

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**VOZ SOBRE LINEA DE ABONADO DIGITAL  
(VoDSL)**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:  
WILDER AQUILES FLORES ROSALES  
PROMOCIÓN  
1986 - I**

**LIMA - PERÚ  
2007**

**VOZ SOBRE LINEA DE ABONADO DIGITAL (VoDSL)**

**A mi Familia por el apoyo que me han  
brindado durante mis estudios en  
especial a mi madre que nunca  
desmayó en su apoyo ,  
mi padre q.e.p.d. ,  
mi esposa y mis  
lindos hijos**

## SUMARIO

Este informe aborda el análisis de los usuarios de telefonía e internet, componentes imprescindibles de la sociedad de la Información, y antes de presentar la solución de una “comunicación de voz por conmutación de paquetes” en primer lugar se ofrece una definición de los conceptos básicos de la familia xDSL, ATM, Protocolos V5.2, Señalizaciones de “conmutación de circuitos” y una clasificación de los mismos en distintos grupos, para posteriormente analizar de manera individualizada cada uno de ellos. Luego del análisis se propone la solución para la demanda actual que consiste en Voz sobre DSL que es una extensión de VoIP usando ADSL.

Durante mucho tiempo se ha estado hablando sobre la Voz sobre IP (VoIP), una tecnología que combinaba voz y datos sobre conexiones tradicionales o RDSI, y que nunca llegó a tener éxito. Pero la nueva generación ya está aquí, se llama VoDSL y está intentando imponerse para triunfar en los hogares y las pequeñas empresas al calor del crecimiento de las conexiones ADSL.

## ÍNDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>PRÓLOGO</b>  | <b>1</b> |
| <b>CAPITULO I</b>   | <b>3</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   |          |
| 1.1 Integración de Data/Voz/Vídeo                                   | 3        |
| 1.1.1 Voz sobre Frame Relay “VoFR”.                                 | 4        |
| 1.1.2 Voz sobre ATM “VoATM” (ATM: Modo Transferencia Asíncrona)     | 5        |
| 1.1.3 Voz sobre IP “VoIP” (IP: Protocolo de Internet)               | 5        |
| 1.1.4 Voz sobre DSL (DSL: Línea de Abonado Digital)                 | 6        |
| <b>CAPITULO II</b>  | <b>7</b> |
| <b>VISIÓN GENERAL DE xDSL</b>                                       |          |
| 2.1 ¿Qué es DSL?  | 7        |
| 2.2 Familia xDSL  | 7        |
| 2.2.1 Línea de abonado digital de alta velocidad “HDSL”             | 8        |
| 2.2.2 Línea de Abonado Digital Simétrica “SDSL”                     | 8        |
| 2.2.3 Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad versión 2 “HDSL-2” | 9        |
| 2.2.4 Línea de Abonado Digital Asimétrica “ADSL”                    | 9        |
| 2.2.5 Línea de Abonado Digital de Velocidad Adaptiva “RADSL”        | 10       |
| 2.2.6 Línea de Abonado Digital de Consumidor “CDSL”                 | 10       |
| 2.2.7 Línea de Abonado Digital de Muy Alta Velocidad “VDSL”         | 10       |
| 2.2.8 Línea de Abonado Digital RDSI “IDSL “                         | 11       |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.3  | Tecnología ADSL                               | 12        |
| 2.3.1  | Principios de ADSL                            | 12        |
| 2.3.2  | Modulación MultiTono Discreto “DMT”           | 13        |
| 2.3.3  | Red ADSL                                      | 14        |
| 2.3.4  | Red de acceso                                 | 15        |
| <b>CAPITULO III</b>                                      |   | <b>17</b> |
| <b>VISION GENERAL DE MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA</b> |   | <b>17</b> |
| 3.1  | Introducción:                                 | 17        |
| 3.2  | Concepto de ATM                               | 18        |
| 3.3  | Características del ATM                       | 18        |
| 3.4  | Multiplexación de ATM:                        | 19        |
| 3.5  | Protocolo ATM:                                | 22        |
| 3.6  | Criterios del AAL (AAL: ATM Adaptation Layer) | 25        |
| 3.6.1  | Parámetros de Tráfico                         | 26        |
| 3.6.2  | Calidad de Servicio                           | 26        |
| 3.7  | La capa de adaptación de ATM “AAL”:           | 26        |
| 3.7.1  | Capa de convergencia “CS”                     | 28        |
| 3.7.2  | Capa de Segmentación y reensamblaje           | 28        |
| 3.7.3  | AAL1:   | 29        |
| 3.7.4  | AAL 2:  | 31        |
| 3.7.5  | AAL 3:  | 32        |
| 3.7.6  | AAL 4:  | 34        |
| 3.7.7  | AAL5:   | 36        |
| <b>CAPITULO IV</b>                                       |   | <b>36</b> |
| <b>INTRODUCCION A VoDSL</b>                              |   |           |
| 4.1  | ¿Qué es VoDSL?                                | 37        |
| 4.1.1  | Tecnología de transporte                      | 38        |

|                              |   |           |
|------------------------------|---|-----------|
| 4.1.2                        | La convergencia de voz y datos empieza en el acceso       | 39        |
| 4.1.3                        | Aplicaciones  | 39        |
| 4.1.4                        | VoDSL: Proyecciones mundiales                             | 40        |
| 4.2                          | Principios de VoDSL                                       | 40        |
| 4.2.1                        | Transparencia de voz                                      | 40        |
| 4.2.2                        | Lazo digital completo                                     | 41        |
| 4.3                          | Voz y datos   | 42        |
| 4.3.1                        | Voz   | 42        |
| 4.3.2                        | Datos   | 42        |
| 4.4                          | Calculando el Ancho de banda de voz                       | 42        |
| 4.5                          | Distribución de ancho de banda dinámica                   | 43        |
| 4.6                          | Flujo de voz  | 44        |
| 4.7                          | Flujo de señalización                                     | 45        |
| 4.8                          | Voz AAL2 y encapsulación de señalización                  | 46        |
| 4.9                          | CODECs de voz   | 46        |
| <b>CAPITULO V</b>            |   | <b>48</b> |
| <b>FUNCIONES DE GATEWAYS</b> |   |           |
| 5.1                          | Funciones principales del Gateway                         | 48        |
| 5.2                          | Funciones del Gateway de CPE(Customer Premises Equipment) | 48        |
| 5.3                          | Dependencias nacionales                                   | 49        |
| 5.4                          | Comparación de Señalización CAS y CCS                     | 49        |
| 5.4.1                        | Señalización de Canal Asociado "CAS"                      | 49        |
| 5.4.2                        | Señalización de Canal Común "CCS"                         | 49        |
| 5.5                          | Comparación de Protocolos y Señalizaciones                | 49        |
| 5.6                          | Gateway-interfases de Central de Conmutación Local        | 50        |
| 5.6.1                        | Mercado de los EE.UU.                                     | 50        |
| 5.6.2                        | Mercado Europeo   | 51        |
| 5.7                          | Comparación de Gateways Integrada y Gateway externa       | 51        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 5.7.1                                    | Gateway integrada (ILEC:Incumbent Local Exchange Carrier) | 51        |
| 5.7.2                                    | Gateway externo usando ILEC                               | 52        |
| 5.7.3                                    | Gateway externa usando CLEC                               | 52        |
| 5.8                                      | Ejemplos de Gateway                                       | 53        |
| 5.9                                      | Calidad de voz: Retardo y Cancelación de eco.             | 53        |
| 5.9.1                                    | La cancelación de eco en el CPE                           | 53        |
| 5.9.2                                    | La cancelación de eco en el Gateway                       | 54        |
| <b>CAPITULO VI</b>                       |   | <b>56</b> |
| <b>VISION GENERAL DEL PROTOCOLO V5.2</b> |   |           |
| 6.1                                      | La definición del punto de referencia en forma de V       | 56        |
| 6.2                                      | Definición de canal                                       | 57        |
| 6.2.1                                    | El canal de portador (BC): canales 1...31                 | 57        |
| 6.2.2                                    | El canal de comunicación (CC): canales 15 y/o 16 y/o 31   | 57        |
| 6.3                                      | Canal de comunicación                                     | 58        |
| 6.3.1                                    | Señalización de la Red Telefonía Pública "PSTN"           | 58        |
| 6.3.2                                    | Conexión de Canal portador "BCC" (solo V5.2)              | 58        |
| 6.3.3                                    | Control de Enlace (solo V5.2)                             | 59        |
| 6.3.4                                    | Protocolo de protección (solo V5.2)                       | 59        |
| 6.3.5                                    | Protocolo de control                                      | 59        |
| 6.4                                      | Camino de comunicación                                    | 59        |
| <b>CAPITULO VII</b>                      |   | <b>61</b> |
| <b>ESCENARIOS DE VoDSL</b>               |   |           |
| 7.1                                      | Originando establecimiento de llamada                     | 62        |
| 7.2                                      | Terminar establecimiento de llamada                       | 63        |
| 7.3                                      | Liberando una llamada                                     | 64        |
| <b>CONCLUSIONES</b>                      |   | <b>65</b> |



|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>ANEXO A:</b>      | <b>66</b> |
| <b>Abreviaciones</b> | <b>66</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>69</b> |

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 2.1  | Densidad espectral de potencia del acceso ADSL             | 12 |
| Figura 2.2  | Uso de múltiples portadoras en la modulación DMT           | 13 |
| Figura 2.3  | Diagrama esquemático de la red ADSL                        | 14 |
| Figura 2.4  | Esquemático de la red ADSL (concerniente a datos)          | 15 |
| Figura 2.5  | Diagrama del abonado antes de ADSL                         | 15 |
| Figura 2.6  | Diagrama de conexión del abonado con servicio ADSL         | 16 |
| Figura 3.1  | Voz, Datos y video   | 20 |
| Figura 3.2  | Conmutación de VP y VC                                     | 21 |
| Figura 3.3  | Plano de Usuario, Control y Administración                 | 22 |
| Figura 3.4  | La capa Física   | 23 |
| Figura 3.5  | Capa ATM, Encabezado en una celda NNI                      | 24 |
| Figura 3.6  | Capa ATM, Encabezado en una celda UNI                      | 25 |
| Figura 3.7  | Arquitectura en capas de una Red ATM                       | 25 |
| Figura 3.8  | Niveles de procesamiento de la trama                       | 27 |
| Figura 3.9  | Modelo Referencial ATM                                     | 28 |
| Figura 3.10 | Etapas desde nivel físico al servicio específico           | 29 |
| Figura 3.11 | AAL-1  | 30 |
| Figura 3.12 | AAL-2  | 31 |
| Figura 3.13 | AAL-3/4  | 32 |
| Figura 3.14 | AAL-5  | 36 |
| Figura 4.1  | Esquema de VoDSL   | 37 |
| Figura 4.2  | Diferentes aplicaciones de voz por conmutación de paquetes | 38 |
| Figura 4.3  | Proyección de abonados por VoDSL                           | 40 |
| Figura 4.4  | Los accesos transparente para el usuario                   | 41 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 4.5  | Conexión de Voz y Datos                                      | 42 |
| Figura 4.6  | Trafico de Datos ancho de banda usado para voz               | 44 |
| Figura 4.7  | Llamadas son multiplexados en el mismo ATM VP/VC             | 45 |
| Figura 4.8  | Canal de señalización CID=8                                  | 45 |
| Figura 4.9  | Multiplexión de Llamadas de voz                              | 46 |
| Figura 4.10 | Uso de CODECs de voz para minimizar el ancho de banda en LES | 47 |
| Figura 5.1  | Interfaz V5.2 Señalización CCS, GR-303 señalización CAS      | 50 |
| Figura 5.2  | Gateway Integrado  | 51 |
| Figura 5.3  | ILEC(Incumbent Local Exchange Carrier)                       | 52 |
| Figura 5.4. | CLEC(Competitive Local Exchange Carrier)                     | 53 |
| Figura 5.5  | IAD  | 54 |
| Figura 5.6  | EC en el Gateway   | 55 |
| Figura 6.1  | Conexiones a travez de E1                                    | 56 |
| Figura 6.2  | Conexión entre el PSTN y AN                                  | 57 |
| Figura 6.3  | Canales de comunicación para mantener la señalización        | 58 |
| Figura 6.4  | Canal de Comunicación  | 60 |
| Figura 7.1  | Conexión usuario a la Red Telefónica Conmutada               | 61 |
| Figura 7.2  | Originando una llamada                                       | 63 |
| Figura 7.3  | Terminando una llamada                                       | 63 |
| Figura 7.4  | Colgado de una llamada establecida                           | 64 |

**ÍNDICE DE TABLAS**

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Tabla 2.1</b> | <b>Comparativa de las tecnologías xDSL</b> | <b>11</b> |
| <b>Tabla 3.1</b> | <b>Clasificación de capas AAL</b>          | <b>35</b> |
| <b>Tabla 4.1</b> | <b>Cuadro proyectado en el año 2000</b>    | <b>40</b> |
| <b>Tabla 5.1</b> | <b>Modelos de Gateways</b>                 | <b>53</b> |

## PRÓLOGO

Este informe debido a la masificación del servicio de acceso a Internet por ADSL muestra la opción de comunicación de voz por conmutación de paquetes, en realidad no se trata de una solución nueva. Quizá solamente de la aplicación de una tecnología existente, pero que puede ofrecer numerosos beneficios tanto a los usuarios como a los operadores. Si conocemos ya las ventajas, en su mayoría económicas, de la telefonía vía Internet (Voice over Internet Protocol - VoIP), ésta nos resultará una solución que aprovecha las posibilidades de las redes existentes, si bien con un notable perjuicio de la calidad debido a la compresión de la voz en paquetes que la adapta para ser transmitida por Internet. ¿Y si se pudiera direccionar todo el tráfico telefónico (vocal), sobre las redes digitales (datos)? En general, la "voz sobre datos" funciona, de hecho, con la digitalización del tráfico analógico generado por el usuario, y con la posterior compresión en paquetes de datos que después son transmitidos a través de las redes tradicionales para el transporte de datos. Las ventajas son evidentes, especialmente en lo que se refiere a los costes, ya que estas soluciones pueden ofrecer una alternativa válida a la telefonía vocal tradicional, en particular para las llamadas de larga distancia. Entre las posibles soluciones, una que está obteniendo una creciente popularidad entre el público es, sin duda, la VoDSL (Voice over Digital Subscriber Line), una tecnología que promete notables beneficios también para los operadores.

Recientemente, se han lanzado una serie de tecnologías y soluciones DSL, presentadas casi todas ellas como el medio para garantizar la conexión a alta velocidad y bajo coste a la red Internet. Entre las tecnologías más utilizadas y más difundidas encontramos el SDSL (DSL simétrico) y el ADSL (DSL asimétrico), ambas preparadas para la implementación de servicios de voz sobre datos.

No es fácil distinguir las ventajas, para aplicaciones específicas, de una tecnología respecto a otra, aunque puede ser útil hacer una comparación entre ambas. El SDSL es un servicio orientado en primer lugar a las empresas, capaz de transmitir datos a una velocidad de 768 kbps(kilobytes por segundo) en ambas direcciones, aprovechando el

desdoblamiento en ramas de la red de telefonía tradicional, utilizado originariamente para las llamadas vocales simples. A pesar de estar ligado a la red tradicional, el SDSL es capaz de ofrecer acceso a alta velocidad simétrico, para aplicaciones de empresa concretas.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCION**

La telefonía es la tecnología mas usada por el ser humano, no hay otra tecnología con la cual las personas se sientan mas familiarizadas y cómodas que con un teléfono tradicional, muchas corporaciones están buscando métodos no tradicionales para reducir sus costos de transmisión de voz, mientras le están dando los usuarios, el mismo nivel de confort y familiaridad. La reducción de costos envuelve la convergencia de datos y redes de voz. Como las redes de datos y de voz convergen, el diseño seguro y la planeación deben ocurrir para que la calidad y la disponibilidad de la red de voz no se vean afectadas, apoyándose en tecnologías como Frame Relay, ATM, DSL e IP.

