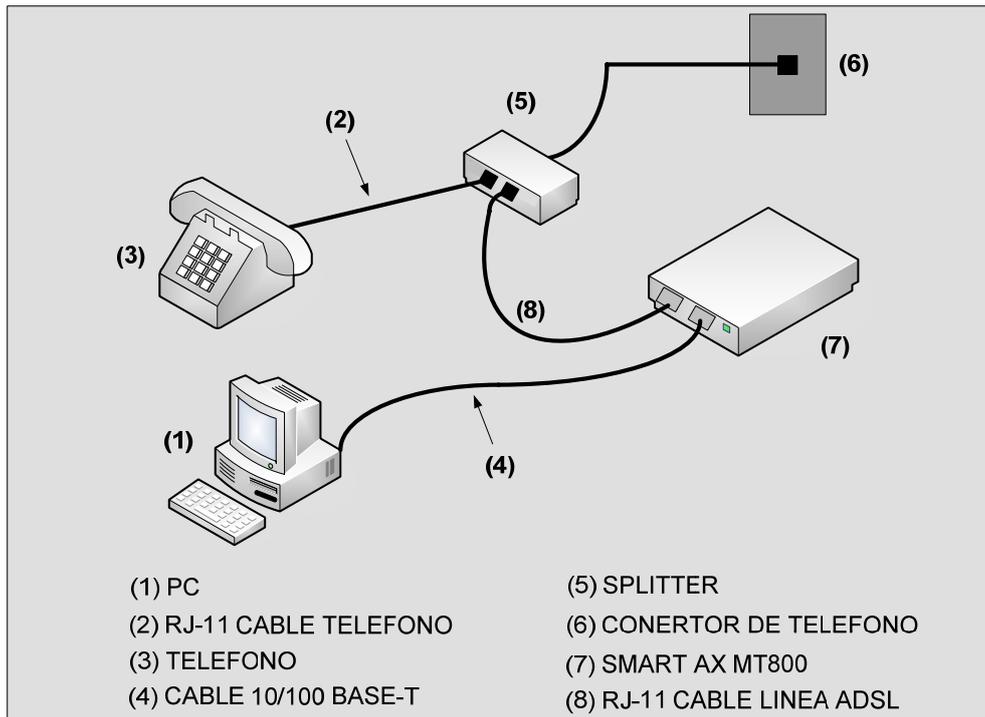


Figura 6.13. Conexión ADSL con un módem Huawei

• **Zoom ADSL X3**

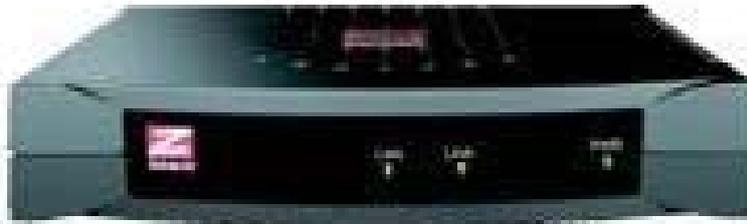


Figura 6.14. Módem Zoom ADSL X3

**- General**

**Tipo de dispositivo:** Encaminador

**- Conexión de redes**

**Tecnología de conectividad:** Cableado

**Protocolo de interconexión de datos:** Ethernet, ATM, Fast Ethernet

**Protocolo de direccionamiento:** RIP-1, RIP-2, direccionamiento IP estático

**Protocolo de gestión remota:** SNMP 2, HTTP

**Capacidad: Conexiones concurrentes:** 253

**Características:** Protección firewall, puerto DMZ, auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP, soporte de NAT, soporte para NAPT, Stateful Packet Inspection (SPI), prevención contra ataque de DoS (denegación de servicio), servidor DNS dinámico, pasarela VPN, filtrado de direcciones IP, actualizable por firmware

#### **- Comunicaciones**

**Tipo:** Módem DSL

**Protocolo de señalización digital:** ADSL, ADSL2, ADSL2+

**Velocidad máxima de transferencia:** 24 Mbps

#### **- Conectividad**

**Interfaces:**

- 1 x módem - ADSL - RJ-11 ( WAN )
- 1 x línea telefónica - RJ-11
- 1 x red - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45

#### **- Estándares ADSL**

Modulación y demodulación DMT

Módem adaptable de tasa completa

- Tasa descendente máxima de 24 Mbps
- Tasa ascendente máxima de 1024 Kpbs

Soporte para implementación ADSL sin Splitters externo

Inter-operable con todos los principales fabricantes de DSLAM

#### **- Protocolos ATM**

**Soporte en modo WAN:** PPP sobre ATM (RFC 2364) y PPP sobre Ethernet (RFC 2516)

**Soporte en modo LAN:** IP bridged/routed sobre ATM (RFC 1483) e IP Clásico sobre ATM (RFC 1577)

ATM Forum UNI 3.1/4.0 PVC  
Hasta ocho circuitos virtuales  
Segmentación y reensamble ATM  
ATM AAL-5 (capa de adaptación tipo 5)  
OAM F4/F5

**- Modo bridge**

Auto aprendizaje de Ethernet a ADSL – Bridge transparente (IEEE 802.1D)  
Soporta hasta 128 direcciones de aprendizaje MAC

**- Modo enrutador**

Enrutamiento Estático  
DNS Proxy  
Port Forwarding  
Servidor, cliente y relay DHCP (Protocolo de Configuración Anfitrión Dinámico)  
NAT (Traslado de Dirección de Red)  
NAPT (Traslado de Dirección de Red y de Puerto)  
RIP V1 y V2  
PPP Half Bridge  
DNS Dinámico  
Servidor Virtual / Soporte DMZ

**- Seguridad**

Firewall NAT (Traslado de Dirección de Red)  
Firewall SPI (Stateful Packet Inspection)  
Protección contra Negación del Servicio  
Protección contra Ataques  
Filtro de Servicios  
Pass trough de Red Privada Virtual  
Puerto de Control para Software y Juegos  
Autenticación de Usuario para PPP  
PAP (Protocolo de Autenticación de Contraseña)  
CHAP ( Protocolo de Autenticación por Challenge)  
Sistema de Administración Protegido por Contraseña

Listas Negras

Bloqueo de Protocolos

Filtro Bridge

#### **- Administración**

Acceso protegido por contraseña

SNMP Versión 2.0

Conexión y Uso Universal (UpnP)

Línea de Comando Local o Remota o interfase de configuración HTTP

Software de actualización del firmware mediante la interfase HTTP

Funciones para manejo de tráfico ATM que soportan UBR, CBR, rt-VBR,  
nrt-VBR de acuerdo con el foro TM 4.1 del TM

Instalación de carga desde un archivo para fácil ingreso de la configuración  
de un proveedor de servicio

#### **- Interfase ethernet**

Cumple con IEEE 802.3

BaseT 10/100 – RJ45 Autosensing

#### **- Web**

Interfase Gráfica de Usuario HTTP

Acceso protegido por contraseña

Actualizaciones del firmware

Estadísticas de conexión lateral WAN y LAN

Configuración de rutas estáticas y tabla de enrutamiento

Configuración de NAT/NAPT

Selección del modo bridge o router

Identificación y contraseña de Usuario PPP

Configuración de los circuitos virtuales

## - Panel frontal

### Indicadores de estatus



Figura 6.15. Panel frontal

**LINK:** Enlace – informa sobre la conexión a Internet

**LAN:** Actividad LAN – LAN

**PWR:** Encendido / apagado

## - Panel posterior

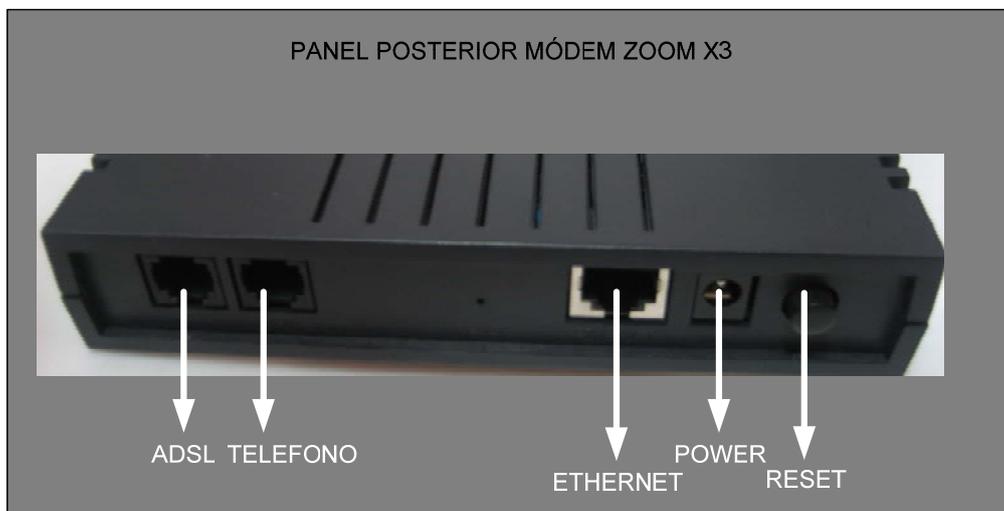


Figura 6.16. Panel posterior

**ADSL:** Aquí ingresa la línea ADSL.

**TELÉFONO:** Línea conectada al teléfono.

**ETHERNET:** Conexión del cable de red hacia el Hub, Switch, Router o PC.

**POWER:** Se conecta el adaptador de corriente.

**RESET:** Cuando se presiona vuelve a la configuración de fabrica.

A diferencia del Módem Huawei SmartAX MT800 que lleva un Splitter externo, el Módem Zoom ADSL X3 tiene dicho Splitter incorporado.

Este módem entrega velocidad de datos hasta de 24 Mbps sobre cableado telefónico existente y es adecuado para usar tanto en casa como en pequeñas oficinas. Es compatible con los protocolos ADSL más antiguos como también con los nuevos estándares ADSL 2/2+ para mayores velocidades de datos y distancias extendidas a las cuales se pueden entregar tasas altas de velocidad.

Una interfase Ethernet en el X3 provee la conexión a un computador que funciona con la mayoría de los sistemas operativos, también puede conectarse a un hub o a un Punto de Acceso inalámbrico para proporcionar acceso concurrente a Internet hasta para 253 computadores en red.

Las características de seguridad incluyen Traslado de Dirección de Red (NAT), e Inspección de Paquetes “Stateful” (SPI). El Firewall NAT previene que los computadores en la red de área local, reciban acceso no deseado a través de Internet. SPI evalúa el protocolo y paquete de direcciones que se están recibiendo para determinar si la información se debe pasar a través del Firewall a los computadores conectados. SPI y NAT protegen contra virus de Internet y ataques por Negación de Servicio, algunas de las formas más comunes de intrusión maliciosa desde Internet.

La instalación es fácil usando cualquier navegador Web autorizado para computador local o remoto, así como la interfase intuitiva gráfica de usuario. La opción de configuración automática establece el protocolo y la encapsulación usada por el servicio ADSL. El SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red) esta soportado para mantenimiento a control remoto por parte de los administradores de red.

### - Conexión del módem a la PC

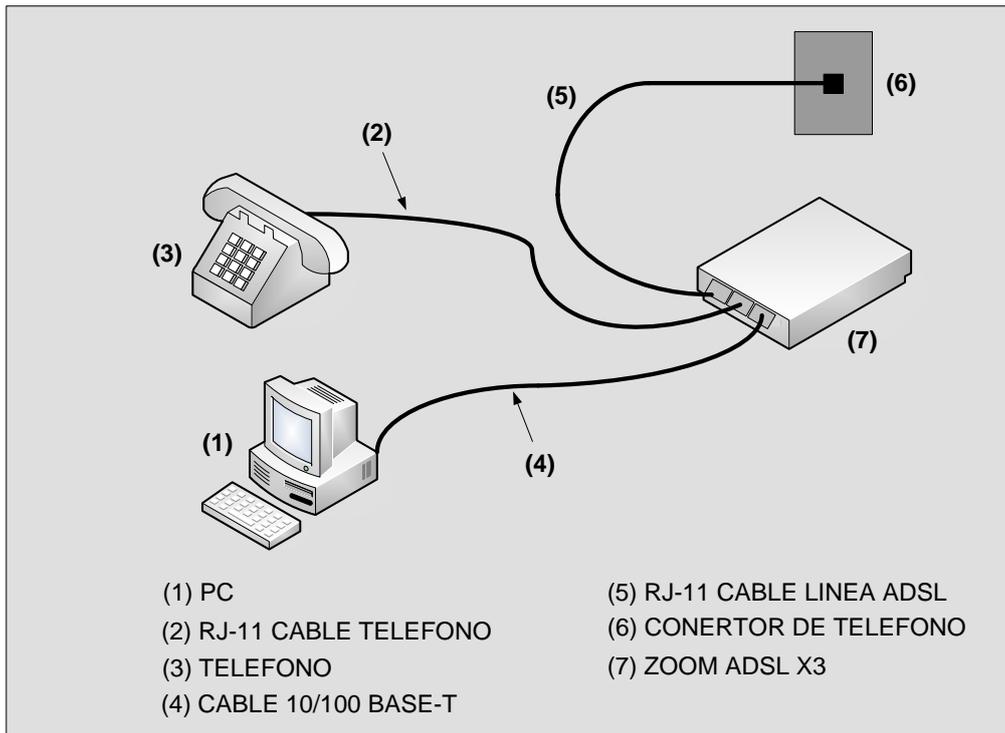


Figura 6.17. Conexión ADSL con un módem Zoom

### 6.2.3.2. MÓDEM VDSL

- SmartAX MT900 VDSL



Figura 6.18. Módem Huawei SmatrAX MT900 VDSL

### **- Información básica**

### **- Requerimientos del sistema**

Para instalar y administrar el módem MT900 es necesario un computador equipado con una tarjeta de red Ethernet y un navegador web.

### **- Sistema operativo**

El modem MT800 usa una interface web-HTML, para poder administrar y configurar es necesario que el sistema operativo sea capaz de correr el software en el web browser.

### **- Web browser**

El navegador que comúnmente se puede utilizar para configurar el MT900 es Microsoft Internet Explorer® version 5.0, Netscape Navigator® version 4.7.

### **- Puerto ethernet**

El computador es conectado al módem MT900 a través del puerto Ethernet. Es necesario asegurarse que el computador tiene configurada la tarjeta de red y además habilitado el protocolo TCP/IP

### **- Información de la cuenta**

Para conexiones PPP es necesario un nombre de usuario y una clave del proveedor del servicio, esta información quedará almacenada en la memoria del MT900 o del computador dependiendo del tipo de conexión ADSL que tenga.

### **- Características**

- Soporta una velocidad de transmisión de datos es de 512kbps a 15Mbps en descarga y de 896 Kbps en subida.
- Usa conector RJ-11 para conexión de línea VDSL.

- Usa conector RJ-45 para conexión Ethernet 10/100 base T
- Tiene una interfase gráfica de usuario amigable para configuración y administración.
- Es fácil de instalar y usar.

#### **- Panel frontal**

En el panel frontal encontramos unos Leds que son indicadores que se pueden ver e interpretar fácilmente.

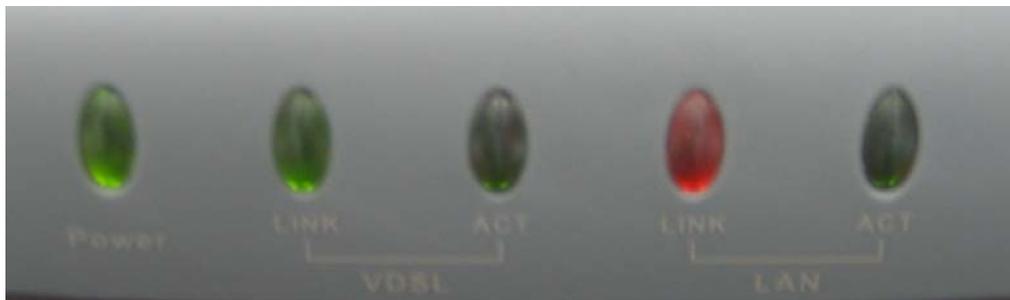


Figura 6.19. Panel frontal

**POWER:** Indica que el módem está prendido cuando la luz es verde.

**VDSL Link:** Si el indicador está en verde significa que existe una conexión VDSL válida.

**VDSL Act:** Si el indicador está en verde significa que existe tráfico sobre la línea VDSL.

**LAN Link:** Si el indicador esta prendido de color verde o naranja significa que existe una conexión LAN válida. Si la luz es verde, quiere decir que la velocidad de transferencia de datos es de 10Mbps; la luz naranja indica que la velocidad de transferencia de datos es de 100Mbps

**LAN Act:** Cuando la luz es verde indica que existe tráfico sobre la conexión LAN.

### - Panel posterior



Figura 6.20. Panel posterior

En el panel posterior encontramos todas las conexiones de cables que deben hacerse al módem.

**VDSL:** Puerto VDSL, conexión al Splitter.

**ETHERNET:** En éste conectamos el cable de red desde el módem hacia el computador.

**RESET:** Es el botón para resetear el módem y volver a una configuración de fábrica.

**POWER:** Botón para prender y apagar el módem.

**9V AC 1A:** Aquí se conecta el adaptador de corriente.

### - Splitter

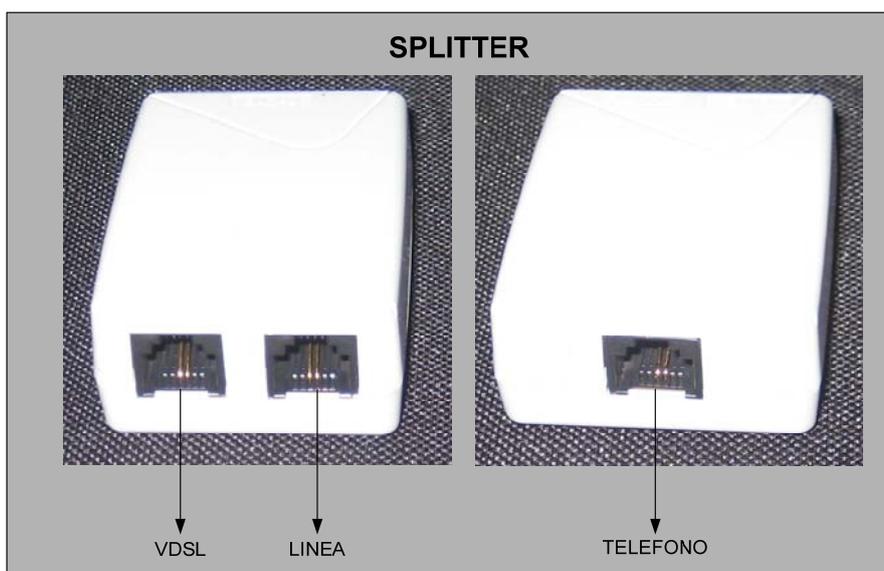


Figura 6.21. Splitter

### - Conexión del módem a la PC

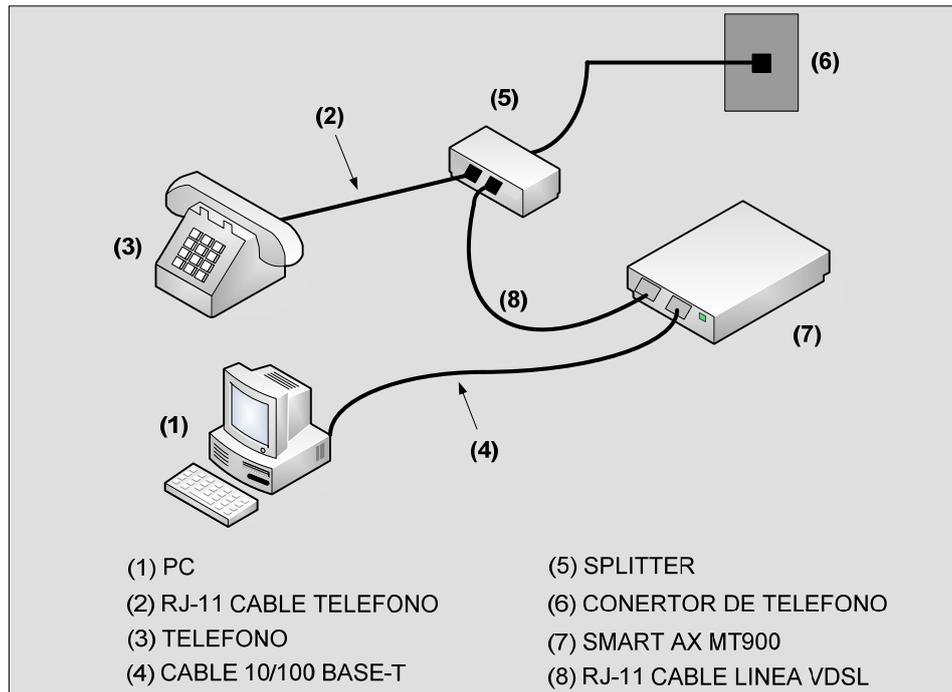


Figura 6.22. Conexión VDSL con un módem Huawei

### 6.2.3.3. MÓDEM HDSL

- **RAD LA-110 Link Access**



Figura 6.23. Módem RAD LA-110 Link Access

Este es un dispositivo de acceso integrado con ATM, eso proporciona conectividad con redes ATM sobre líneas xDSL. Este módem permite a los proveedores de servicio (ETAPA) ofrecer conexiones de datos, LAN y WAN a pequeños y medianos negocios.