Se han hecho adelantos significantes en tecnología durante los últimos años que habilitan la transmisión de tráfico de la voz sobre redes públicas tradicionales como Frame Relay (VoFR) así como la Voz sobre Internet (VoIP), adicionalmente, el apoyo de Modo del Transferencia Asíncrono (ATM) para tipos de tráfico diferentes como VoATM y la familia DSL con VoDSL. En este sentido los fabricantes investigan la integración de Voz, Datos y Vídeo.

### **1.1 Integración de Data/Voz/Vídeo**

El interés de los clientes de la empresa en datos expresa integración vídeo, datos y voz a través de la red multiservicios. En el término económico, aumentan la disponibilidad presupuestaria, siendo el resultado del crecimiento exponencial de las aplicaciones de la Intranet sin crecimiento del presupuesto correspondiente. En el término elemento, la reducción de complejidad y convergencia de tecnología son los requisitos de la planificación más importantes como tecnología mixta, a un costo razonable cuando ellos crecen. Para el 2004, la mayoría de las comunicaciones de la red (incluso la voz) estará

encima de redes de multiservicios" El despliegue de aplicaciones de multimedios conectados a una red de computadoras como voz sobre Internet, videoconferencias mensajes que combinan correo de la voz, e-mail, están causando esta perspectiva para cambiar; cada vez más, las ventajas competitivas importantes y las oportunidades comerciales innovadoras que conectarse a una red de computadoras con aplicaciones de multimedios. Para el desarrollo de esta tecnología de empaquetamiento de la voz los fabricantes integran la Voz con los datos y el vídeo. El tráfico de voz se hace cada vez más necesario, por esto la necesidad de incrementar su alcance y reducir su costo de implementación a nivel corporativo.

La estrategia de los fabricantes es la integración de vídeo, datos y voz, hacia las comunicaciones totalmente integradas en cada Estación de Trabajo. El campo multiservicio conectando una red de computadoras proporciona funcionalidad de PBX que usa la infraestructura local de red. Esto aumenta drásticamente la influencia de la telefonía en la infraestructura global, reduce capital y el costo operacional, y abre el ambiente a la nueva innovación en aplicaciones de la telefonía. El Multiservicio que conecta una red de computadoras entrega extremo a extremo las capacidades de QoS por la voz garantizada.

Fabricantes proponen iniciativas de conmutación de voz en tecnologías importantes (FR, ATM, IP, DSL).

### **1.1.1 Voz sobre Frame Relay "VoFR".**

Frame Relay se ha vuelto una plataforma de transporte común para la voz, vídeo, y datos, y el módem ya es una tecnología rentable y madura. Durante los últimos años, la tecnología FR ha estado proporcionando con éxito una amplia gama de datos de multiprotocolo y la realización del Foro VoFR cambiará el sitio de las redes específicas para Voz, codificando tipos y formatos de trama para la voz y transmisión de tráfico de datos sobre una red de FR. Las características asociadas con el impacto del tráfico de datos, en la calidad de voz en una red FR, que puede convertirlo en un enlace de baja velocidad, por ejemplo, puede causar retrasos inaceptables para las tramas de voz sensibles al tiempo. Adicionalmente, se asegura que esas tramas de voz tienen prioridad sobre los datos y también los buffers reducen los retrasos y variación de los retrasos. Sin embargo, un método normal existe ahora para segmentar datos. Adicionalmente, las tecnologías



avanzadas como Código Excitaron Predicción Lineal (CELP) han demostrado proporcionar calidad de servicios de voz para valores tan pequeños como 8 o 16 kbps de capacidad.

### **1.1.2 Voz sobre ATM “VoATM” (ATM: Modo Transferencia Asíncrona)**

Un beneficio importante de ATM es su plan inherente por manejar los únicos requisitos de transmisión de red de voz, vídeo, y tráfico de los datos. ATM tiene varios mecanismos por controlar retraso y variación de retraso a través de su apoyo en QoS, el circuito virtual (VC). QoS habilita el CBR y trafican para ser aprovisionados con banda ancha específica y garantías de la variación de retraso. VC que hace cola diferentemente de cada arroyo de tráfico; así, por ejemplo, puede asignarse tráfico de voz con prioridad encima del retraso al tráfico insensible. Las células de ATM reducen haciendo cola, el retraso y variación de retraso asociadas con paquetes inconstantes, clasificados según tamaño así como reduce retrasos a través de los interruptores del intermedio.

El Foro de VoATM establece los requisitos por interpretar señales de ATM y no-ATM, los dispositivos de la red en cualquier extremo de la conexión. Ya que ésta es una especificación reciente, el apoyo del producto no está generalmente disponible.

### **1.1.3 Voz sobre IP “VoIP” (IP: Protocolo de Internet)**

La proliferación de uso de Internet y el dominio del protocolo de IP ha creado el telón para lo más nuevo "la voz sobre datos" la aplicación de la telefonía por Internet. Para asegurar la alta calidad, las aplicaciones basadas en telefonía sobre los datos de IP se conectan a una red de computadoras. VoIP unió al Consorcio Internacional de Multimedia y Tele conferencia (IMTC), y ellos operan como un grupo del funcionamiento utilizando la norma H.323 especificada por la UIT para sistemas de voz que operan en redes de IP. A este punto, se ha proporcionado una visión inestimable de la Voz sobre IP y regularización esfuerzos. Están saliendo varios y nuevos protocolos que se usan para manejar voz sobre IP, el protocolo H.323, el Real-Time Transporte Protocolo (RTP) y el Protocolo de Reservación de Recurso (RSVP). Varios problemas técnicos permanecen abiertos para la Voz sobre IP, incluyendo regularizando de cómo las entradas usarán la señalización multifrecuencial de tono dual, los tonos que se usan para discar, por ejemplo, para incitar el correo de la voz. Las demostraciones del nivel de calidad de la voz que puede entregarse sobre Internet están disponibles en varios sitios de World Wide Web que usan tecnología

del audio real. El resultado eficaz es el apoyo de cuatro a ocho llamadas telefónicas en el mismo ancho de banda de una sola llamada telefónica sobre una línea básica de telefonía. También, se necesitan normas para definir el esquema usado en telefonía por Internet.

Todos los sistemas de paquetes de voz siguen a un modelo común. El transporte de red para el paquete de voz puede estar en IP, Frame Relay o el Modo del Transferencia Asíncrono (ATM), y forman la "nube" tradicional. En los bordes de esta red están los dispositivos o componentes que pueden llamarse "agentes de la voz". La misión de estos dispositivos es cambiar la información de la voz de su forma de la telefonía tradicional a una forma conveniente para la transmisión del paquete. La red entonces adelanta los datos del paquete a un agente de la voz que sirve al destino. En esta conexión de agente de voz deben explorarse muestras ejemplares, hay dos problemas en voz del paquete que conecta una red de computadoras eso para asegurar que estos servicios de paquetes de voz cubrirán las necesidades del usuario. El primer problema es cómo se codifica la voz, que se transforma en información de paquetes, y cómo los paquetes se usan para recrear la voz. Otro problema es la señalización asociada con identificar quién está intentando llamar y donde está la llamada en la red.

#### **1.1.4 Voz sobre DSL (DSL: Línea de Abonado Digital)**

DSL da el servicio de banda ancha permitiendo nuevos servicios e integrándolos sobre esta plataforma. El servicio Banda Ancha más grande y los recientes adelantos en la tecnología y normas en la telefonía de paquetes han obligado a que las empresas utilicen DSL como una manera de disminuir los costos e integración de voz y dato. Esta misma revolución esta siendo los servicios de telefonía de paquetes disponibles al mercado del consumidor. DSL entrega el servicio Banda Ancha económico al suscriptor. El equipo del cliente para el mercado comercial incluye un equipo de alto rendimiento con puertos analógicos y puertos para datos digitales, ellos apoyan SGCP/MCGP, H.323 y otra señalización de voz de paquetes según las normas.

## CAPITULO II

### VISION GENERAL DE Xdsl

#### 2.1 ¿Qué es DSL?

DSL (Digital Subscriber Line), o Línea de Abonado Digital es una tecnología de transmisión Analógica avanzada, que permite transportar información digital con altas tasas de velocidad, mediante sistemas de modulación / demodulación complejos. DSL es, en realidad, una familia de tecnologías de transmisión de datos a alta velocidad por pares de cobre, que interconecta al usuario final con un nodo de red, o diferentes nodos de red.

#### 2.2 Familia xDSL

Término genérico para nombrar las diferentes tecnologías de acceso (ADSL, HDSL, SDSL, etc.) que permiten el aprovechamiento del par de cobre entre la central de conmutación y el abonado como medio físico para la transmisión de datos o, de voz y datos al mismo tiempo. Utiliza un par de modems tipo DSL (depende de la tecnología usada), uno en el lado del usuario y el otro en el lado de la red.

Las tecnologías

DSL, según el tipo de velocidad de transmisión, pueden ser:

- **Simétricas**, es decir que utilizan la misma velocidad para la transmisión tanto de subida o upstream (desde el usuario hacia la central) como de bajada o downstream (desde la central hacia el usuario).
- **Asimétricas**, es decir que sus velocidades de subida y de bajada son diferentes.

El tipo de modulación que usan puede ser:

- **CAP (Carrierless Amplitude & Phase Modulation)**, modulación basada en QAM, usada hoy en día en los modems adaptativos. Este tipo de modulación permite que las señales de transmisión y recepción sean

moduladas en dos bandas de frecuencias diferentes usando técnicas de pasabandas.

- **DMT (Discrete Multi-Tone)**, permite la modulación de la señal usando varios canales de frecuencias, asignando a cada uno de éstos diversas funcionalidades de administración, señalización, mantenimiento interno del sistema, etc.

Las técnicas de xDSL permiten, como ya se mencionó, el aprovechamiento de la infraestructura ya existente de cableado de cobre, haciendo que su implementación sea menos costosa que otras alternativas que requieren inversión en la planta, sin embargo tienen en el Cable Modem a su más cercano competidor.

### **2.2.1 Línea de abonado digital de alta velocidad “HDSL”**

#### **(HDSL:High-Bit-Rate Digital Subscriber Line)**

Conocida también como HDSL-1, es una de las tecnologías más maduras de la familia DSL, permitiendo la transmisión a través de T1's y E1's usando repetidores de señal cada 1.6 Km. para compensar la atenuación debido a la alta frecuencia requerida. Es una tecnología simétrica con una velocidad de 768 Kbps sobre un sólo par de cobre, dos pares para T1 (1.544 Mbps) y tres para E1 (2.048 Mbps) sobre una longitud de hasta 2.7 Km. y 4.5 Km. sin necesidad de repetidores.

- Usa frecuencias en el rango de entre 80 KHz y 240 KHz.
- Usa modulación 2B1Q, también conocida como 4 PAM (Pulse Amplitude Modulation)
- No es posible transmitir voz y datos a la vez.

### **2.2.2 Línea de Abonado Digital Simétrica “SDSL”**

#### **(SDSL:Single-Line, or Symmetric Digital Subscriber Line)**

Llamada también HDSL-2, aunque muchos piensan que esta última superará con creces las propiedades del SDSL.

Sus características son:

- Tecnología simétrica que permite hasta 2.3 Mbps de velocidad tanto de downstream como upstream (característica que la hace simétrica) sobre un sólo par de cobre y hasta una distancia de 3.6 Km.
- Puede ser usado por servidores y otros dispositivos que requieren la característica de ancho de banda simétrico.

### **2.2.3 Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad versión 2 “HDSL-2” (HDSL-2:High-Bit-Rate Digital Subscriber Line version 2)**

Segunda versión del HDSL, se empezó a desarrollar en 1995 y aún no está normado.

Sus características son:

- Usa un solo par de cobre.
- Tiene las mismas características en velocidad de transmisión y distancia que puede cubrir que el HDSL.
- El ancho de banda del canal de downstream es de 400 KHz y el de upstream es de 250 KHz.
- El transceptor HDSL-2 reduce la interferencia a través de un desplazamiento de frecuencia entre los canales de subida y bajada.
- Transmite al doble de potencia que el HDSL.

### **2.2.4 Línea de Abonado Digital Asimétrica “ADSL” (ADSL :Asymmetric Digital Subscriber Line)**

Tecnología de transmisión de alta velocidad estandarizada como la norma T1.413.

Sus características son:

- Tecnología asimétrica, es decir utiliza una velocidad de transmisión de bajada o downstream diferente, en este caso mayor, a la de subida o upstream. La velocidad de downstream está entre los 1.5 y 9 Mbps y la de upstream entre 18 Kbps a 1Mbps, sobre una distancia entre 5.4 Km. y 3.7 Km. dependiendo de la velocidad.
- Usa un solo par de cobre.
- Permite la transmisión de voz y de datos.

### **2.2.5 Línea de Abonado Digital de Velocidad Adaptiva “RADSL”**

#### **(RADSL :Rate-Adaptive Digital Subscriber Line)**

Tecnología de transmisión que soporta tanto aplicaciones simétricas como asimétricas en un solo par de cobre y permite velocidades adaptativas. Es conocida como una variación no normalizada de ADSL, que emplea módems inteligentes capaces de sentir el rendimiento del par de cobre y ajustar la transmisión dependiendo de ello. Estos dispositivos, usando modulación DMT, varían dinámicamente la velocidad de transmisión de acuerdo al rendimiento sentido en una sesión. Este rendimiento puede cambiar de acuerdo a factores como el clima o el medio ambiente, y con la variación de velocidad se busca maximizar la velocidad de cada línea en forma individual.

### **2.2.6 Línea de Abonado Digital de Consumidor “CDSL “**

#### **(CDSL:Consumer Digital Subscriber Line)**

Esta tecnología está relacionada con el ADSL, pero se diferencia en que el ADSL requiere instalar un splitter en cada casa del usuario para separar la voz de los datos y CDSL no necesita de dicho divisor remoto, por lo tanto su instalación se hace más cómoda para el usuario. Tiene además velocidades de transmisión menores que el ADSL, así como distancias más cortas.

### **2.2.7 Línea de Abonado Digital de Muy Alta Velocidad “VDSL”**

#### **(VDSL :Very High-Bit-Rate Digital Subscriber Line)**

Tecnología de muy alta velocidad, cuyas recomendaciones aún no están finalizadas, para velocidades submúltiples de los 155 Mbps del SONET Y SDH.

Sus características son:

- Utiliza altas velocidades de downstream a cortas distancias.
- Es asimétrica, con velocidades de entre 51.84 Mbps (para 300 m.) y 8 Mbps (para 1.5 Km.) de downstream y entre 1.6 Mbps hasta 19.2 Mbps para el upstream, sobre un solo par de cobre.
- Está pensado para transportar celdas ATM.
- La aplicación propia de VDSL es en un escenario híbrido con FTTN (Fiber to the Neighborhood o Fibra hacia el Usuario), es decir manejando fibra por

un lado y llegando hasta el usuario mediante VDSL implementado sobre el último tramo de par de cobre. La alta velocidad que maneja es propia de intenso tráfico por lo que su uso está pensado para servicios que requieren gran ancho de banda como por ejemplo video sobre demanda.

### 2.2.8 Línea de Abonado Digital RDSI “IDSL “ (IDSL:ISDN en Digital Subscriber Line)

Tecnología DSL, aún en desarrollo, que utiliza ISDN para transmitir a velocidades de 128 Kbps en una longitud de hasta 5.5 Km. de par de cobre. Usa el conocido ISDN TA (Terminal Adapter) en el lado del usuario, mientras que en el lado de la red, se usa un switch de acceso IDSL o un banco de módems IDSL conectados a un router.