Este dispositivo está provisto con:

- Un puerto de datos
- Un puerto 10/100 BaseT (Ethernet LAN)
- Un puerto para conexión SHDSL
- Un puerto de control

#### **- Características**

- Cumple con los estándares para SHDSL como ITU-T G.991.2 y ETSI 101524
- Tiene una tasa de transmisión de datos de subida de 2.3 Mbps con 2 líneas y 4.6 Mbps con 4 líneas.
- Su distancia se extiende a 10 Km.
- Tiene un desempeño fiable sobre líneas con mala calidad o mucho ruido.

#### **- Panel frontal**



Figura 6.24. Panel frontal

**PWR:** Indica si el equipo se encuentra prendido o apagado.

**WAN:** Muestra si el dispositivo tiene conexión a la red WAN.

**LAN:** Señala si el dispositivo tiene conexión a una red LAN.

## - Panel posterior



Figura 6.25. Panel posterior

**POWER:** Aquí se conecta el cable de alimentación de corriente.

**DATA:** Este puerto permite la transmisión de datos cuando la conexión así lo requiere.

**LAN:** Se conecta el cable de red con conector RJ-45 hacia el Hub, Switch, Router o PC.

**SHDSL:** De este puerto solo se utilizan los pines 4 y 5 que son donde se conecta la línea HDSL.

**CONTROL:** Mediante este puerto se realiza la configuración del módem conectándose a la PC.

## 6.3. Configuración de líneas xDSL en ETAPANET

### 6.3.1. Configuración de un ADSL, SDSL y VDSL:

Para realizar la activación de un cliente con servicio ADSL es necesario seguir estos pasos:

1) Se configura primeramente la conexión del módem al DSLAM.

Es decir colocando la VPI y VCI para establecer conexión (a que tarjeta y puerto).

2) Se orienta a donde va la conexión; para esto se coloca la VPI y VCI para ATM.

3) Después se establece el ruteo con direcciones públicas, configuraciones de IP

Estática (en el caso de un cliente corporativo) y  
Dinámica (en el caso de un cliente residencial).

Esto se lo realiza para salir a través del router de borde (el que tiene el ISP) para salida al Internet.

### **6.3.2. Configuración de un GHDSL:**

Para realizar la activación de un cliente con servicio GHDSL es necesario seguir estos pasos:

1) Se configura primeramente la conexión del módem al DSLAM.

Es decir colocando la VPI y VCI para establecer conexión ( a que tarjeta y puerto).

2) Se orienta a donde va la conexión; para esto se coloca la VPI y VCI para ATM.

3) Después se establece el ruteo con direcciones públicas, configuraciones de IP

Estática (en el caso de un cliente corporativo) y  
Dinámica (en el caso de un cliente residencial).

Esto se lo realiza para salir a través del router de borde (el que tiene el ISP) para salida al Internet.

4) Luego en el equipo del cliente se tendrá que configurar el módem RAD. Esto se hace por medio de la consola, estableciendo el tipo de conexión de entrada y salida.

Bridge – Si se quiere que el próximo equipo sea el que autentique la IP.

Routing – Para hacer que el propio equipo RAD sea el que autentique la IP

## **6.4. Equipos que utiliza ETAPANET para brindar los servicios xDSL**

### **6.4.1. DSLAM HUAWEI MA5100**



Figura 6.26. DSLAM Huawei MA5100

Cada tarjeta en el DSLAM contiene 32 abonados



Figura 6.27. Tarjetas que contiene DSLAM

**ADLE:** Para ADSL 1

**ADSE:** Para ADSL 2+

**LAND:** Gestión directa de equipos

**MMXC:** Tienen redundancia

#### 6.4.2. BRAS HUAWEI MA 5200, PACKETEER, ANTI SPAM, FIREWALL y REGLETAS



Figura 6.28. BRAS Huawei MA 5200

Aquí se encuentra el **PACKETEER**, equipo que tiene como función administrar el tráfico.



Figura 6.29. PACKETEER

## El ANTI SPAM y FIREWALL



Figura 6.30. ANTI SPAM y FIREWALL BARRACUDA

Para tener un servicio xDSL se debe conectar un cable a una **REGLETA DE LÍNEA**, aquí existen 2 regletas por cada puerto o tarjeta, la una es de entrada y la otra de salida, en el caso de los clientes que tienen el servicio de Internet y la línea telefónica por el mismo par de cobre entra por el puerto PSTN (Public Switched Telephone Network) de la tarjeta, aquí ingresa internamente a un splitter la línea de teléfono para combinarse con la línea de datos o ADSL y salir a la regleta de red primaria.

En el caso de los clientes que tienen servicio de Internet o datos sin línea telefónica sale dicha línea directamente por el puerto LINE de la regleta de línea hacia la regleta de red primaria, la regleta de línea es conocida dentro de la empresa como “**Espejo**”.



Figura 6.30. Vista frontal de la regleta de línea

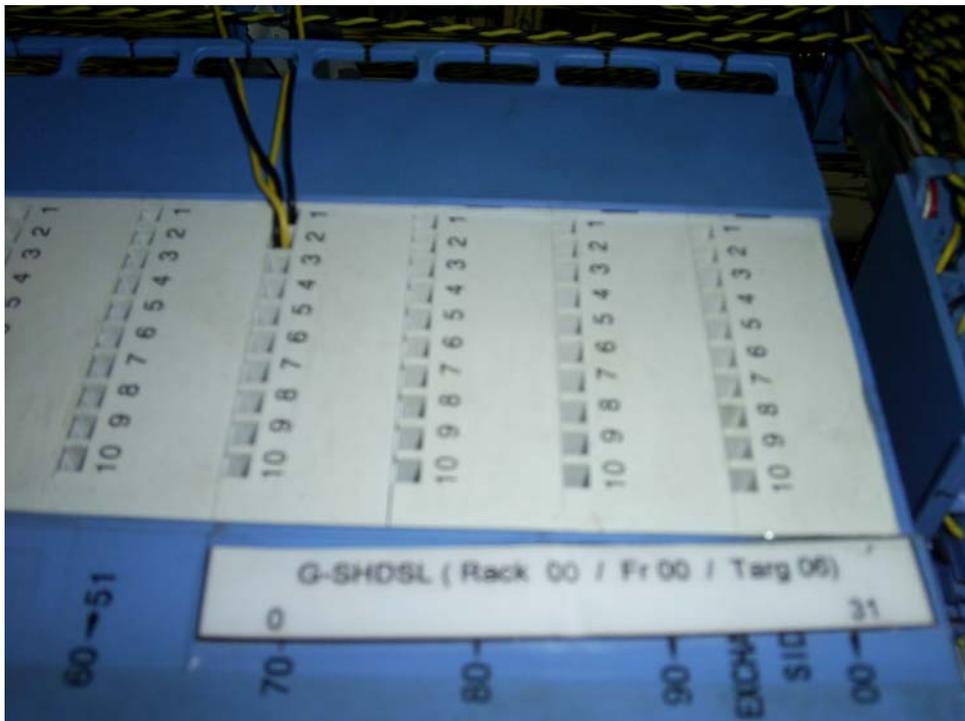


Figura 6.31. Vista superior de la regleta de línea

Una vez que sale el cable de la regleta de línea se conecta en la **REGLETA DE RED PRIMARIA**, de dicha regleta sale a los armarios de distribución y pasa a la red secundaria. Mediante esta red se transportan a las caja de dispersión y de estas a las acometidas (también conocidas como de tercera línea) y llega hasta el módem donde los clientes.

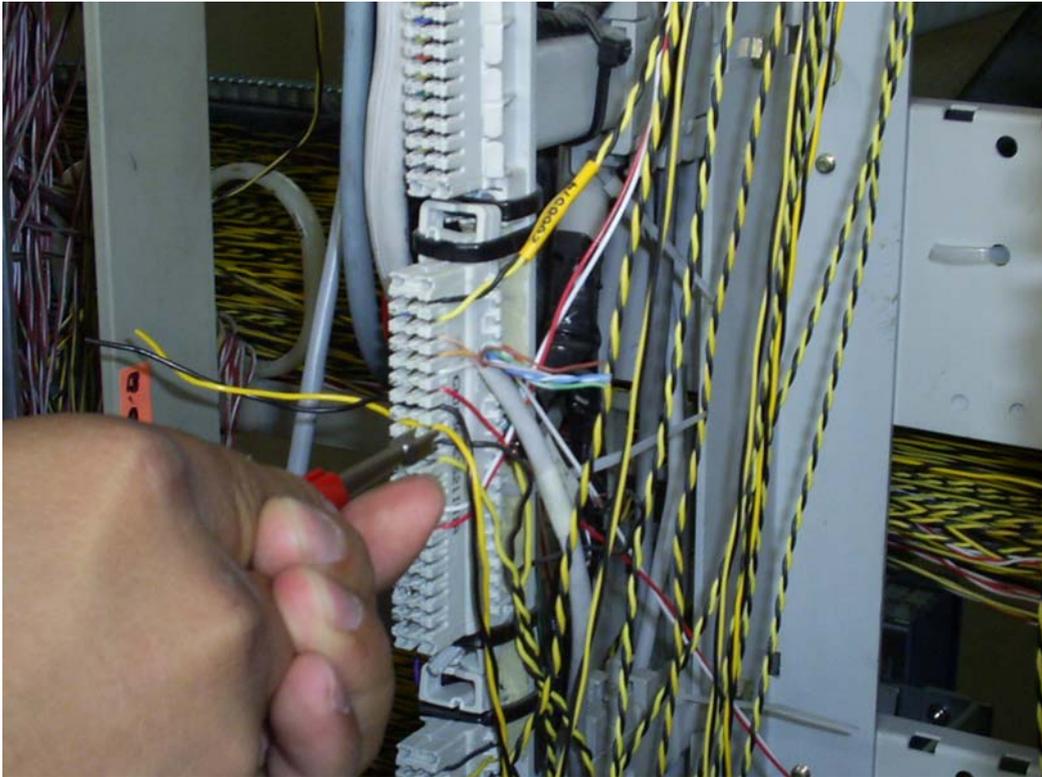


Figura 6.32. Regleta de red primaria

## 6.5. Equipos de medición

### 6.5.1. SUMSET MTT

Es un equipo medidor de líneas ADSL. Este equipo mide parámetros como:

- Ruido
- Distancia
- Defectos en la línea



Figura 6.33. Equipo de medición SUMSET MTT

- **Pantalla principal:**

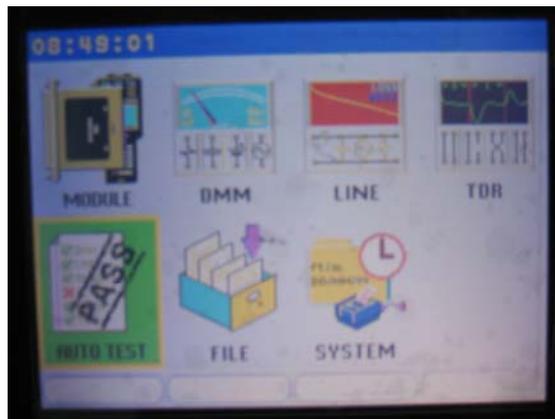


Figura 6.34. Pantalla principal del equipo SUMSET MTT

- Pantallas durante pruebas en progreso:

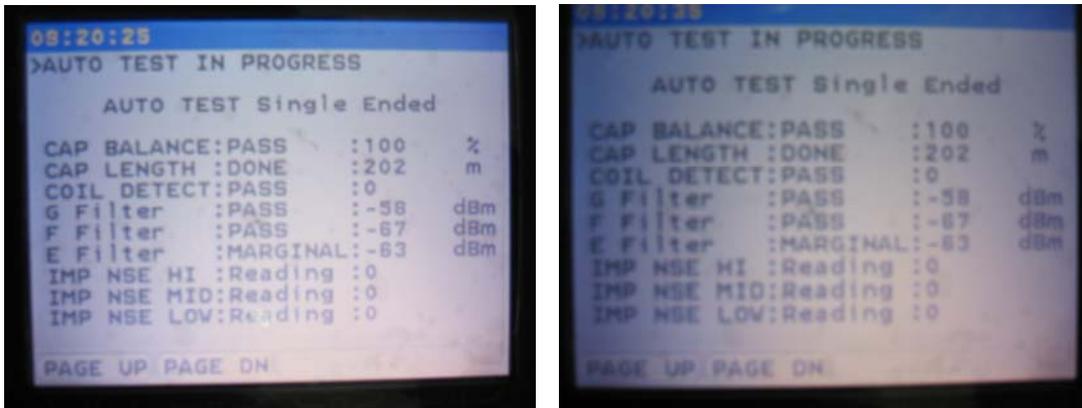


Figura 6.35. Pantallas durante pruebas en progreso

- Pantallas de resultados de pruebas:

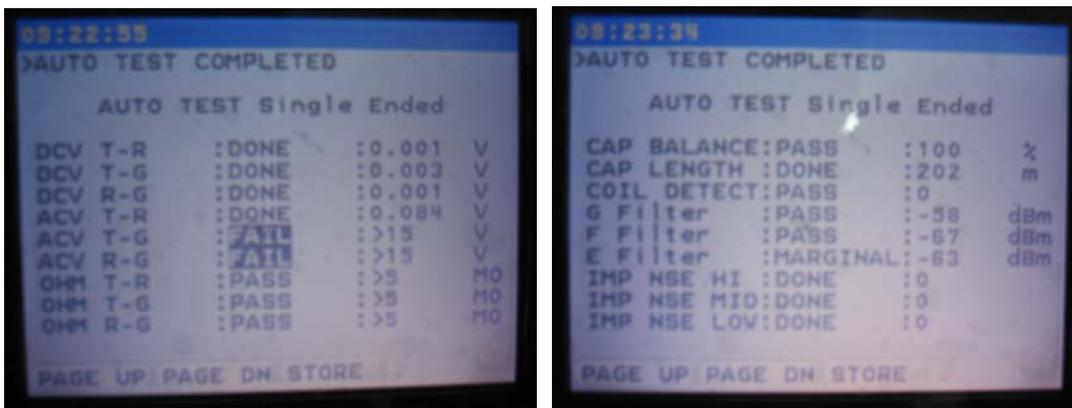


Figura 6.36. Pantallas de resultados de pruebas

Para que una línea pueda superar estas pruebas y sea considerada como válida ETAPA verificará que esta sea igual a -52 dbm

Con este equipo es posible simular un módem colocando uno en cada extremo de la línea.

### 6.5.2. AURORA PRESTO

Es un equipo medidor de líneas ADSL; a diferencia del equipo SUMSETT este se coloca solo en un extremo de la línea. Generalmente es usado para pruebas con abonados corporativos que se transmiten por una E1 (2048).

Mide parámetros como:

- Velocidad de subida y bajada.
- Estado de la línea.
- Dirección Mac.
- TDR (distancia).
- DSL
- ATM
- Capa PPP
- Ping
- DMM



Figura 6.37. Equipo de medición AURORA PRESTO

### 6.5.3. FLUKE 189

Mide parámetros de capacitancia, ruido, distancia, es necesario que se mida en la 2 polaridades para verificar que el resultado es correcto.