**TABLA 2.1** Comparativa de las tecnologías xDSL

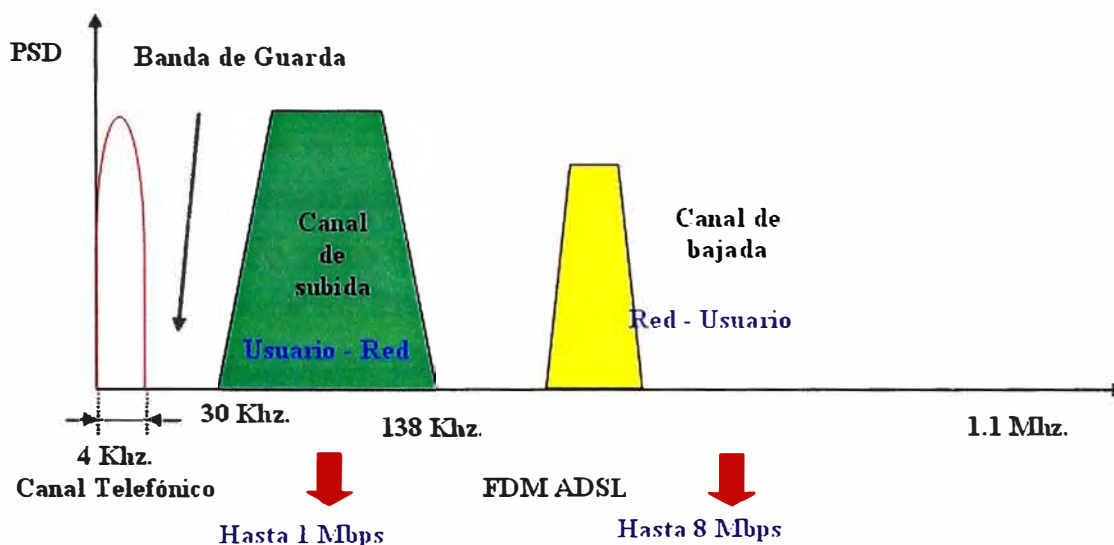
| Nombre              | Significado               | Velocidad     | Modo             | Comentario  |
|---------------------|---------------------------|---------------|------------------|---|
| <b>HDSL / HDSL2</b> | DSL de alta velocidad     | 1544 Mbps     | Simétrico duplex | Usa 2 pares   |
| <b>HDSL / HDSL2</b> | DSL de alta velocidad     | 2048 Mbps     | Simétrico duplex | HDSL2 usa un par  |
| <b>SDSL</b>         | DSL de una sola línea     | 768 Kbps      | Simétrico duplex | Usa un solo par   |
| <b>ADSL</b>         | DSL Asimétrico            | 1.5 a 8 Mbps  | Hacia Usuario    | Usa un solo par 5425 m (18,000') máximo   |
|                     |                           | 16 a 640 Kbps | Desde Usuario    | Acceso a Internet, video en demanda, video simplex, acceso remoto LAN, multimedia interactivo |
| <b>RADSL</b>        | DSL de velocidad adaptiva | 1.5 a 8 Mbps  | Hacia Usuario    | Usa un solo par.  |
|                     |                           | 16 a 640 Kbps | Desde Usuario    | Adapta velocidad a condiciones de línea   |
| <b>CDSL</b>         | DSL de consumidor         | Hasta 1 Mbps  | Hacia Usuario    | Usa un solo par y   |
|                     |                           | 16 a 128 Kbps | Desde Usuario    | no requiere equipo remoto en usuario  |
| <b>VDSL</b>         | DSL de muy alta velocidad | 13 a 52 Mbps  | Hacia Usuario    | Igual que ADSL ATM y HDTV.  |
|                     |                           | 1.5 a 6 Mbps  | Desde Usuario    | Requiere alimentador de fibra   |

Son soluciones, cuya ventaja se encuentra en que utilizan líneas telefónicas comunes, para aliviar el cuello de botella existente y satisfacer la creciente demanda de velocidad por parte de los usuarios, reduciendo costos y tiempos de instalación. DSL es una tecnología prometedora, ya que desplaza a la costosa fibra en muchas aplicaciones que no requieren de velocidades muy altas y aquellas sensibles al costo.

## 2.3 Tecnología ADSL

### 2.3.1 Principios de ADSL

El principio fundamental del concepto ADSL está basado en los accesos de los usuarios a la red. La modulación DMT (Discrete Multitone) utilizada permite al usuario, manteniendo el mismo par telefónico de la planta externa, no sólo incrementar la velocidad de sus conexiones a Internet, sino que al mismo tiempo el usuario puede realizar llamadas telefónicas debido a que se ocupan diferentes rangos de frecuencia.



**Fig. 2.1** :Densidad espectral de potencia del acceso ADSL

Se aprecia en la densidad espectral de potencia que en la baja frecuencia se mantiene intacto el espectro de la voz (los 4KHz del canal telefónico) y que a partir de los 30 KHz se divide el espectro en 2 canales:

#### a. Canal de subida:

- Transporta la información del usuario a la red
- 30 KHz – 138 KHz



- Velocidad de acceso máxima: 1Mbps

**b. Canal de bajada:**

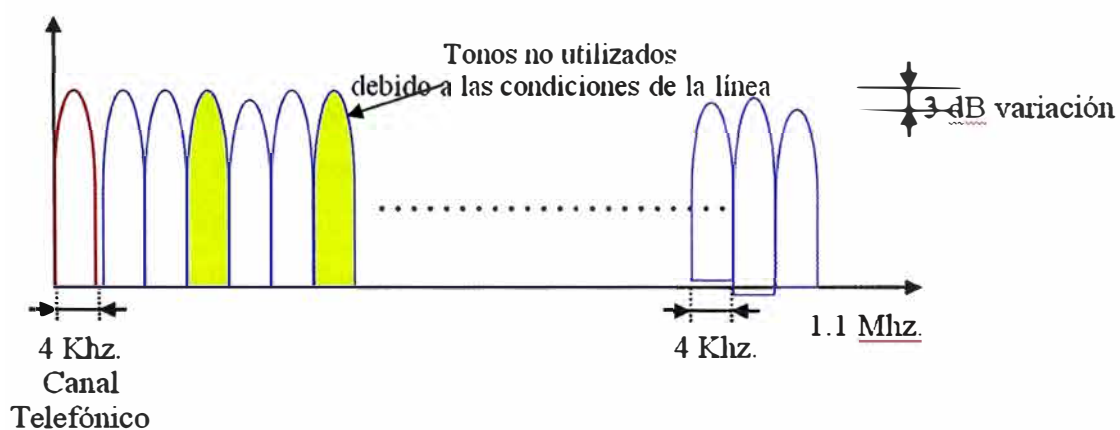
- Transporta la información de la red al usuario
- 138 KHz – 1.1 MHz
- Velocidad de acceso máxima: 8 Mbps
- Esta diferencia de velocidades dará origen al nombre: DSL Asimétrico (o ADSL).

Asimismo podemos mencionar que estas características asimétricas son aprovechadas por los operadores para plantear soluciones orientadas a Internet, puesto que el contenido que los usuarios descargan de la red es mucho mayor a la información que los usuarios envían hacia la red. ADSL es un paso que nos acerca a las redes de banda ancha y su gran logro es la optimización del par trenzado como medio de transmisión, lo cual permite realzar la valorización de la planta externa.

### 2.3.2 Modulación MultiTono Discreto “DMT”

#### (DMT:Discrete MultiTone)

ADSL se basa en el MultiTono Discreto (Discrete MultiTone - DMT) que es una modulación multiportadora adaptativa. Es decir, consiste de muchas portadoras (256 tonos) que dividen la banda frecuencial en sub-bandas llevando información en cada una de ellas (15 bits por tono). El espectro de cada portadora ocupa un ancho de banda de 4 KHz en el espectro de frecuencias.

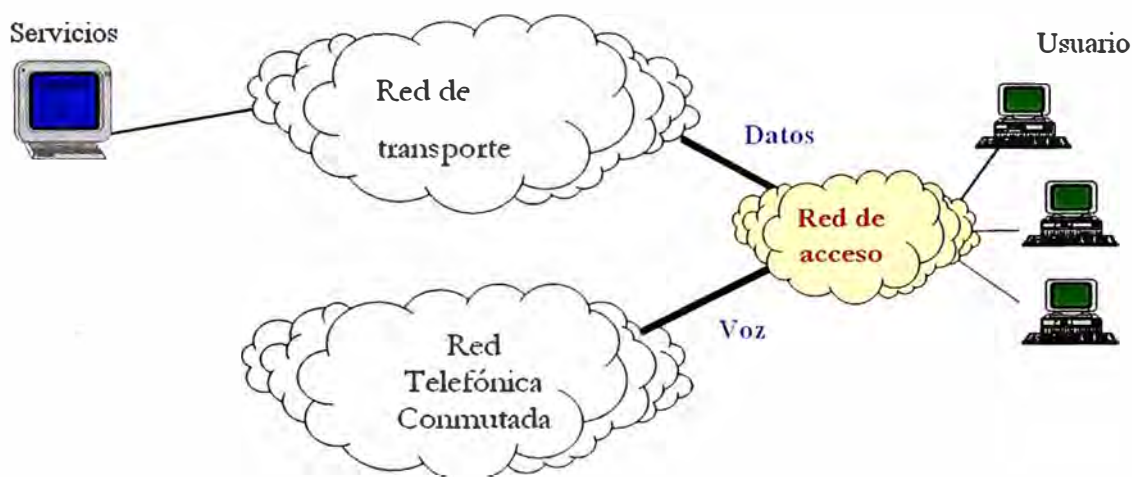


**Fig. 2.2** Uso de múltiples portadoras en la modulación DMT

La energía total debe ser plana en función de la frecuencia. En cada sub-banda la potencia del ruido más la potencia de la señal es constante. ADSL está normalizado en la recomendación T1.413 de ANSI Issue 2 y estandarizado por el ITU en G.992.1 (ex G.DMT)

### 2.3.3 Red ADSL

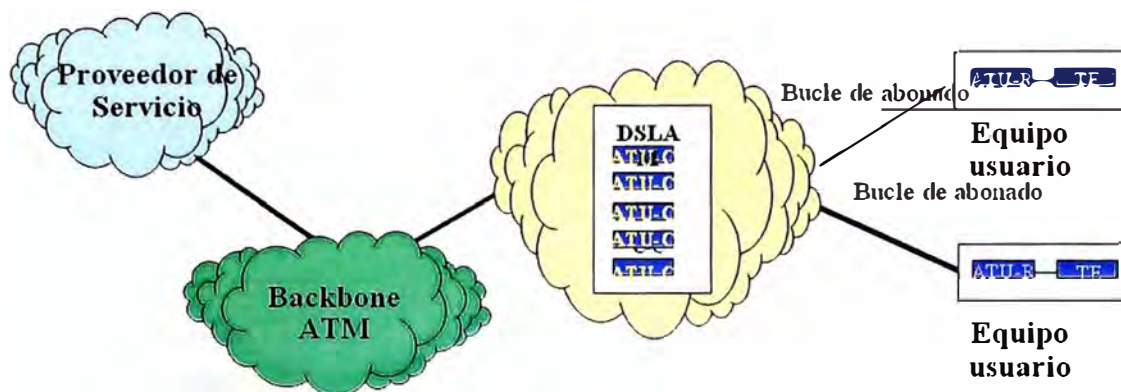
La red ADSL es fundamentalmente una red de acceso que garantiza el tráfico de voz y de datos (este último en banda ancha) por el mismo par de la planta externa. Se discrimina el espectro de voz y es enrutado hacia la Red Telefónica Conmutada (RTC). De igual manera se filtra el espectro de datos y la información es enviada hacia un proveedor de servicios mediante una red de transporte.



**Fig. 2.3** Diagrama esquemático de la red ADSL

En lo que respecta a la parte de datos, la solución planteada contempla:

- Una red de accesos ADSL: Del usuario hacia un DSLAM (Multiplexor de Accesos DSL).
- Una red ATM que transporta la información hacia un proveedor de servicios.
- Un proveedor de servicios: Las compañías que sirven de interfaz entre el usuario y el mundo del Internet se les llama Centro Proveedor de Internet (CPI).



**Fig. 2.4** Esquemático de la red ADSL (concerniente a datos)

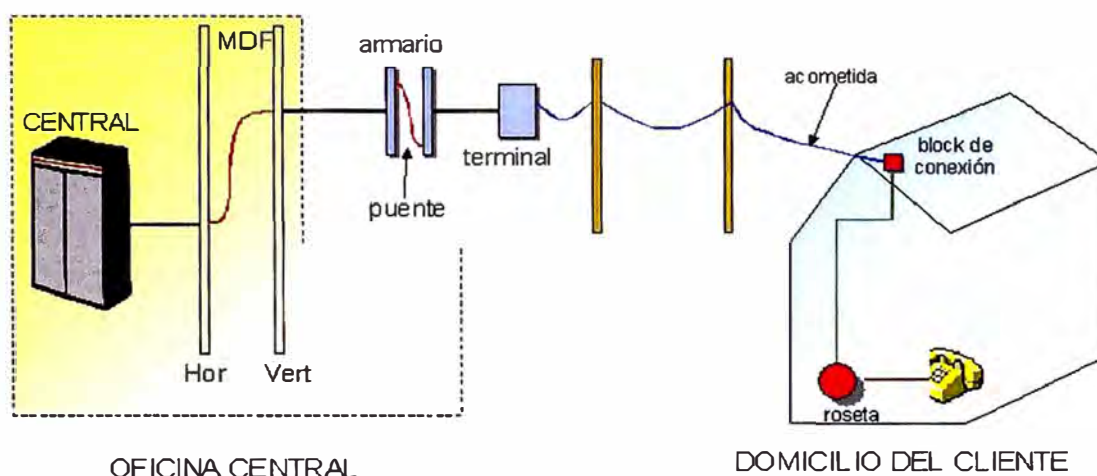
### 2.3.4 Red de acceso

Para poder brindar los accesos ADSL a los usuarios, es necesario realizar ciertos cambios en la central y en el lado del abonado.

Los diagramas siguientes pretenden esclarecer dichos cambios:

#### a. Lado del abonado

- Se agrega un multiplexor / demultiplexor de frecuencias (splitter).
- Se agrega un modem DMT

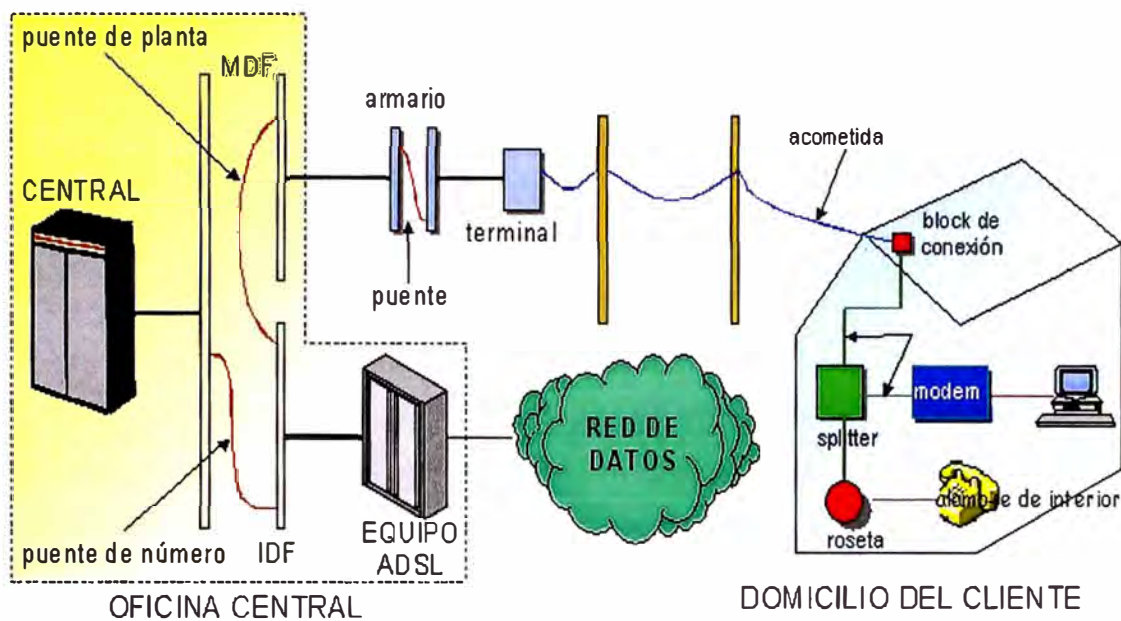


**Fig. 2.5** Diagrama del abonado antes de ADSL

#### b. Lado de central

- Se agrega un DSLAM que contiene los respectivos splitter y modem DMT para que pueda existir conversación entre la central y el usuario.

- Se agrega un IDF entre el MDF y el DSLAM para efectuar el cableado hacia el DSLAM.
- Se cambian los puentes del cableado del MDF (entre el horizontal y el vertical) hacia el IDF.



**Fig. 2.6** Diagrama de conexión del abonado con servicio ADSL

## CAPITULO III

### VISION GENERAL DE MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA

#### (ATM: Asynchronous Transfer Mode)

##### 3.1 Introducción:

La tecnología llamada *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN). La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM. Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud, con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, o con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un CD, etc.

Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será tarifada a una tasa diferente a la que estaría dispuesta a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo. Ese es una de las fortalezas de ATM usted paga solamente por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para usted. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados

a Internet están creando "Cuellos de Botella" en la infraestructura. Para copar este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con solventes sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?.

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística. Por eso es que algunos hacen reminiscencias de perspectivas de conmutación de circuitos mientras que otros lo hacen a redes de paquetes orientados a conexión.

### 3.2 Concepto de ATM

En el Modo de Transferencia Asíncrona, como su nombre indica la transferencia de la información se realiza en forma asíncrona, multiplexando en el tiempo pequeños paquetes de longitud fija (53 bytes) llamados celdas.



### 3.3 Características del ATM

- El procesamiento de las celdas en la conmutación es muy sencillo, lo que permite su implementación a altas velocidades.
- Verifica los errores de la cabecera y detecta errores en múltiples bits pero solamente puede corregir error en un bit.
- No realiza detección ni recuperación de errores de la información del usuario
- Integración real de servicios: Las celdas pueden llevar información de voz, datos o video.
- Es una técnica en modo con conexión (antes de la emisión de las células se establece una ruta, por señalización, entre los usuarios)

- Permite asignación dinámica de ancho de banda según la demanda del usuario a la red.
- Dentro de la red ATM no existen protocolos específicos a las aplicaciones (excepto los protocolos específicos de la red, tales como, de señalización, de mantenimiento, ...). ATM puede trabajar con diferentes aplicaciones y diferentes tecnologías (IP, Ethernet, ....)

### 3.4 Multiplexación de ATM:

Un examen más cercano del protocolo ATM y cómo opera ayudará a explicar cómo los circuitos virtuales, las rutas virtuales, los conmutadores y los servicios que ellos acarrearán se afectan entre sí.

La Figura 3.7 muestra un formato básico y la jerarquía de ATM. Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas (bursty traffic) como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un "virtual circuit identifier" VCI y un "virtual path identifier" VPI dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión. La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de si la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red. Las celdas son enrutadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local - ya que pueden ser cambiados de interfase a interfase.

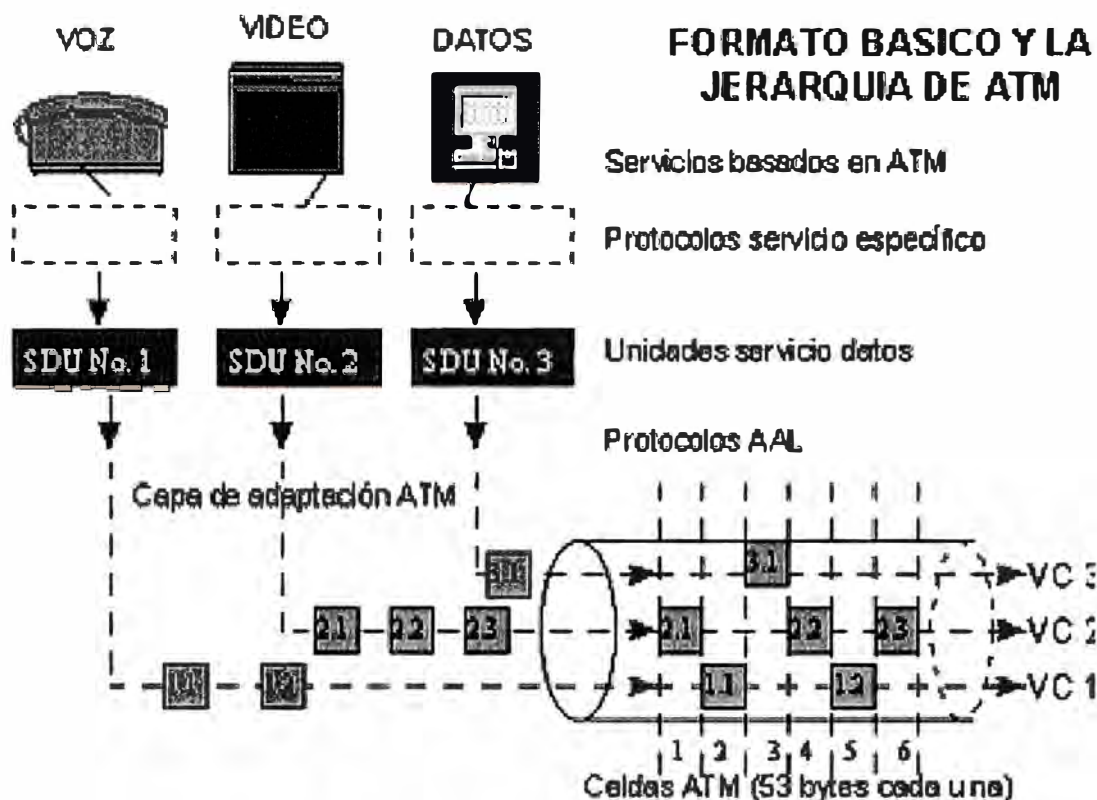


Fig. 3.1 Voz, Datos y video

La técnica ATM multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta (path) virtual colocándolas en particiones (slots), similar a la técnica TDM. Sin embargo, ATM llena cada slot con celdas de un circuito virtual a la primera oportunidad, similar a la operación de una red conmutada de paquetes. La figura 3.8 describe los procesos de conmutación implícitos los VC switches y los VP switches.



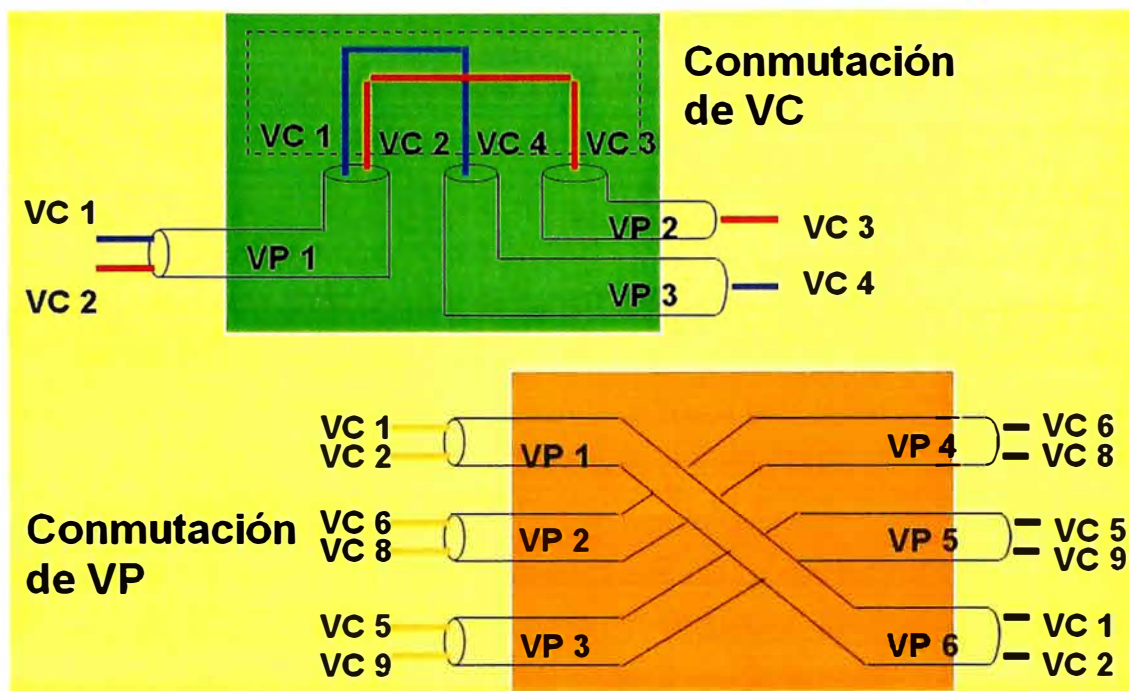


Fig. 3.2 Conmutación de VP y VC

Los slots de celda no usados son llenados con celdas "idle", identificadas por un patrón específico en la cabecera de la celda. Este sistema no es igual al llamado "bit stuffing" en la multiplexación Asíncrona, ya que aplica a celdas enteras.

Diferentes categorías de tráfico son convertidas en celdas ATM vía la capa de adaptación de ATM (AAL - ATM Adaptation Layer), de acuerdo con el protocolo usado. (Más adelante se explica este protocolo).

La tecnología ATM ha sido definida tanto por el ANSI como por el CCITT a través de sus respectivos comités ANSI T1, UIT SG XVIII, como la tecnología de transporte para la B-ISDN (Broad Band Integrated Services Digital Network), la RDSI de banda ancha. En este contexto "transporte" se refiere al uso de técnicas de conmutación y multiplexación en la capa de enlace (Capa 2 del modelo OSI) para el trasiego del tráfico del usuario final de la fuente al destino, dentro de una red. El ATM Forum, grupo de fabricantes y usuarios dedicado al análisis y avances de ATM, ha aprobado cuatro velocidades UNI (User Network Interfases) para ATM: DS3 (44.736 Mbit/s), SONET STS3c (155.52 Mbit/s) y 100 Mbit/s para UNI privados y 155 Mbit/s para UNI privadas. UNI privadas se refieren a la interconexión de usuarios ATM con un switch ATM privado que es manejado como parte de la misma red corporativa. Aunque la tasa de datos original para ATM fue de 45 Mbit/s especificado para redes de operadores (carriers) con redes T3 existente, velocidades

UNI adicionales se han venido evaluando y están ofreciéndose. También hay un alto interés en interfases, para velocidades E1 (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

### 3.5 Protocolo ATM:

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas (Ver figura 3.13).

La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define las interfases físicas con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.) ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, T1/E1 o aún en módems de 9600 bps. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

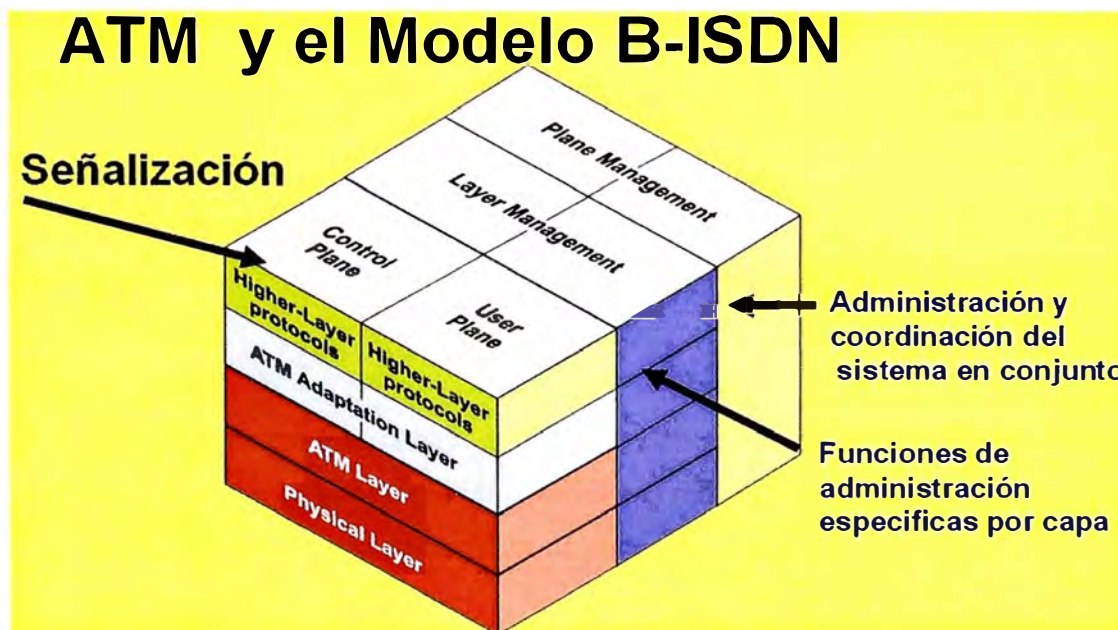


Fig. 3.3 Plano de Usuario, Control y Administración

La subcapa PMD (Physical Medium Dependent) tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc., Por ejemplo, la tasa de datos SONET que se usa, es parte del PMD. La subcapa

TC (Transmission Convergence) tiene que ver con la extracción de información contenida desde la misma capa física. Esto incluye la generación y el chequeo del Header Error Corrección (HEC), extrayendo celdas desde el flujo de bits de entrada y el procesamiento de celdas "idles" y el reconocimiento del límite de la celda. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.



Fig. 3.4 La capa Física

La segunda capa es la capa ATM. Ello define la estructura de la celda y cómo las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una red ATM, esta capa es independiente del servicio. El formato de una celda ATM es muy simple. Consiste de 5 bytes de cabecera y 48 bytes para información.

Las celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. El tamaño de la celda ha sido escogido como un compromiso entre una larga celda, que es muy eficiente para transmitir largas tramas de datos y longitudes de celdas cortas que minimizan el retardo de procesamiento de extremo a extremo, que son buenas para voz, vídeo y protocolos sensibles al retardo. A pesar de que

no se diseñó específicamente para eso, la longitud de la celda ATM acomoda convenientemente dos Fast Packets IPX de 24 bytes cada uno.

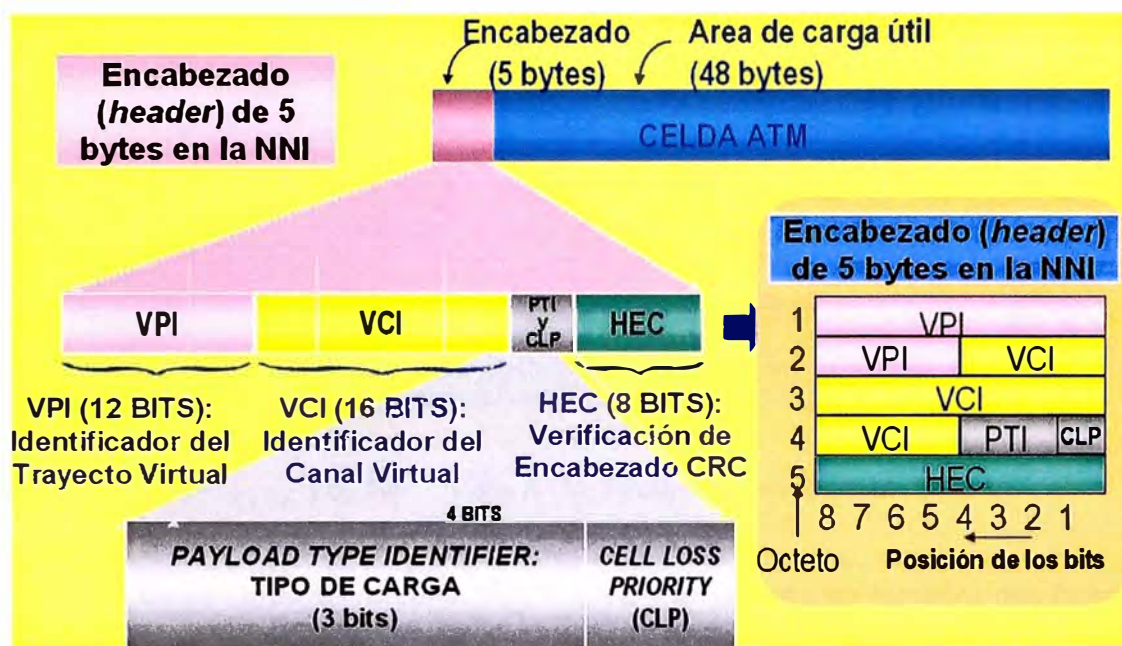


Fig. 3.5 Capa ATM, Encabezado en una celda NNI

Los comités de estándares han definido dos tipos de cabeceras ATM: los User-to-Network Interface (UNI) y la Network to Network Interface (NNI). La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz entre el equipo del cliente CPE (Customer Premises Equipment), tal como hubs o routers ATM y la red de área ancha ATM (ATM WAN). La NNI define la interfase entre los nodos de la red (los switches o conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interfase entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público (carrier). Específicamente, la función principal de ambos tipos de cabeceras de UNI y la NNI, es identificar las "Virtual paths identifiers" (VPIS) y los "virtual circuits" o virtual channels (VCIS) como identificadores para el ruteo y la conmutación de las celdas ATM.