Figura 6.38. Equipo de medición FLUKE 189

La siguiente pantalla corresponde al administrador de la red de ETAPA

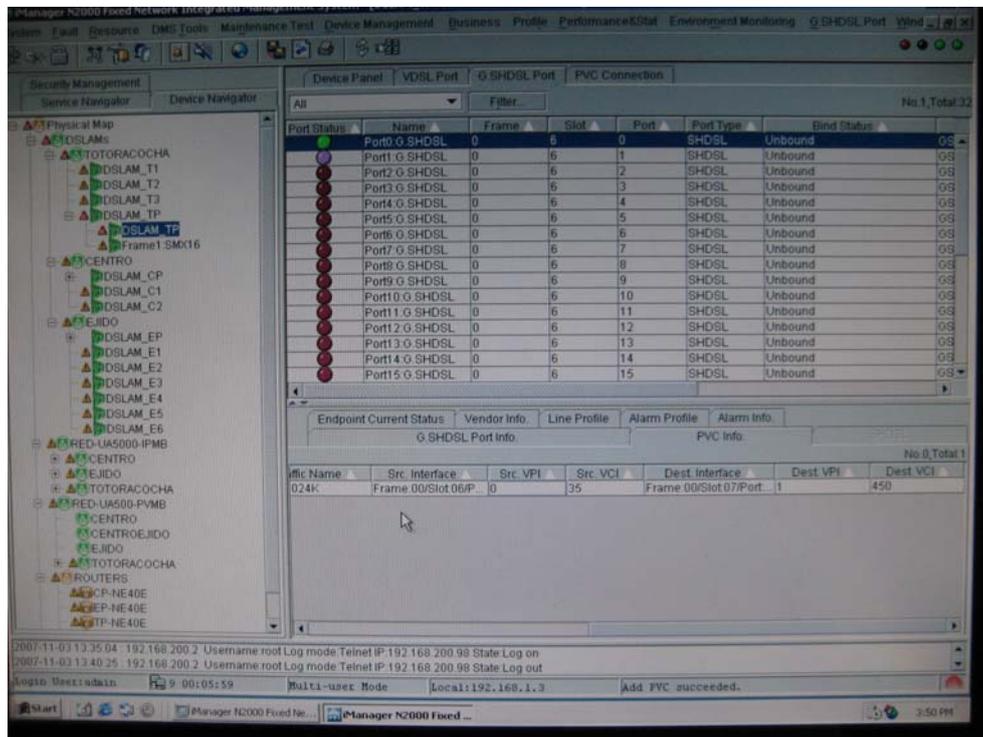


Figura 6.39. Pantalla del administrador de la red de ETAPA

### 6.6. Camino de un enlace xDSL para salir al Internet

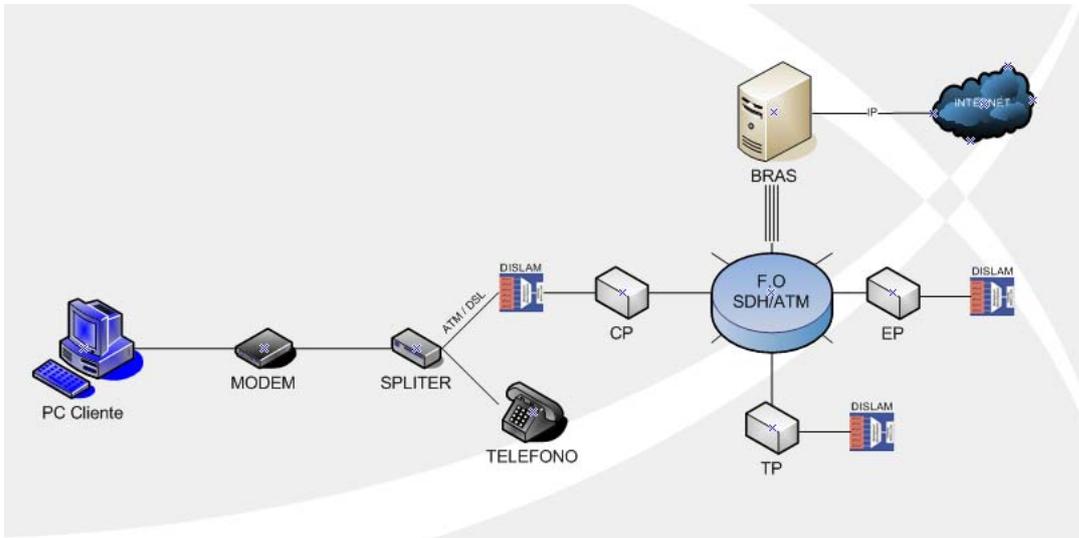


Figura 6.40. Enlace xDSL para salir al Internet

### 6.7. Camino de un enlace de datos para comunicar 2 abonados

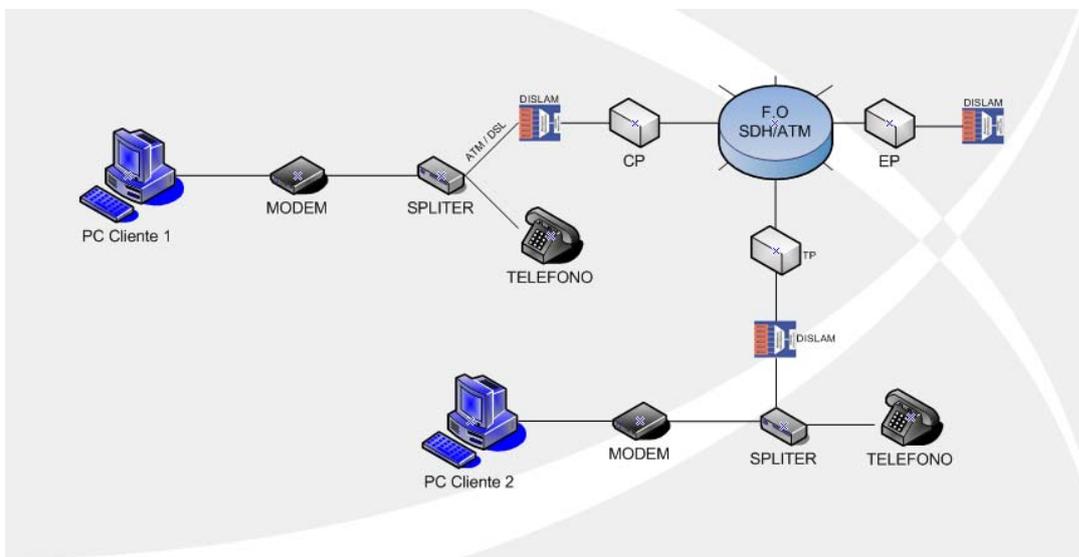


Figura 6.41. Enlace de datos para comunicar 2 abonados

## **6.8. Análisis de las pruebas realizadas**

Las pruebas realizadas en ETAPA fueron establecidas y coordinadas con el Ing. Juan Pablo León con quien luego de algunas reuniones se estableció el alcance del estudio.

Para que sea posible el iniciar las pruebas fue necesario trasladarse al Centro de Gestión de la Central Telefónica Totoracocha en donde se realizó el estudio de las tecnologías xDSL.

El personal que labora en el centro de gestión, facilitó los equipos y la información necesaria de los clientes que luego fueron visitados.

Además en éste centro de gestión se pudo probar líneas GHDSL y VDSL.



Figura 6.42. Central Telefónica



Figura 6.43. Centro de Gestión

Las pruebas realizadas con los equipos de medición fueron efectuadas en la Central Telefónica de Ejido.

En primer lugar se comenzó con clientes con servicio ADSL, con los cuales se establecía telefónicamente una cita para realizar dichas pruebas.

Cabe anotar que en un principio las primeras pruebas realizadas con los clientes se realizaron con el envío de 800 paquetes y descargas de archivos de 20Mb, por lo que las pruebas demandaban un poco mas de 1 hora por cada cliente, lo que hizo un poco difícil el cumplimiento de éstas ya que se volvía muy incómodo para los clientes atender nuestros requerimientos por un periodo tan largo de tiempo. Es por ésta razón que se resolvió disminuir los paquetes a 400 y los archivos para descargas y subidas a un servidor de la empresa a un tamaño de no más de 3Mb, de tal forma que los clientes pudieran colaborar con la tarea sin mayores inconvenientes.

Etapa sugirió que estas pruebas se realizaran como muestra para ADSL a 10 clientes por cada uno de los nodos con los que brinda el servicio de banda ancha en la Ciudad de Cuenca; los cuales en total son 12 nodos: CP, C1, C2, EP, E1, E2, E4, E5, E6, TP, T1, T2. Estos clientes eran escogidos por nodo y de forma aleatoria.

### 6.9. Oferta de servicios de banda ancha que brinda ETAPANET

	<b>RESIDENCIAL</b>	<b>CORPORATIVO 1</b>	<b>CORPORATIVO 2</b>	<b>PREMIUM</b>
<b>Ancho de Banda en kbps</b>	128	64	128	64
	256	128	192	128
	512	192	256	192
		256	384	256
		384	512	384
		512		512
		768		768
		1024		1024
		2048		2048
<b>Compresión</b>	10 a 1 = 10%	2 a 1 = 50%	4 a 1 = 25%	1 a 1 = 100%

Cuadro 6.44. Oferta de servicios de banda ancha que brinda ETAPANET

**Compresión:** Es el nivel mínimo de garantía del canal que ofrece la empresa ETAPANET a los usuarios.

## 6.10. Análisis de resultados

El cuadro de los datos resultantes de las pruebas se presentan en el Anexo 2.

- Pruebas de ADSL

### NODO CP

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO IMPORTANTE DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD LENTA PERO DENTRO DE LOS NIVELES GARANTIZADOS POR LA EMPRESA

### NODO C1

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO IMPORTANTE DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD LENTA PERO DENTRO DE LOS NIVELES GARANTIZADOS POR LA EMPRESA

### NODO C2

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA EN LA MAYORÍA DE LOS ABONADOS VISITADOS

**NODO EP**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO E1**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO E2**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO IMPORTANTE DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO E4**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO IMPORTANTE DE PAQUETES PERDIDOS EN UN PAR DE ABONADOS CORPORATIVOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO E5**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS EN UN PAR DE ABONADOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO E6**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO TP**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	PRESENTA UN NÚMERO PEQUEÑO DE PAQUETES PERDIDOS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**NODO T1**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

## **NODO T2**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

- Pruebas de VDSL

### **VDSL - Residencial**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

### **VDSL - Corporativo**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

- Pruebas de GHDSL

### **GHDSL - Residencial**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

**GHDSL - Corporativo**

<b>GATEWAY</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>RED ETAPA</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>SERVICIO DE INTERNET</b>	NO PRESENTA PROBLEMAS
<b>DESCARGA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE DESCARGA
<b>SUBIDA</b>	VELOCIDAD NORMAL DE SUBIDA

De acuerdo a lo investigado y a las pruebas realizadas podemos hacer una comparación entre las tecnologías DSL estudiadas.

- **Comparación entre tecnologías xDSL**

		<b>ADSL</b>	<b>VDSL</b>	<b>HDSL</b>
<b>Modo</b>		Asimétrico	Simétrico	Simétrico
<b>Distancia</b>		4,7 Km	300 - 1500 mts	3 - 4 Km
<b>Ancho de Banda Soportado</b>	<b>Subida</b>	640 Kbps	1,5 - 3 Mbps	1,544 (con 1 par) y 2,048 (con 2 pares) Mbps
	<b>Bajada</b>	2 Mbps	13 - 52 Mbps	1,544 (con 1 par) y 2,048 (con 2 pares) Mbps
<b>Coste</b>		Bajo	Medio	Alto
<b>Aplicación en Nuestro Medio</b>		Para acceso a Internet	Para transmisión de datos en distancias cortas	En gran mayoría para transmisión de datos a mayor distancia
<b>Comparte el Uso del Teléfono</b>		Si	Si	No
<b>Requiere Filtro</b>		Si	Si	No

Cuadro 6.45. Comparación entre tecnologías xDSL

## **CONCLUSIONES**

Luego de haber realizado pruebas a diferentes clientes de ETAPANET con servicio ADSL y con contratos residenciales y corporativos de distintas velocidades, se ha podido notar claramente que en su mayoría funciona con normalidad a excepción de uno o dos lugares por cada nodo visitado y el funcionamiento que presenta inconvenientes en éstos pocos clientes se presenta generalmente en horas de mucho tráfico en la red.

Es importante mencionar que en la mayoría de lugares donde existen problemas, son ocasionados por inconvenientes en las redes internas de los clientes de lo cual ETAPANET no presta servicios.

En otros casos los problemas se dan por el mal mantenimiento de los clientes con el equipo o PC que está conectado al Internet, los cuales están llenos de virus y afectan la conexión.

Cabe indicar que ETAPANET ofrece velocidades ADSL de 128, 192, 256, 384, 512, 768 y 1024 kbps, pero la mayoría de clientes contrata el servicio de 128 kbps por el menor costo antes que por la velocidad de transmisión, sacrificando la calidad de servicio.

## **RECOMENDACIONES**

Después de haber mantenido entrevistas con varios clientes se pudo percibir que la mayoría reclamó que las inspecciones y revisiones, no son atendidas oportunamente por la empresa. Razón por la cual se recomienda tener en cuenta estas observaciones y tratar de solucionar los inconvenientes en el menor tiempo posible.

Se recomienda también, que al momento de realizar los contratos con los clientes, se les explique claramente el nivel de compresión en la transferencia de datos que van a tener en su conexión, ya que en la mayoría de casos, los clientes manifiestan que la carga y descarga de información es muy lenta, pero esta velocidad de transmisión estaba dentro de los niveles ofertados en el contrato por parte de ETAPANET.