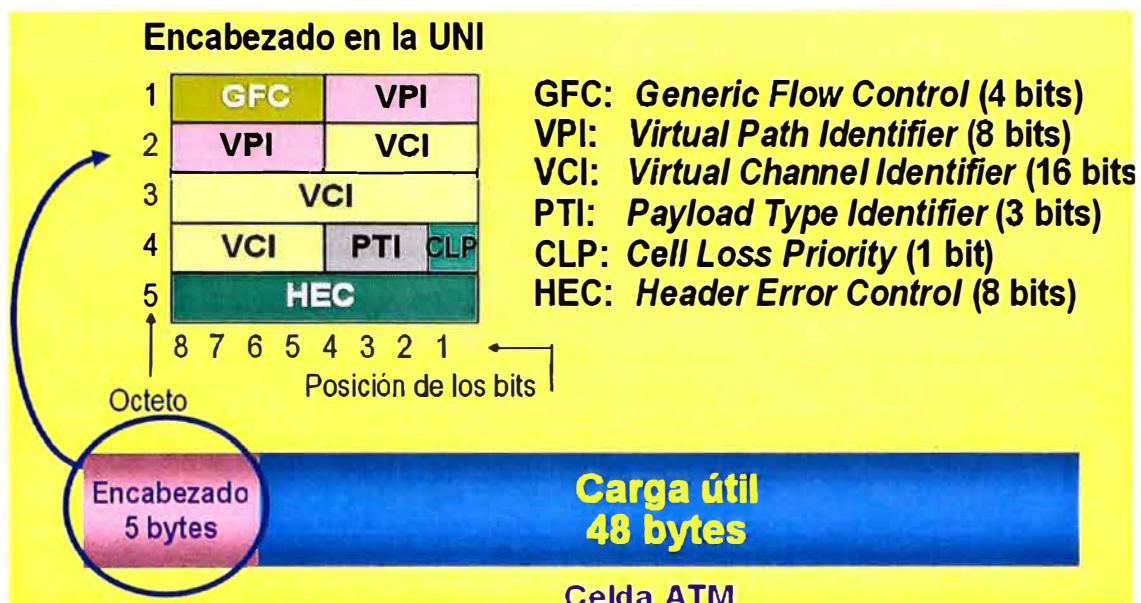


Fig. 3.6 Capa ATM, Encabezado en una celda UNI

Con los formatos de celda UNI y la NNI se muestra un esquema que interviene la Red de Transporte.

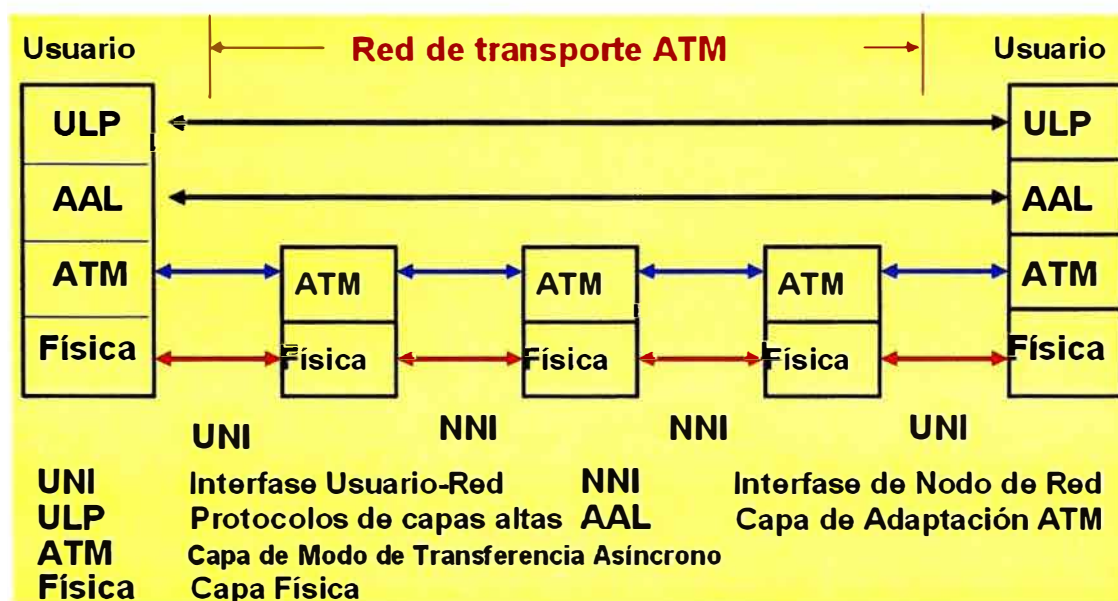


Fig. 3.7 Arquitectura en capas de una Red ATM

### 3.6 Criterios del AAL (AAL: ATM Adaptation Layer)

Hay 2 parámetros de contrato: Parámetros de Tráfico y Calidad de Servicio

### 3.6.1 Parámetros de Tráfico

- **Velocidad Pico de Celda (PCR:Peak Cell Rate)** Máxima Velocidad la cual puede transmitir una conexión sin pérdida de celdas
- **Velocidad Sostenible de Celda (SCR:Sustainable Cell Rate)** Performance de número de celdas promedio que una aplicación o un servicio desarrolla
- **Tamaño de la Máxima Ráfaga (MBS:Maximum Burst Size)** Dimensión de la máxima ráfaga de celdas continuas que pueden ser transmitidas.
- **Mínima Velocidad de Celda (MCR:Minimum Cell Rate)** Medida de la habilidad de una aplicación para manejar latencia (retardos).

### 3.6.2 Calidad de Servicio

- **Retardo Máximo de Transferencia de Celda (MCTD:Maximum Cell Transfer Delay)** Cuanto tiempo toma la red en transmitir una celda de un extremo a otro.
- **Tolerancia de la Variación del Retardo de Celda (CDVT:Cell Delay Variation Tolerante)** Distorsión de línea causado por variación en los tiempos de arribo de celda a celda.
- **Rango de Pérdida de Celdas (CLR:Cell Loss Ratio)** Porcentaje de celdas que la red puede desechar para evitar congestión

## 3.7 La capa de adaptación de ATM “AAL”:

### (AAL: ATM Adaptation Layer)

La tercera capa es la ATM Adaptation Layer (AAL). La AAL juega un rol clave en el manejo de múltiples tipos de tráfico para usar la red ATM, y es dependiente del servicio. Específicamente, su trabajo es adaptar los servicios dados por la capa ATM a aquellos servicios que son requeridos por las capas más altas, tales como emulación de circuitos, (circuit emulation), vídeo, audio, frame relay, etc. La AAL recibe los datos de varias fuentes o aplicaciones y las convierte en los segmentos de 48 bytes. Cinco tipos de servicio AAL están definidos actualmente:

La capa de Adaptación de ATM yace entre el ATM layer y las capas más altas que usan el servicio ATM. Su propósito principal es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por el usuario y atender los servicios disponibles del ATM layer. La

capa de adaptación introduce la información en paquetes ATM y controla los errores de la transmisión.

La información transportada por la capa de adaptación se divide en cuatro clases según las propiedades siguientes:

1. Que la información que esta siendo transportada dependa o no del tiempo.
2. Tasa de bit constante/variable.
3. Modo de conexión.

Estas propiedades definen ocho clases posibles, cuatro se definen como B-ISDN Clases de servicios. La capa de adaptación de ATM define 4 servicios para equiparar las 4 clases definidas por B-ISDN:

- AAL-1
- AAL-2
- AAL-3
- AAL-4

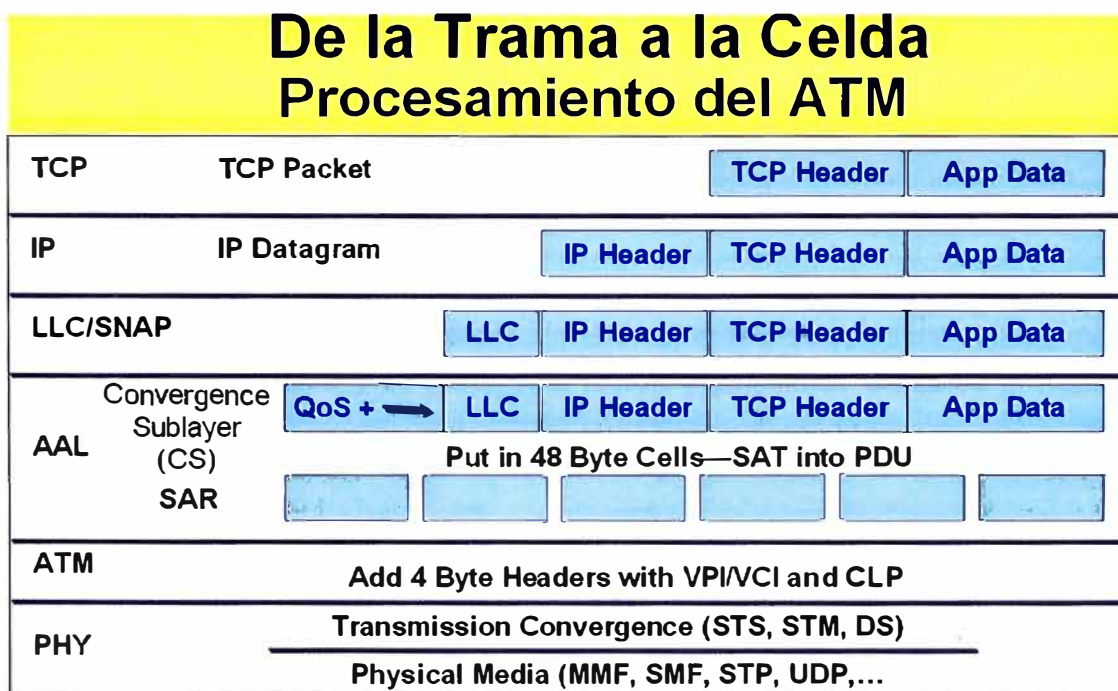


Fig. 3.8 Niveles de procesamiento de la trama

La capa de adaptación se divide en dos subcapas:

### 3.7.1 Capa de convergencia “CS”

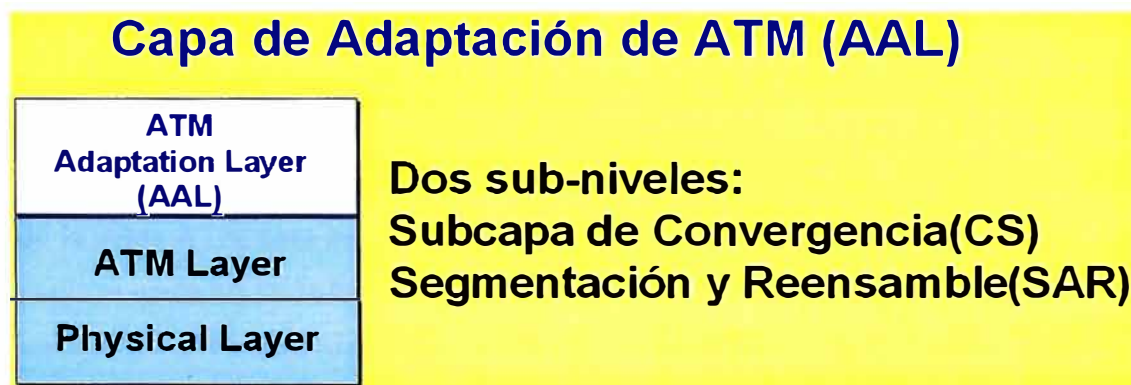
(CS:Convergence sublayer)

En esta capa se calculan los valores que deben llevar la cabecera y los payloads del mensaje. La información en la cabecera y en el payload depende de la clase de información que va a ser transportada.

### 3.7.2 Capa de Segmentación y reensamblaje

(SAR:Segmentación and Reassembly)

Esta capa recibe los datos de la capa de convergencia y los divide en trozos formando los paquetes de ATM. Agrega la cabecera que llevara la información necesaria para el reensamblaje en el destino.



**Fig. 3.9** Modelo Referencial ATM

La siguiente figura 3.16 aporta una mejor comprensión de ellas. La subcapa CS es dependiente del servicio y se encarga de recibir y paquetizar los datos provenientes de varias aplicaciones en tramas o paquete de datos longitud variable.



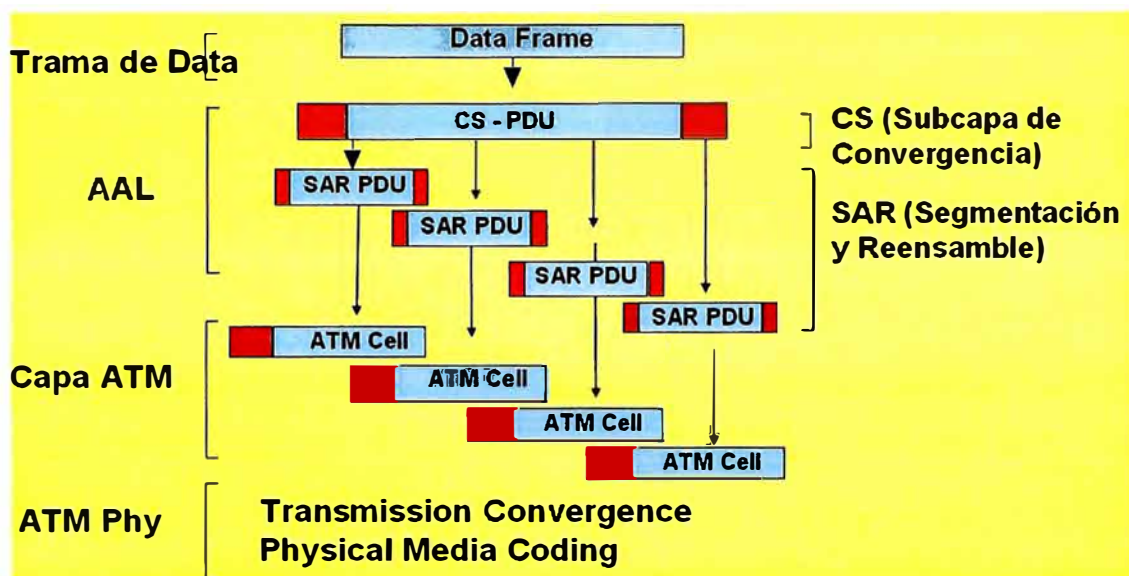


Fig. 3.10 Etapas desde nivel físico al servicio específico

Estos paquetes son conocidos como (CS - PDU) CONVERGENCE SUBLAYER PROTOCOL DATA UNITS.

Luego, la sub capa recibe los SAR CS - PDU, los reparte en porciones del tamaño de la celda ATM para su transmisión. También realiza la función inversa (reensamblado) para las unidades de información de orden superior. Cada porción es ubicada en su propia unidad de protocolo de segmentación y reensamble conocida como (SAR - PDU) SEGMENTATION AND REASSEMBLER PROTOCOL DATA UNIT, de 48 bytes.