## **GLOSARIO**

<b>2B1Q</b>	2 Binario, 1 Cuaternario. Esquema de codificación que proporciona una velocidad de transferencia de 160Kbps.
<b>ADSL</b>	Assimetric Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital Asimétrica). Una de las diversas tecnologías xDSL, entrega mayor ancho de banda descendente que ascendente.
<b>ATENUACIÓN</b>	Disminución de Intensidad de la señal.
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncronico)
<b>ATU-C</b>	ADSL Terminal Unit - Central (Unidad Central Terminal ADSL.)
<b>ATU-R</b>	ADSL Terminal Unit - Remote (Unidad Remota Terminal ADSL.)
<b>AWG</b>	American Wire Gage (Galga Americana para medir el calibre de los conductores)
<b>BIT RATE</b>	Tasa de Transferencia.
<b>BUCLE DE ABONADO</b>	Conexión de un usuario a la central por medio del par de cobre.
<b>CAP</b>	Carrierless Amplitude - Phase (Fase de Amplitud sin portadora.)
<b>CLP</b>	Cell Loss Priority (Nivel de Prioridad de Célula).
<b>CPE</b>	Equipo en las Premisas del Cliente.
<b>CROSSTALK</b>	Interferencia en la señal.
<b>DLC</b>	Portadora de Bucle Digital.
<b>DMT</b>	Discrete MultiTone (Modulación Discreta - Multitono).
<b>DSL</b>	Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital) – Tecnología de red que permite conexiones de banda ancha sobre cable de cobre a distancias limitadas.
<b>E1</b>	Señal Digital Plesiócrona de 2Mbps.

<b>FDM</b>	Frequency - Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencia)
<b>FFT</b>	Fast Fourier Transform (Transformación rápida de Fourier).
<b>FTTB</b>	Fibra hasta el Edificio.
<b>FTTC</b>	Fibra hasta el bordillo.
<b>FTTCab</b>	Fibra hasta el cuarto.
<b>FTTEx</b>	Fibra Hasta la Central.
<b>FTTN</b>	Fibra hasta el Vecindario.
<b>FULL-DUPLEX</b>	Transmisión en los 2 sentidos, al mismo tiempo.
<b>GFC</b>	Control de Flujo Genérico.
<b>HALF-DUPLEX</b>	Transmisión en los 2 sentidos, unos a la vez.
<b>HDSL</b>	High - Data - Rate digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de alta Tasa de Transferencia) - Una de las diversas tecnologías xDSL, entrega 1,544Mbps de ancho de banda descendente que ascendente.
<b>HDTV</b>	High Definition Television (Televisión de Alta Definición).
<b>HEADER</b>	Cabecera.
<b>HEC</b>	Corrección de Error de Cabecera.
<b>HP</b>	High Pass (Paso alto) – Filtro que toma las frecuencias alta de la señal.
<b>HTU-C</b>	HDSL Terminal Unit - Central (Unidad Central Terminal HDSL.)
<b>HTU-R</b>	HDSL Terminal Unit - Remote (Unidad Remota Terminal HDSL).
<b>IFFT</b>	Transformación rápida de Fourier inversa.
<b>LAN</b>	Local Area Network (Red de Área Local).
<b>LP</b>	Low Pass (Paso Bajo) - Filtro que toma las frecuencias bajas de la señal.
<b>MTU</b>	Unidad con Múltiples Inquilinos
<b>NGDLC</b>	Portadora de Bucle Digital de la Próxima Generación.
<b>NNI</b>	Interfaz Red a Red.
<b>ONU</b>	Optical Network Unit (Unidad de red óptica).

<b>PAYLOAD</b>	Carga Útil.
<b>POTS</b>	Plain Old Telephone System (Telefonía Básica Tradicional).
<b>PSTN</b>	Public Swiched Telehone (Red Pública de Telefonía Conmutada).
<b>PTI</b>	Tipo de Información de Usuario.
<b>PTR</b>	Puntero.
<b>PYMES</b>	Pequeñas y Medianas Empresas.
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de Amplitud en Cuadratura).
<b>RDSI</b>	Red Digital de Circuitos Integrados.
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Síncrona).
<b>SDSL</b>	Single - Line Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital de línea única) - Una de las diversas tecnologías xDSL, entrega 1,544Mbps de ancho de banda descendente y ascendente, sobre un único par de cobre.
<b>SNR</b>	Relación Señal-Ruido.
<b>SOH</b>	Section Overhead (Encabezamiento de Sección).
<b>SPLITTER</b>	Filtro para separar servicio de banda ancha de telefonía Convencional.
<b>STM-1</b>	Synchronous Transport Module Level 1 (Capa 1 del módulo de transporte síncrono) - Señal SDH de 155,52Mbps.)
<b>T1</b>	Señal Digital Plesiócrona de 1,5Mbps.
<b>TRO</b>	Terminal de red óptica.
<b>UNI</b>	Interfaz Usuario a Red.
<b>VC</b>	Virtual Chanel (Canal Virtual)
<b>VCC</b>	Virtual Chanel Connection (Conexión de Canal Virtual).
<b>VCi</b>	Virtual Chanel Identifier (Identificador de Canal Virtual)

<b>VDSL</b>	Very - high - data - rate Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital de muy alta velocidad ) – Una de las tecnologías DSL, entrega de 13 a 52 Mbps de flujo descendente y de 1,5 a 2,3 Mbps de flujo ascendente sobre un único par de cobre.
<b>VoIP</b>	Voz sobre IP.
<b>VP</b>	Virtual Path (Ruta Virtual)
<b>VPI</b>	Virtual Path Identifier (Identificador de Ruta Virtual)
<b>VPN</b>	Virtual Private Network (Rede Privada Virtual).
<b>WAN</b>	Wide Area Network (Red de Area Extensa).
<b>WDM</b>	Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por División de Longitud de Onda).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Radview-SEM/iad. LA-110. [1994 - 2003]
- Tecnología de Redes IP. Curso de Especialización en Telecomunicaciones e informática. Escuela de Graduados de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad de Buenos Aires-Argentina. [2007]
- [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar). Ignacio CARRIÓ. [2001]
- [www.ciberhabitat.gob.mx/museo/estreno/adsl.htm](http://www.ciberhabitat.gob.mx/museo/estreno/adsl.htm). Ing. Alejandro DÍAZ. [s.a]
- [www-gris.det.uvigo.es/~jardao/RBA/atm\\_0405.pdf](http://www-gris.det.uvigo.es/~jardao/RBA/atm_0405.pdf). José Carlos LÓPEZ. [s.a]
- [www.jeuazarru.com/docs/xDSL.pdf](http://www.jeuazarru.com/docs/xDSL.pdf) . Viviana MENDIETA. [2002]
- [www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/ADSL.doc](http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/ADSL.doc). Eduard SANZ PERIS. [s.a]
- [www.monografias.com/trabajos5/tecdsl](http://www.monografias.com/trabajos5/tecdsl). Gilda Isabel VALERA. [s.a]
- [www.ayuda-internet.net/tutoriales/manu-adsl/manu-adsl.html](http://www.ayuda-internet.net/tutoriales/manu-adsl/manu-adsl.html). [2001]
- [www.ciao.es/Zoom\\_ADSL\\_X3\\_5560\\_\\_756657](http://www.ciao.es/Zoom_ADSL_X3_5560__756657). [2007]
- [www.huawei.com](http://www.huawei.com). SmartAX MT800 ADSL User Manual. [s.a]
- [www.huawei.com](http://www.huawei.com). SmartAX MT900 VDSL User Manual. [s.a]
- [www.neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/vdsl.html](http://www.neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/vdsl.html). [s.a]

- [www.teledata-networks.com](http://www.teledata-networks.com).  
Ethernet\_over\_VDSL\_White\_Paper\_Spanish.doc [s.a]
  
- [www.zoom.com/graphics/datasheets/adsl/0726\\_5660\\_X3\\_Span.pdf](http://www.zoom.com/graphics/datasheets/adsl/0726_5660_X3_Span.pdf). [2006]



### ESTADÍSTICAS DE PING

Cantidad de paquetes utilizados: \_\_\_\_\_

Dirección IP	Descripción	Paquetes				Tiempos de ida y vuelta en milisegundos		
		Enviados	Recibidos	Perdidos	Perdidos %	Mínimo	Máximo	Media
	Gateway							
200.55.224.241	Red Etapa							
	Servicio de Internet							

### ESTADÍSTICAS DE FTP

Tamaño del Archivo: \_\_\_\_\_

Download		Upload	
Tiempo	Velocidad	Tiempo	Velocidad

• Anexo 2: Resultados de las pruebas

ADSL

MODO: CP		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUAWEI	400	0	8	400	2	3365	400	2	3331	10,5	1270,44	8,68	10,5	1599,98	6,89
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1532	400	1	1321	-	-	-	-	-	-
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1801	400	19	3204	10,5	257,51	12,37	10,5	428,89	7,43
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	250	400	2	530	10,5	262,83	12,12	10,5	424,81	7,5
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2224	400	1	2236	10,5	806,32	13,64	10,5	1576,34	6,99
C	128	ZOOM	400	0	74	400	0	189	400	6	447	21,2	371,36	59,87	21,2	417,06	53,31
C	128	HUAWEI	400	0	1	400	0	3750	400	21	4435	21,2	148,94	21,39	21,2	256,47	12,47
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1269	400	13	2078	3,02	264,38	12,05	3,02	429,76	7,41
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2639	400	12	1644	3,02	262,36	12,14	3,02	426,94	7,42
C	384	HUAWEI	400	0	346	400	0	3489	400	20	3627	3,02	58,47	54,48	3,02	118,97	26,77

MODO: C1		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	250	400	12	1101	3,111	262,69	12,13	3,111	430,64	7,4
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1892	400	8	1902	3,111	249,59	12,76	3,111	425,93	7,48
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	3	4445	400	6	4397	3,111	261,02	12,2	3,111	449,7	7,08
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	2723	400	16	2093	3,111	306,42	10,4	3,111	536,9	5,93
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	2	1031	400	2	390	3,02	291,67	10,92	3,02	469,33	6,79
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1013	400	55	414	3,02	283,99	11,22	3,02	439,36	7,25
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1812	400	7	1171	3,02	260,09	12,25	3,02	431,05	7,39
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1660	400	2	1996	3,02	501,52	6,35	3,02	465,81	6,84
C	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	40	400	21	459	-	-	-	-	-	-
C	256	HUAWEI	400	0	0	400	0	2534	400	5	2092	3,02	77,8	40,94	3,02	231,81	13,74

MODO: C2			GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)		
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	771	400	0	1872	3,27	287,91	11,97	3,27	236,61	14,57
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1393	400	0	1828	3,27	298,84	11,53	3,27	234,44	14,7
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2100	400	5	4012	3,02	296,31	10,75	3,02	621,12	5,13
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	833	400	9	2261	3,02	288,41	12,33	3,02	425,59	7,48
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	3	4205	400	7	3896	3,111	295,44	10,78	3,111	426,88	7,46
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	5	4205	400	6	4205	3,111	288,57	12,32	3,111	432,86	7,36
C	128	HUAWEI	400	0	55	400	3	4396	400	6	4332	3,02	65,97	48,29	3,02	59,42	53,6
C	128	ZOOM	400	0	0	400	1	1288	400	1	1733	3,111	61,44	51,85	3,111	58,16	54,77
C	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	3445	400	6	3402	3,111	65,61	48,55	3,111	56,34	56,54

MODO: EP		GATEWAY				RED ETAPA				INTERNET				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	
R	128	HUAWEI	400	0	52	400	4	3354	400	5	3815	3,111	255,81	12,45	3,111	-	-	3,111	-	-	
R	128	ZOOM	400	0	241	400	0	3645	400	5	3785	3,28	276,5	12,47	3,28	231,97	14,86	3,28	231,97	14,86	
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	590	400	0	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R	128	HUAWEI	400	0	69	400	0	3304	400	0	3314	3,111	255,81	12,45	3,111	432,8	7,35	3,111	432,8	7,35	
R	256	HUAWEI	400	0	12	400	0	112	400	3	267	3,28	131,94	26,12	3,28	119,25	28,9	3,28	119,25	28,9	
C	128	HUAWEI	400	0	58	400	0	22	400	1	702	3,28	67,29	51,23	3,28	61,94	55,65	3,28	61,94	55,65	
C	128	HUAWEI	400	0	-	400	0	-	400	3	-	3,28	1,3	26	3,28	2,7	12	3,28	2,7	12	
C	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2961	400	6	2751	3,28	291,07	11,84	3,28	243,5	12,47	3,28	243,5	12,47	

MODO: E1			GATEWAY			REDETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)		
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	1	4005	400	4	4185	3,28	279,9	12,31	3,28	251,9	157,2
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	9	3314	400	9	3314	2,6	235,54	11,57	2,6	183,91	147,3
C	128	ZOOM	400	0	88	400	0	1388	400	1	1284	3,28	63,6	54,19	3,28	62,91	54,79
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1515	400	1	1418	3,28	271,64	12,69	3,28	234,92	146,7
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	100	400	0	228	3,28	330,88	10,43	3,28	251,29	137,2
R	128	ZOOM	400	0	0	400	1	761	400	10	1876	3,28	297,72	11,98	3,28	275,34	12,52
C	128	HUAWEI	400	0	8	400	0	1946	400	4	2527	3,28	127,95	26,94	3,28	255,41	13,5
R	128	ZOOM	400	0	0	400	1	4203	400	3	3843	3,28	265,57	12,07	3,28	234,48	14,7

MOD O: E2		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	ZOOM	400	0	2	400	0	3108	400	1	937	2,66	215,48	12,55	2,66	198,45	13,73
C	256	HUAIN EI	400	0	0	400	0	883	400	13	754	2,6	48,33	56,39	2,6	55,92	48,74
C	256	HUAIN EI	400	0	58	400	0	1231	400	0	1366	-	-	-	-	-	-
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	699	400	0	457	2,6	279,83	97,4	2,6	201,73	13,51
R	128	HUAIN EI	400	0	64	400	0	2000	400	1	2456	2,6	232,73	11,71	2,6	202,37	14,33
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	4065	400	1	3815	2,51	216	12,22	2,51	181,02	14,54
C	156	HUAIN EI	400	4	437	400	4	1003	400	7	1088	2,53	110,87	23,82	2,53	239,51	11,02
R	128	ZOOM	200	0	93	200	32	4187	200	34	4202	2,53	216,09	12,22	2,53	181,01	14,5
R	128	ZOOM	400	0	0	400	10	4485	400	11	4189	2,53	208,81	12,65	2,53	200,37	14,03
R	128	HUAIN EI	200	0	40	200	0	3935	200	7	3955	2,53	215,28	12,27	2,53	180,87	14,6

MODO: E4			GATEWAY				REDE TAPA				INTERNET				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	128	400	1	199	400	1	199	3,27	344,27	10,01	3,27	257,77	13,37		
R	128	HUAWEI	400	0	2	400	0	900	400	1	1069	400	1	1069	3,27	278,45	12,38	3,27	251,58	13,7		
R	128	ZOOM	400	0	3	400	0	2385	400	3	1037	400	3	1037	3,27	297,06	11,6	3,27	249,47	13,82		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1277	400	0	736	400	0	736	2,51	211,38	12,49	2,51	185,63	14,23		
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2243	400	2	2236	400	2	2236	3,27	291,53	11,82	3,27	123,86	14,74		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	1999	400	0	1968	400	0	1968	3,27	557,33	6,18	3,27	1178,17	2,91		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	2656	400	0	2690	400	0	2690	3,27	254,22	13,56	3,27	505,11	6,82		
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	96	400	0	261	400	0	261	3,27	288,5	11,91	3,27	234,98	14,61		
C	128	ZOOM	400	0	2824	400	1	4421	400	46	4374	400	46	4374	3,27	153,99	22,38	3,27	265,33	12,99		
C	128	ZHONE	400	0	445	400	0	1025	400	40	4082	400	40	4082	3,27	131,08	26,3	3,27	250,03	13,79		

MODO: E5		GATEWAY				REDE TAPA				INTERNET				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	
R	128	HUAWEI	400	4	2102	400	4	3101	400	10	2851	3,27	323,88	10,65	3,27	236,17	14,59	3,27	236,17	14,59	
R	128	HUAWEI	400	0	88	400	0	1125	400	1	1120	3,27	299,06	11,53	3,27	236,63	14,63	3,27	236,63	14,63	
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	3344	400	2	3454	2,51	215,38	12,26	2,51	192,52	137,2	2,51	192,52	137,2	
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	1	3855	400	2	4022	2,51	215,05	12,28	2,51	178,52	147,9	2,51	178,52	147,9	
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	3018	400	1	3796	-	-	-	2,49	177,28	147,8	2,49	177,28	147,8	
R	128	ZOOM	400	0	0	400	2	2633	400	3	1912	2,51	305,98	8,63	2,51	459,52	67,5	2,51	459,52	67,5	
R	128	HUAWEI	400	0	395	400	0	286	400	3	492	2,51	229,77	11,49	2,51	193,55	135,4	2,51	193,55	135,4	
C	128	HUAWEI	400	0	85	400	0	2036	400	2	1721	2,51	51,95	48,05	2,51	56,31	46,89	2,51	56,31	46,89	
C	128	HUAWEI	400	0	71	400	0	2621	400	1	1864	2,51	50	52	2,51	45	57	2,51	45	57	
C	256	ZOOM	400	9	3301	400	0	3963	400	1	4299	2,51	110,06	23,99	2,51	220,31	119,9	2,51	220,31	119,9	

MODO: E6			GATEWAY				REDE TAPA				INTERNET				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	640	400	0	687	400	0	687	2,51	214,88	12,29	2,51	185,44	14,24		
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1109	400	1	1031	400	1	1031	2,51	219,45	12,03	2,51	180,36	14,64		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	2222	400	9	3746	400	9	3746	2,51	202,86	13,02	2,51	181,24	14,57		
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	1124	400	5	1086	400	5	1086	-	-	-	-	-	-		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	489	400	0	1873	400	0	1873	2,51	205,38	12,86	2,51	182,75	14,45		
R	128	ZOOM	400	0	236	400	0	3444	400	2	3409	400	2	3409	2,51	214,28	12,32	2,51	180,31	14,64		
R	128	HUAWEI	400	0	0	400	0	544	400	1	874	400	1	874	-	-	-	-	-	-		
C	128	HUAWEI	400	0	82	400	0	1595	400	1	1667	400	1	1667	2,51	54,13	48,79	2,51	42,4	62,28		
C	256	HUAWEI	400	0	57	400	0	1113	400	1	1266	400	1	1266	2,51	53,75	49,13	2,51	49,88	52,94		
C	256	HUAWEI	400	0	78	400	0	506	400	8	1065	400	8	1065	2,51	96,23	27,44	2,51	191,09	13,82		

MODO: TP		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	%PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	%PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	%PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	1928	400	2	1597	2,51	215,34	12,21	2,51	181,23	14,51
R	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	1046	400	1	765	2,51	374,82	7,02	2,51	193,73	13,57
C	128	HUANWEI	400	0	88	400	0	1605	400	1	1516	2,51	106,99	24,88	2,51	228,82	11,52
R	128	HUANWEI	400	0	277	400	0	1021	400	0	510	2,51	229,45	11,45	2,51	179,27	14,67
R	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	3363	400	1	3746	2,51	289	10,15	2,51	197,17	13,34
R	256	HUANWEI	400	0	7	400	0	721	400	2	721	2,51	105,59	24,91	2,51	91,6	287,1
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	2812	400	2	2343	2,51	213,47	12,32	2,51	181,41	14,5
R	256	ZHONG	400	0	145	400	0	1140	400	6	1194	2,51	5431	48,42	2,51	47,03	55,92
C	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	1898	400	2	1987	2,51	95,8	27,45	2,51	192,81	13,64
R	128	ZOOM	400	0	190	400	0	1151	400	5	1462	2,51	398,64	6,6	2,51	211,62	9,32

MOD O: T1		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUANWEI	400	0	1	400	0	809	400	1	1367	2,51	226,41	11,62	2,51	199,34	13,19
C	128	HUANWEI	400	0	57	400	0	764	400	1	969	2,53	47,78	55,27	2,53	52,77	50,04
R	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	917	400	1	930	2,51	211,86	12,41	2,51	189,92	13,85
C	192	HUANWEI	400	0	362	400	0	484	400	0	1184	2,51	112,27	23,42	2,51	203,44	12,93
R	128	HUANWEI	400	0	0	400	0	328	400	0	234	2,51	211,22	12,45	2,51	180,13	14,6
R	128	ZOONM	400	0	0	400	0	1422	400	1	1071	2,53	217,77	12,09	2,53	179,73	14,65
R	128	ZOONM	400	0	0	400	0	3172	400	0	2895	2,53	214,34	12,28	2,53	180,53	14,58
R	256	HUANWEI	400	0	0	400	0	901	400	1	911	2,53	106,65	24,76	2,53	92,68	28,3
R	128	ZOONM	400	0	60	400	0	230	400	1	350	2,53	226,08	11,68	2,53	179,08	14,75