Finalmente cada SAR - PDU se ubica en el caudal de celdas ATM con su header y trailer respectivos.

### 3.7.3 AAL1:

**AAL-1** se usa para transferir tasas de **bits constantes** que dependen del tiempo. Debe enviar por lo tanto información que regule el tiempo con los datos. AAL-1 provee recuperación de errores e indica la información con errores que no podrá ser recuperada.

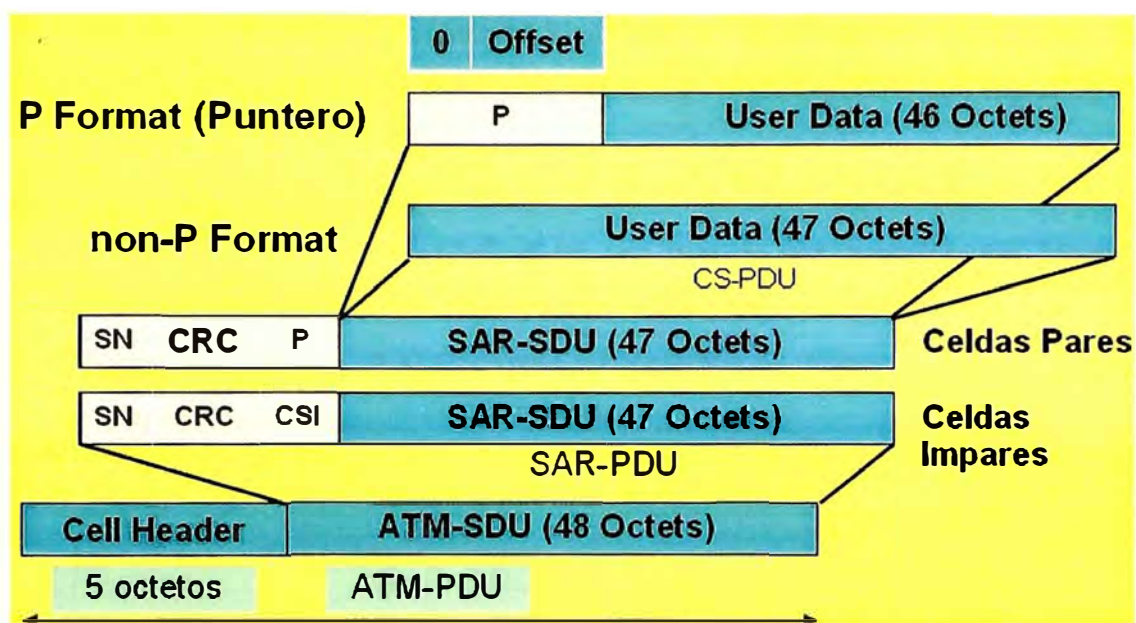


Fig. 3.11 AAL-1

### Capa de convergencia:

Las funciones provistas a esta capa difieren dependiendo del servicio que se proveyó. Provee la corrección de errores.

### Capa de segmentación y reensamblaje:

En esta capa los datos son segmentados y se les añade una cabecera. La cabecera contiene 3 campos

- Número de secuencia usado para detectar una inserción o pérdida de un paquete.
- Número de secuencia para la protección usado para corregir errores que ocurren en el número de secuencia.
- Indicador de capa de convergencia usado para indicar la presencia de la función de la capa de convergencia.

### Características AAL-1:

- Soporte a servicios orientados a la conexión con requerimientos de una tasa de bits constante y un bajo y constante retardo. Usado para soportar Servicios CES (Circuit Emulation Service) over ATM - estructurado o no-estructurado.
- Detecta pérdida o inserción de celdas usando SN (Sequence No.)
- Incluye información para recuperar la sincronización - CSI (CS Indication)

- CCS - Common Channel Signaling - Nx64 without signaling
- CAS - Channel Associated Signaling - Separate Nx64 and signaling channel

### 3.7.4 AAL 2:

AAL-2 se usa para transferir datos con tasa de bits variable que dependen del tiempo. Envía la información del tiempo conjuntamente con los datos para que esta pueda recuperarse en el destino. AAL-2 provee recuperación de errores e indica la información que no puede recuperarse.

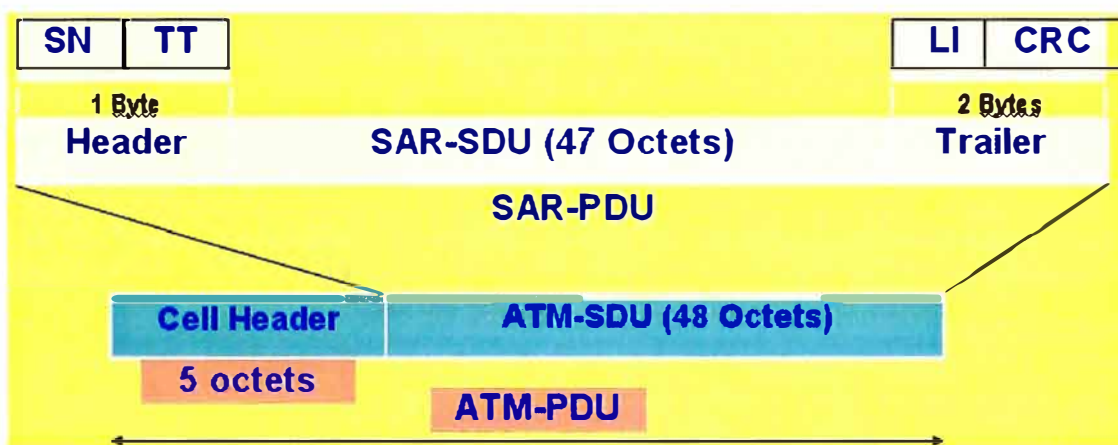


Fig. 3.12 AAL-2

#### Capa de convergencia:

Esta capa provee para la corrección de errores y transporta la información del tiempo desde el origen al destino.

#### Capa de segmentación y recuperación:

El mensaje es segmentado y se le añade una cabecera a cada paquete. La cabecera contiene dos campos.

- Numero de secuencia que se usa para detectar paquetes introducidas o perdidas.
- El tipo de información es:
  - BOM, comenzando de mensaje
  - COM, continuación de mensaje
  - EOM, fin de mensaje o indica que el paquete contiene información de tiempo u otra.

El payload también contiene dos de campos:

- indicador de longitud que indica el número de bytes validos en un paquete parcialmente lleno.
- CRC que es para hacer el control de errores.

### Características AAL-2:

- Optimizado para transportar datos con velocidades dependientes del tiempo.
- Indicador para el principio, mitad o final de la trama.
- Permite enviar celdas ATM antes que la carga útil esté completa.
- Usado para la transmisión de voz y video comprimido.

### 3.7.5 AAL 3:

AAL-3 se diseña para transferir los datos con tasa de bits variable que son independientes del tiempo. AAL-3 puede ser dividido en dos modos de operación:

1. Fiable: En caso de perdida o mala recepción de datos estos vuelven a ser enviados. El control de flujo es soportado.
2. No fiable: La recuperación del error es dejado para capas mas altas y el control de flujo es opcional.

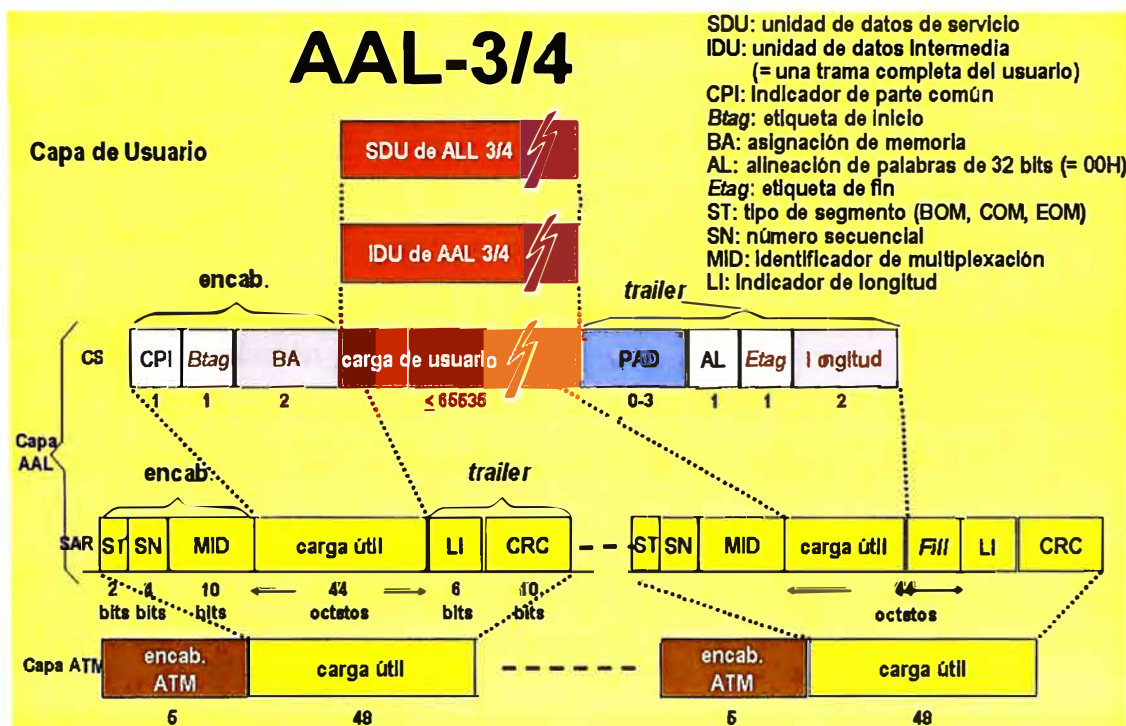


Fig. 3.13 AAL-3/4

### **Capa de convergencia:**

La capa de convergencia en AAL 3 es parecida al ALL 2. Esta subdividida en dos secciones:

1. Parte común de la capa de convergencia. Esto es provisto también por el AAL-2 CS. Añade una cabecera y un payload a la parte común (ver figura 3.19)

La cabecera contiene 3 campos:

- Indicador de la parte común que dice que el payload forma parte de la parte común.
- Etiqueta de comienzo que indica el comienzo de la parte común de la capa de convergencia.
- Tamaño del buffer que dice al receptor el espacio necesario para acomodar el mensaje.

El payload también contiene 3 campos:

- Alineación es un byte de relleno usado para hacer que la cabecera y el payload tengan la misma longitud.
- Fin de etiqueta que indica el fin de la parte común de la CS(capa de convergencia).
- El campo de longitud tiene la longitud de la parte común de la CS.
  1. Parte específica del servicio. Las funciones proveídas en esta que capa dependen de los servicios pedidos. Generalmente se incluyen funciones para la recuperación y detección de errores y puede incluir también funciones especiales.

### **Capa de segmentación y reensamblaje**

En esta capa los datos son partidos en paquetes de ATM. Una cabecera y el payload que contiene la información necesaria para la recuperación de errores y reensamblaje se añaden al paquete. La cabecera contiene 3 campos:

1) Tipo de segmento que indica que parte de un mensaje contiene en payload. Tiene uno de los siguientes valores:

- BOM: Comenzando de mensaje
- COM: Continuación de mensaje
- EOM: Fin de mensaje

- SSM: Mensaje único en el segmento

2) Numero de secuencia usado para detectar una inserción o una perdida de un paquete.

3) Identificador de multiplexación. Este campo se usa para distinguir datos de diferentes comunicaciones que ha sido multiplexados en una única conexión de ATM.

El payload contiene dos campos:

1) Indicador de longitud que indica el número de bytes útiles en un paquete parcialmente lleno.

2) CRC es para el control de errores.

#### **Características AAL-3/4:**

- Adecuado para transmisión connection oriented y connectionless.
- Complejo
- Usado principalmente para aplicaciones de datos que no tienen correlación temporal
- Reemplazado por AAL5. Todavía usado en aplicaciones SMDS

#### **3.7.6 AAL 4:**

AAL-4 se diseña para transportar datos con tasa de bits variable independientes del tiempo. Es similar al AAL3 y también puede operar en transmisión fiable y o no fiable. AAL-4 provee la capacidad de transferir datos fuera de una conexión explícita. AAL 2, AAL 3/4 y AAL 5 manejan varios tipos de servicios de datos sobre la base de tasas de bits variables tales como Switched Multimegabit Data Service (SMDS), Frame Relay o tráfico de redes de área local (LAN). AAL 2 y AAL 3 soportan paquetes orientados a conexión. (Ver tabla)

**TABLA 3.1** Clasificación de capas AAL

| La Capa AAL                        |                      |            |              |                         |
|------------------------------------|----------------------|------------|--------------|-------------------------|
| Clasificación de los Servicios AAL |                      |            |              |                         |
|                                    | Clase A              | Clase B    | Clase C      | Clase D                 |
| Temporización entre extremos       | SI                   |            | NO           |                         |
| Velocidad                          | constante            | variable   |              |                         |
| Modo de Conexión                   | orientado a conexión |            |              | no orientado a conexión |
| Ejemplos                           | voz, video           | Voz, video | datos        | mensajes                |
| AAL                                | AAL1                 | AAL2       | AAL3/4, AAL5 | AAL3/4, AAL5            |

(El término orientado a conexión describe la transferencia de datos después del establecimiento de un circuito virtual).

### 3.7.7 AAL5:

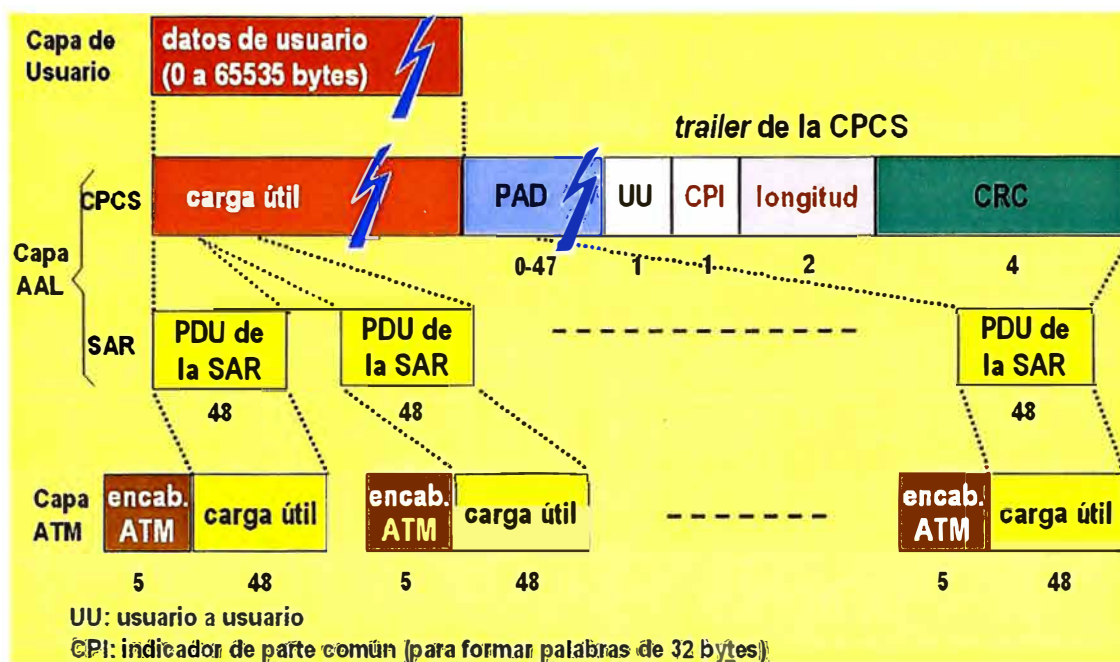


Fig. 3.14 AAL-5

#### Características AAL-5:

- Versión simplificada de AAL-3/4. Mejor uso de la carga útil. Las transmisiones punto a multi-punto son uni-direccionales.
- Tiene opción para el descarte de tramas.
- Indicación para la última celda de la trama.
- Usado para transmitir tráfico IP y Frame Relay sobre ATM



## CAPITULO IV

### INTRODUCCION A VoDSL

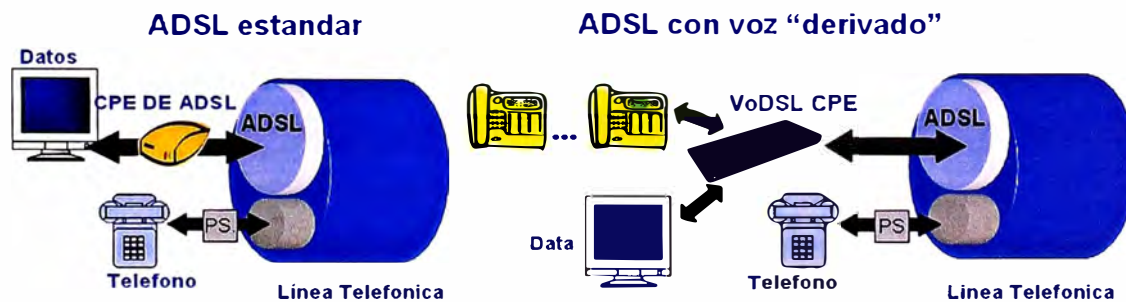
#### 4.1 ¿Qué es VoDSL?

En ADSL es enviar la voz en una parte separada del espectro (FDM). La señal se mantiene. La desventaja es la necesidad de un splitter de pots y el hecho que se tiene sólo una línea.

En el caso de VoDSL los teléfonos (hasta 16) son conectados al modem de VoDSL y la voz es multiplexado en una conexión de ATM sobre el ADSL. Todos los 16 teléfonos pueden ser usados al mismo tiempo para llamadas diferentes.

Los módems de VoDSL actualmente ponen en práctica 4 ó 8 puertos de teléfono. La limitación de 16 deba a la limitación del bitrate UPSTREAM de ADSL. En el caso del SHDSL el número de teléfonos se podía aumentar hasta 32.

En la vía, el tráfico de voz y datos son combinadas. Esta es la convergencia de voz / datos en la red de acceso solamente.



**Fig. 4.1** Esquema de VoDSL

- Hasta 16 canales de voz simultáneos en un solo par de cobre
- Aprovisionamiento de SOFTWARE de canales de voz adicionales
- Integrada solución de voz y datos ( la evolución hacia FDL)

- Inicialmente se enfocó en SME (Pequeña y mediana Empresa) y alta terminación del mercado residencial.

#### 4.1.1 Tecnología de transporte

Voz sobre ATM principal ventaja es la característica de multiplexión estadística: si el circuito no está en uso, otro servicio puede usar ese ancho de banda. Encima todo infraestructura puede ser basada en un solo modo de switching/routing algunas veces la magnitud de los equipos como medios de transporte. La uniformidad refleja también hacia los sistemas de manejo que dará a una vista más uniforme.

La voz sobre DSL combina la Voz y los datos en la red de acceso



**Fig. 4.2** Diferentes aplicaciones de voz por conmutación de paquetes

- \* **Voz sobre paquete:** optimizando infraestructura de red
- \* **Voz sobre ATM** es la elección de ejecución en VoDSL (acceso a red)
  - Soporta QoS dentro del ATM ( el CBR)
  - Un estándar AAL-2, permite el uso de ancho de banda optimizada ( si no existe ninguna llamada el ancho de banda puede ser usado para datos)
  - La manipulación de voz incluye compresión, cancelación de eco
- \* **Voz sobre TDM** (la multiplexión de división de tiempo) usa un canal fijo (el ancho de banda)
- \* **La voz va en espectro separado:** la solución con PS(Pots Splitter) hoy.

#### 4.1.2 La convergencia de voz y datos empieza en el acceso

Una de las ventajas más importantes de VoDSL es el hecho que el servicio de teléfono es transparente. Es como si el teléfono es directamente unido a la LEX(central). De este modo todos los teléfonos pueden tener el servicio disponible desde el principio.

- \* VoDSL permite actualmente
  - Enteramente-telefonía
  - El transporte de paquete para voz y datos
- \* Inversiones de TDM (múltiplex ión por división de tiempo) mínimas
  - Concentración I/f (V5.2/GR303)
  - Ninguna tarjeta de línea análoga
- \* Servicio máximo
  - Existencia del servicio de telefonía (cfr. Transparencia)
  - Existencia de facturación y servicios al cliente.
  - Portabilidad de número local

#### 4.1.3 Aplicaciones

VoDSL es especialmente importante para el SOHO(pequeña oficina-Oficina doméstica) y el SMEs(Pequeña y Mediana Empresa). Sin embargo también residenciales puedan beneficiarse de este servicio como se explicó anteriormente.

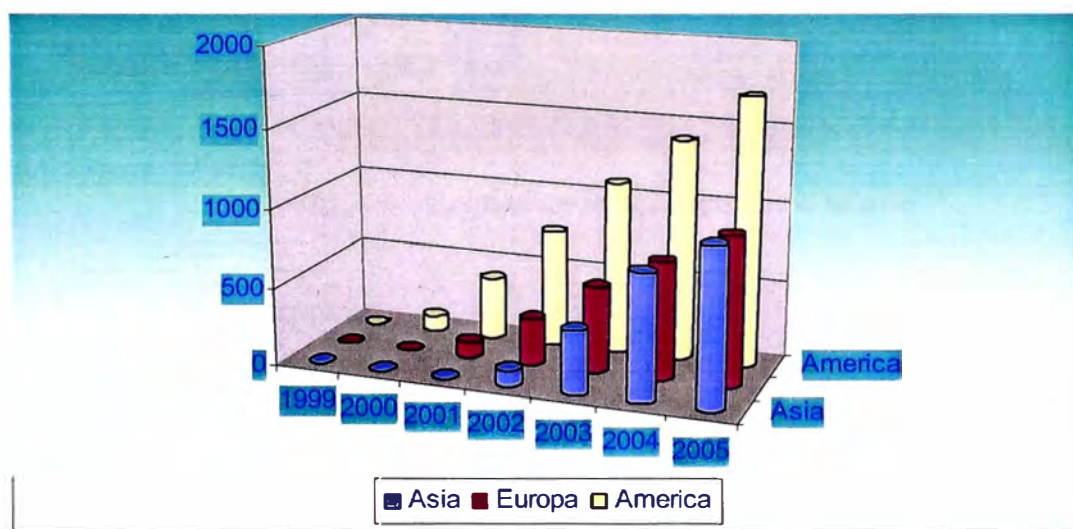
- \* **SOHO y SME (Small Office-Home Office y Small and Medium Enterprise)**
  - Paquete de datos de alta velocidad y múltiple líneas de voz.
  - Los sistemas de PBX/Key conectado modem integrado
  - Pequeño grupo Centrex ( sobre una sola línea!)
  - Ningún tiempo de espera para nueva línea de voz (el auto registro)
  - El auto registro permite activar / desactivar las líneas de voz
- \* **Residencial**
  - Paquete de datos de alta velocidad y líneas de voz múltiple.
  - El entorno de trabajo en la casa (PC, teléfono, FAX)
  - 2º y 3º línea Ej. Instale para 2º línea POTS para estar listo el dato.
  - Ningún tiempo de espera para una línea nueva de voz (el propio registro)

#### 4.1.4 VoDSL: Proyecciones mundiales

La Tabla y el gráfico estadístico pueden diferir con respecto a la fuente consultada, sin embargo las tendencias son similares

**TABLA 4.1** Cuadro proyectado en el año 2000

| Año  | Asia | Europa | América |
|------|------|--------|---------|
| 1999 | 0    | 0      | 0       |
| 2000 | 0    | 0      | 100     |
| 2001 | 0    | 100    | 400     |
| 2002 | 100  | 300    | 750     |
| 2003 | 400  | 550    | 1100    |
| 2004 | 800  | 750    | 1400    |
| 2005 | 1000 | 950    | 1700    |



**Fig. 4.3** Proyección de abonados por VoDSL

## 4.2 Principios de VoDSL

### 4.2.1 Transparencia de voz

Un teléfono puede estar directamente unido a una Central Local "LEX(Local EXchange)" o por un Nodo de Acceso. El AN (nodo de acceso) usa el interfaz V5.1 que interactúa el PSTN(Public Switched Telephone Network). En este último caso es como si el teléfono está directamente unido a la central.

En caso de VoDSL el Gateway se comporta como un nodo de acceso porque lo usa también la interfaz V5.2 hacia la LEX(Central). Sin embargo, entre el Gateway y el CPE(Customer Premise Equipment) hay una interfaz de voz sobre ATM/ADSL. También esta interfaz debe ser transparente desde el punto de vista de voz. De nuevo, como si el teléfono esta directamente unido a la Central.

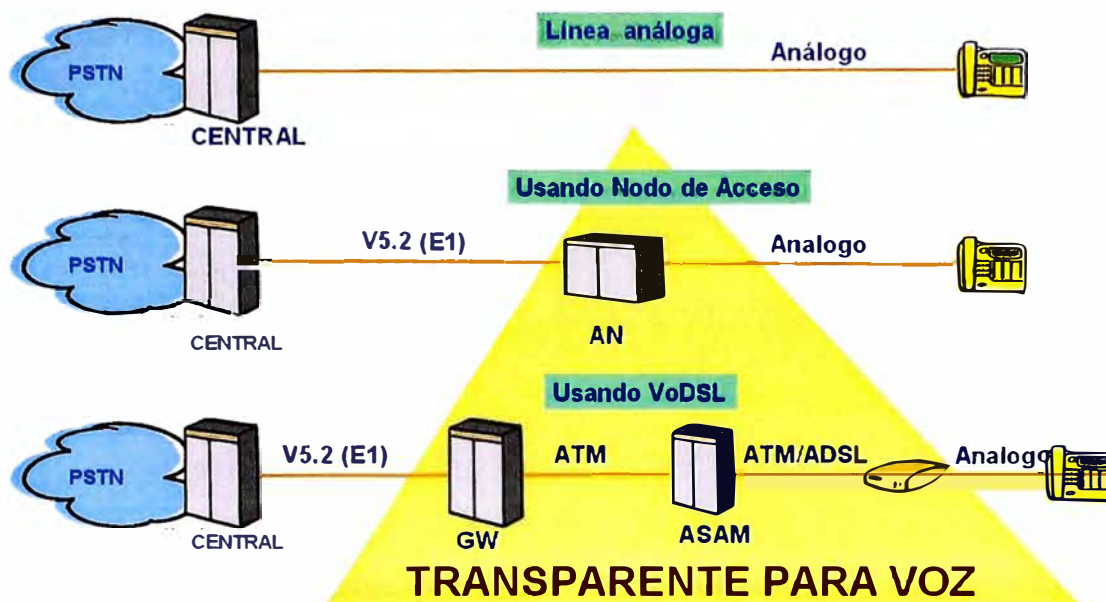


Fig. 4.4 Los accesos transparente para el usuario

#### 4.2.2 Lazo digital completo

La figura 4.25 muestra una conexión de datos.

**Para voz**, una conexión de ATM existe entre el CPE y el GW. Hoy esta conexión es conmutada en la red de ATM porque no existe ninguna capacidad de conmutación en el ASAM. Todas las llamadas de voz originando de los teléfonos del mismo CPE son multiplexados en la misma conexión de ATM. En realidad también la señalización de voz es enviada sobre la misma conexión.

**Para cada llamada** separadamente en un canal de 64 Kbit/s de E1 es distribuido en uno de los enlaces de la interfaz de E1.

**Para los datos** una conexión de ATM existe entre el CPE y los BRAS. Sobre esta conexión el usuario puede conectar el ISP o la red corporativa.

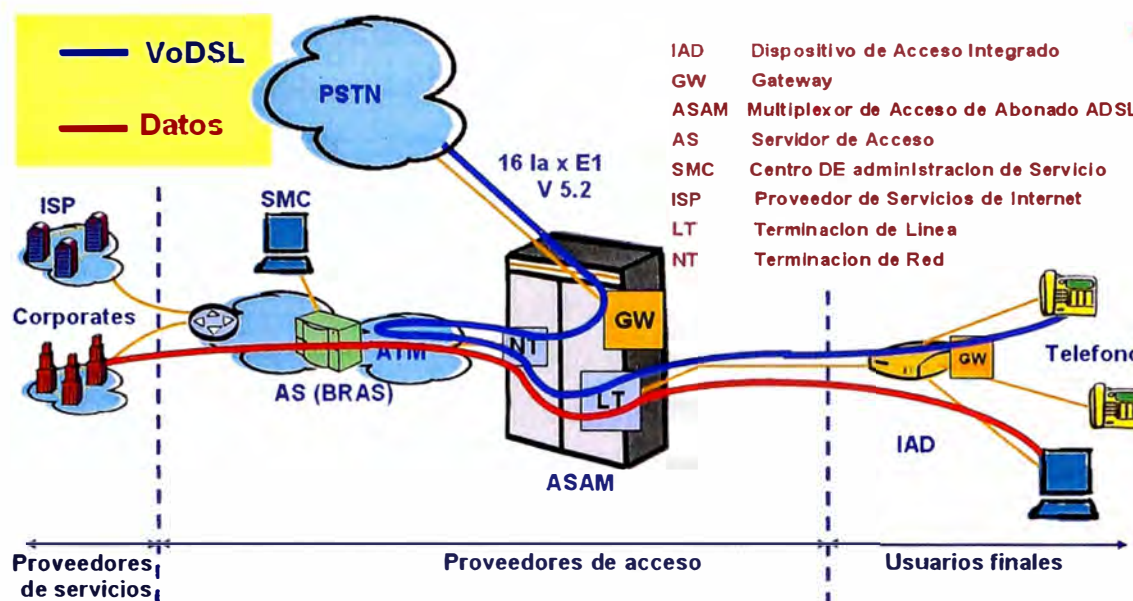


Fig. 4.5 Conexión de Voz y Datos

### 4.3 Voz y datos

#### 4.3.1 Voz

- Una sola conexión permanente VC de ATM/AAL2 usado para llevar toda la voz y el tráfico de señalización de voz.
- El ancho de banda de voz debe ser garantizado, así que CBR(Constant Bit Rate) es usado.
- Este VC existe entre el CPE y el Gateway, donde finaliza.
- La interfaz entre el Gateway y la "Central" LEX (PSTN) es V5.2

#### 4.3.2 Datos

- Una conexión de ATM/AAL5 de SVC o PVC es usado para llevar todo el tráfico de datos.
- El tráfico de datos no es garantizado, así que UBR(Unspecified Bit Rate) es usado (practicando mejor esfuerzo).
- Este VC existe entre el CPE y los AS (BRAS), donde finaliza.