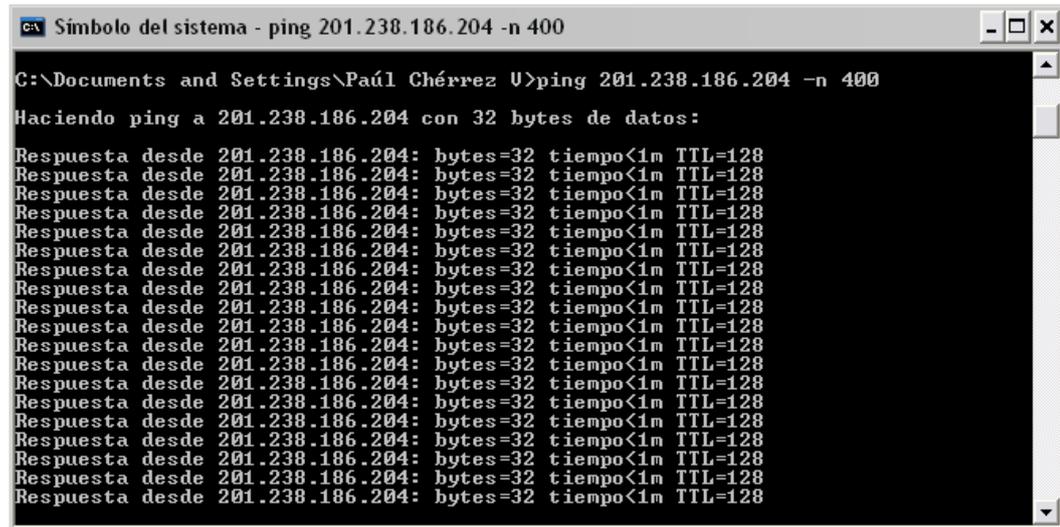
MODO: T2		GATEWAY				REDE TAPA				INTERNET				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)				TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TEMPO	VELOCIDAD	
R	128	HUAW EI	400	0	0	400	0	301	400	1	293	2,5	202,94	12,97	2,5	180,91	14,55	2,5	180,91	14,55	
R	128	HUAW EI	400	0	101	400	0	1331	400	2	1136	2,5	341,59	7,71	-	-	-	-	-	-	
R	128	ZOOM	400	0	7	400	0	189	400	0	314	2,51	216,63	12,19	2,51	193,58	13,64	2,51	193,58	13,64	
R	128	HUAW EI	400	0	57	400	0	812	400	1	1144	2,51	204,31	12,92	2,51	180,66	14,62	2,51	180,66	14,62	
R	128	HUAW EI	400	0	0	400	0	1656	400	1	937	2,51	195,7	13,49	2,51	196,08	13,47	2,51	196,08	13,47	
R	128	ZOOM	400	0	0	400	0	29	400	0	165	2,51	206,27	12,8	2,51	178,81	14,77	2,51	178,81	14,77	
C	256	HUAW EI	400	0	88	400	0	1080	400	1	821	2,51	547,5	48,23	2,51	47	56,18	2,51	47	56,18	
C	256	HUAW EI	400	0	2442	400	0	1147	400	1	1203	2,51	96,3	27,42	2,51	190,61	13,85	2,51	190,61	13,85	
C	256	HUAW EI	400	0	61	400	0	1528	400	0	1713	2,51	52,88	49,93	2,51	50,57	52,22	2,51	50,57	52,22	
C	512	HUAW EI	400	0	753	400	0	3593	400	0	3439	2,51	50,38	52,42	2,51	49,22	53,65	2,51	49,22	53,65	

GHDSL		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)		
TIPO	BANDA	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAIÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAIÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	400	0	0	400	0	1095	400	0	1082	2,51	233,41	11,31	2,51	182,69	14,45
C	128	400	0	273	400	1	4316	400	3	4329	2,51	67,8	38,95	2,51	61,8	42,73

VDSL		GATEWAY			RED ETAPA			INTERNET			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (DESCARGA)			TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (SUBIDA)			
TIPO	BANDA	MODEM	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	ENVIADOS	% PERDIDOS	T-MAX	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD	TAMAÑO	TIEMPO	VELOCIDAD
R	128	HUAWEI MT900	400	0	0	400	0	474	400	1	1040	2,51	216,61	12,19	2,51	194,34	13,59
C	128	HUAWEI MT900	400	0	46	400	0	4178	400	1	4282	2,51	59,16	44,64	2,51	54,34	48,59

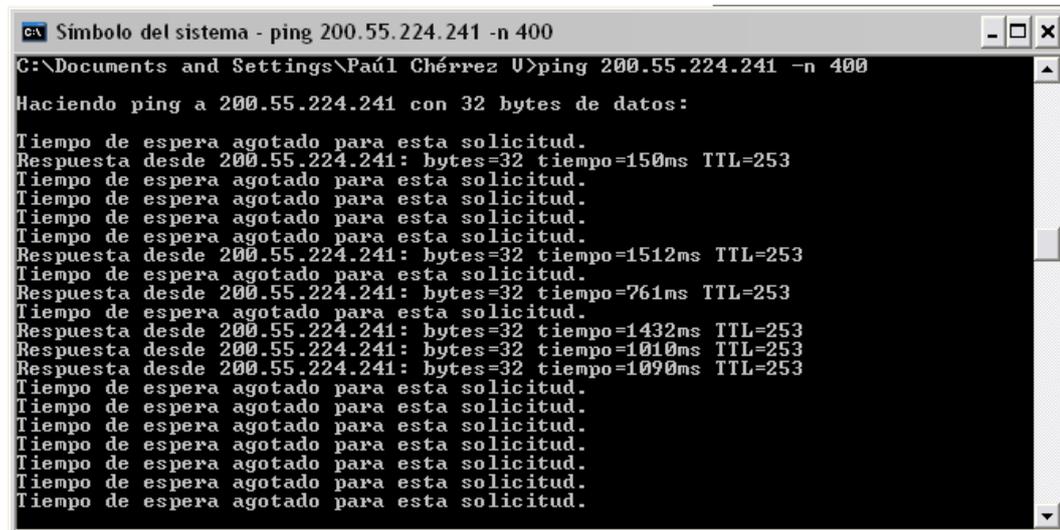
- **Anexo3: Pantallas de pruebas**

Pantalla de prueba al Gateway:



```
Simbolo del sistema - ping 201.238.186.204 -n 400
C:\Documents and Settings\Paúl Chérrez U>ping 201.238.186.204 -n 400
Haciendo ping a 201.238.186.204 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 201.238.186.204: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
```

Pantalla de prueba al la red de ETAPA:



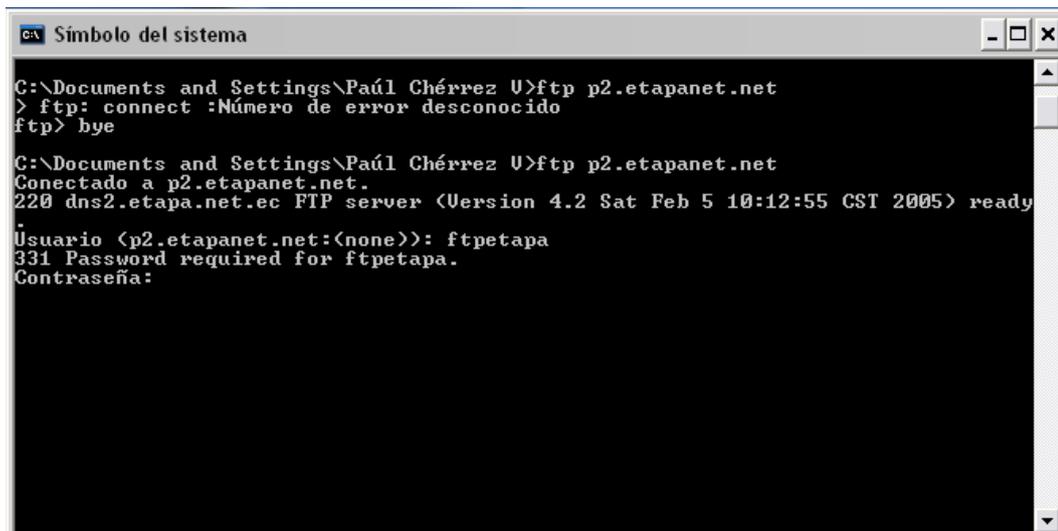
```
Simbolo del sistema - ping 200.55.224.241 -n 400
C:\Documents and Settings\Paúl Chérrez U>ping 200.55.224.241 -n 400
Haciendo ping a 200.55.224.241 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=150ms TTL=253
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=1512ms TTL=253
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=761ms TTL=253
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=1432ms TTL=253
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=1010ms TTL=253
Respuesta desde 200.55.224.241: bytes=32 tiempo=1090ms TTL=253
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
```

Pantalla de prueba al servicio de Internet:



```
Simbolo del sistema - ping www.google.com -n 400
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\Paúl Chérrez U>ping www.google.com -n 400
Haciendo ping a www.l.google.com [72.14.205.99] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=267ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=250ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=250ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=250ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=240ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=240ms TTL=240
Respuesta desde 72.14.205.99: bytes=32 tiempo=250ms TTL=240
```

Pantalla de conexión al servidor de ETAPA:



```
Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\Paúl Chérrez U>ftp p2.etapanet.net
> ftp: connect :Número de error desconocido
ftp> bye
C:\Documents and Settings\Paúl Chérrez U>ftp p2.etapanet.net
Conectado a p2.etapanet.net.
220 dns2.etapa.net.ec FTP server (Version 4.2 Sat Feb 5 10:12:55 CST 2005) ready
.
Usuario (p2.etapanet.net:(none)): ftpetapa
331 Password required for ftpetapa.
Contraseña:
```