### 4.4 Calculando el Ancho de banda de voz

- \* Una celda de ATM es llenada con 44 bytes de muestras de voz
- \* Cuando un CODEC de 32 kbit/s es usado, esto toma (4 Bits/muestra):

- $88 \times 4 \text{ (bits)}/32 \text{ (kbit/s)} = 11 \text{ MS}$
- \* En otros términos: por llamada de voz una celda de ATM completamente llena es transmitido cada 11 MS
- \* El ancho de banda total requerido por llamada de voz es:
  - $32 \text{ (kbit/s)} \times 53/44 = 38.5 \text{ Kbit/s}$
- \* En la ejecución de CPE actual (4 teléfonos) el ancho de banda requerido es:
  - $4 \times 38.5 \text{ (kbit/s)} = 154.2 \text{ Kbit/s}$  (la señalización es solo unos cuantos kbit/s)
- \* Para un CODEC de 64 kbit/s los cálculos son similares
  - Una celda de ATM completamente llena es transmitido cada 5.5 MS (velocidad doble). Por lo tanto el ancho de banda requerido es doble (77.1 Kbit/s por llamada de voz)
- \* Este cálculo comprueba que son necesario CODECs hasta 16 teléfonos LBR (Low BitRate)

#### 4.5 Distribución de ancho de banda dinámica

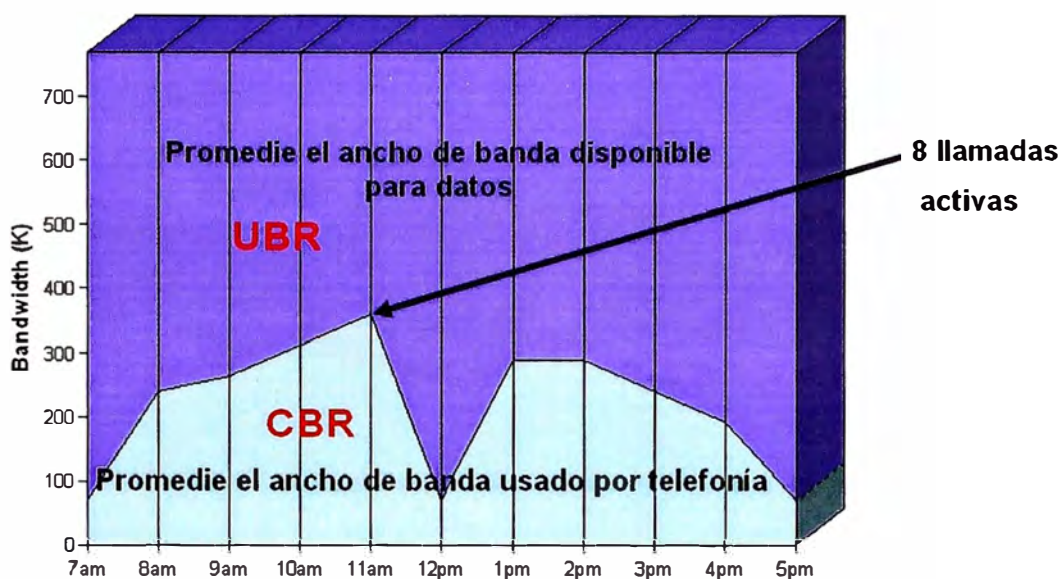
El gráfico estadístico muestra claramente que el tráfico de datos puede usar el ancho de banda de voz si más o menos las llamadas están activas.

El ejemplo es mostrado para un entorno de SHDSL donde máximo 8 teléfonos son usados. El CODEC de voz es de 32 Kbit/s que se muestre en el ejemplo de siguiente cálculo:

- Una celda de ATM es llenado en 44 muestras a 32kbps (toma 11 MS). Por lo tanto una celda de ATM (53 bytes) es transmitido cada 11 ms:
- $53 \times 8 \text{ (bits)}/11 \text{ ms} = 38.5 \text{ Kbps}$  por llamada de voz
- $38.5 \times \text{de Kbps } 8 \text{ llamadas} = 308 \text{ Kbps}$

## Modelo de una típica Oficina

(768 Kbps SHDSL con 8 líneas de voz sirviendo a sistema de 32 kbps)



**Fig. 4.6** Trafico de Datos ancho de banda usado para voz

Fuente: Point Topic

### 4.6 Flujo de voz

El gráfico de la figura 4.27 muestra claramente que las llamadas de voz son multiplexadas en el mismo ATM VP/VC entre los dos Gateways. Las llamadas son distinguidas basadas en un CID (identificador de canal) que se transmite en la celda de ATM.

Esta interfaz entre el CPE(Customer Premises Equipment) y el GW es estandarizada y es llamado al LES (Loop Emulation Service). Esta interfaz define cómo transmitir la voz sobre AAL2/ATM y también define la señalización necesaria de mensajes.

En la interfaz V5.2 entre el GW y el PSTN cada llamada se asigna uno de los canales de(64 Kbit/s) del E1.



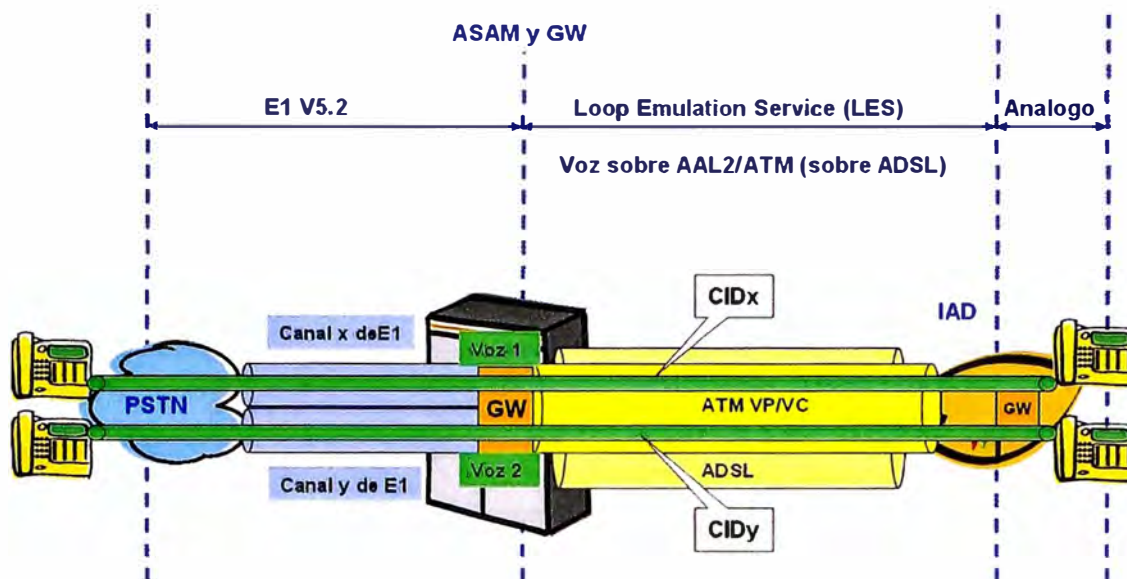


Fig. 4.7 Llamadas son multiplexados en el mismo ATM VP/VC

#### 4.7 Flujo de señalización

Aquí el canal de señalización es mostrado (CID=8). Se envía en la misma conexión de ATM como los CID de voz.

En la interfaz V5.2 los eventos de señalización son enviados en un canal separado CCS (Señalización por Canal Común).

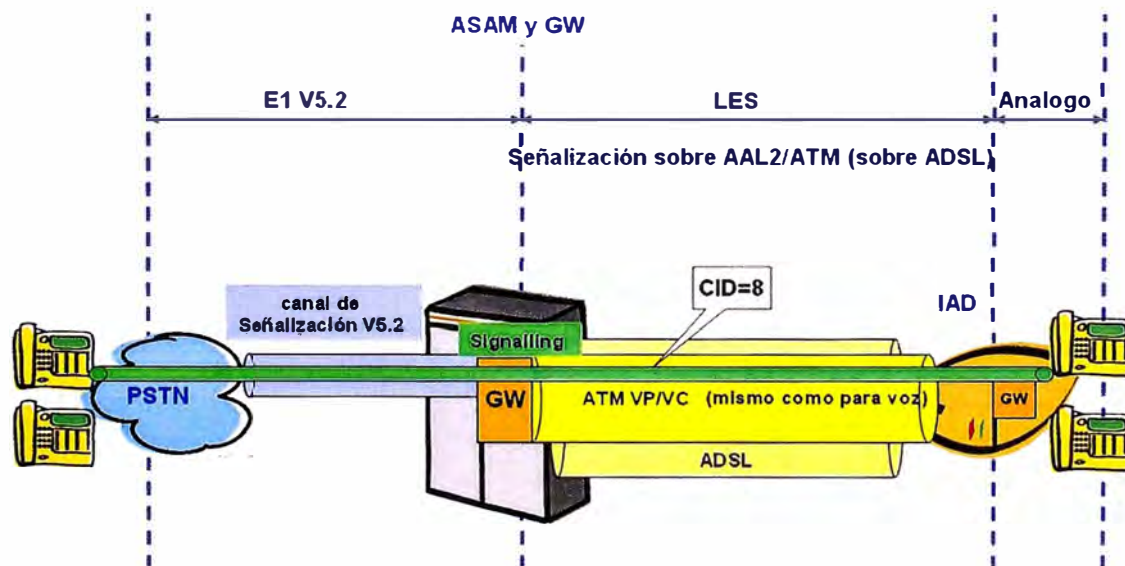


Fig. 4.8 Canal de señalización CID=8

#### 4.8 Voz AAL2 y encapsulación de señalización

El dibujo de la figura 4.29 muestra la multiplexión de diferente llamada de voz y sus eventos de señalización en la misma conexión de ATM. AAL2 permite multiplexar llamadas diferentes en el mismo paquete de AAL2. Sin embargo en la ejecución actual un paquete de AAL2 es encapsulada en una sola celda de ATM.

Una celda de ATM puede contener una sola señalización de mensajes o es completamente llenada de las muestras de voz de una sola conversación.


\* AAL2 permite multiplexar varias llamadas de voz en la misma conexión VC de ATM.

- En la liberación actual nosotros encapsulamos un paquete de AAL2 en una sola celda.
- Una celda en particular contiene las muestras de voz de la misma conversación
- Cada POTS son identificadas por su Cid Campeador (identificación de canal) dentro de la conexión de AAL2.



 = Celda que contiene 1 solo paquete AAL2 para llamada 1, identificado por CID=16

 = Celda que contiene 1 solo paquete AAL2 para llamada 2, identificado por CID=17

 = Celda que contiene mensajes de señalización para cualquier llamada, identificado por CID=8

**Fig. 4.9:** Multiplexión de Llamadas de voz

#### 4.9 CODECs de voz

Para Minimizar el uso de ancho de banda en la LES, CODECs de voz es usado. Hoy el número de los teléfonos unidos al CPE se limita a 4 (8) sólo CODECS de 64kbit/s y 32kbit/s son usados.

En lo sucesivo, cuando más teléfonos son conectados al CPE, el LBR(Low bitrate) CODECs es necesario. Al escoger un CODEC el retardo y la calidad de voz son los más importantes factores.

\* En la LES los paquetes de voz son codificados con unos de los codecs disponible en el perfil de la VC conexión. Hoy el siguiente es puesto en práctica:

- G.711 PCM (Modulación de Código de Impulso) 64KBIT/S
- G.726 ADPCM 32 Kbit/s (default)

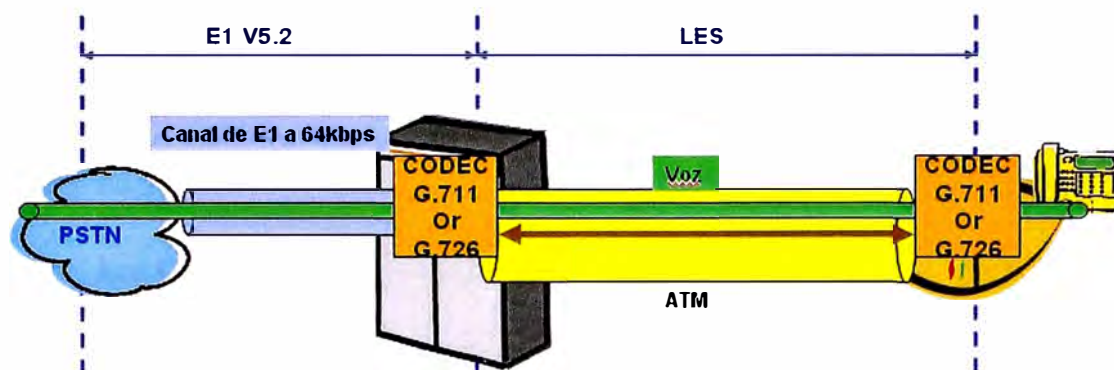


Fig. 4.10: Uso de CODECs de voz para minimizar el ancho de banda en LES

## **CAPITULO V**

### **FUNCIONES DE GATEWAYS**

Los Gateways juegan un papel importante en el diseño de Voz sobre DSL como lo describiremos a continuación.

#### **4. Funciones principales del Gateway**

- Interfaz entre la interfaz de LES(Loop Emulation Service) y la interfaz V5.2.
- Demultiplexación de ATM/AAL2.
- Manejo de compresión de voz
- Cancelación de eco
- Detección de actividad de voz e inserción de silencio
- Concentración de tráfico dinámico usando canales de voz V5.2. Un valor típico para los clientes de negocio es 4:1.
- Conectividad a una Central Local(LEX) usando la interfaz V5.2

#### **5.1 Funciones del Gateway de CPE(Customer Premises Equipment)**

- Las funciones principales del Gateway de CPE son las siguientes:
- El CPE (Speed Touch IAD) consiste de dos partes:
  - Speed Touch en pro modem de ADSL
  - La función de Gateway de voz
- Interfases entre la interfaz de LES y el teléfono análogo.
- Demultiplexación de ATM/AAL2
- Manejo de compresión de voz
- Cancelación de eco

- Detección de actividad de voz e inserción de silencio

## 5.2 Dependencias nacionales

Aquí mostramos las características particulares a nivel de CPE dependiente de las regiones.

- Cadencia de timbrado
- Temporización de hook flash on-off
- Temporizadores,...
- Parámetros físicos (e.g. impedancia,..)

La implementación específica V5.2 en la Central Local(LEX) usado en PSTN

- Diferencias en el procedimiento de arranque(START UP)

## 5.3 Comparación de Señalización CAS y CCS

La señalización en esta aplicación particular de VoDSL en la interfaz de LES

### 5.3.1 Señalización de Canal Asociado “CAS”

- La señalización está en cada canal de voz usando el mismo CID
- Supervisor de status (on-hook, off-hook, timbrado) son transmitido repetidamente en cada canal de voz

### 5.3.2 Señalización de Canal Común “CCS”

- La señalización es hecha en un CID separado
- Supervisor de status (on-hook, off-hook, timbrado) son transmitido en un canal de señalización mediante mensajes específicos

## 5.4 Comparación de Protocolos y Señalizaciones

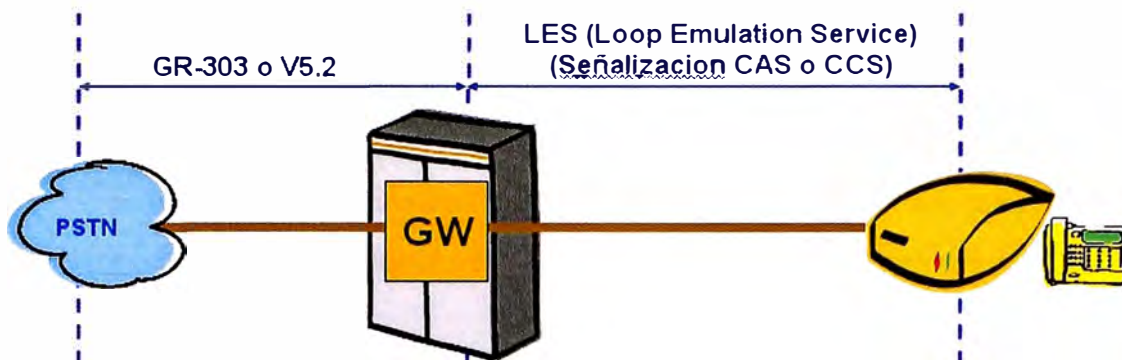
### GR-303 versus V5.2 Señalización CAS versus CCS

La interfaz V5.2 descrita en este informe (ETSI) usa el interfaz E1 2.058 Mbit/s. La señalización usada es basada en CCS.

El GR-303 es basado en el interfaz US DS1 1.536 Mbit/s. La señalización usada es basada en CAS.

- En la interfaz hacia la LEX es posible usar GR-303 (mercado de los EE.UU.) o V5.2 (el mercado Europeo)

- En la interfaz de LES entre el CPE y el Gateway es posible usar la señalización CAS o señalización CCS
- En este informe son descritos V5.2/CCS



**Fig. 5.1** Interfaz V5.2 Señalización CCS, GR-303 señalización CAS

## 5.5 Gateway-interfases de Central de Conmutación Local

### 5.5.1 Mercado de los EE.UU.

#### GR-303

- Definido en CORE GR-303 Telcordia
- De 2 a 28 enlaces físico DS1
- Cada DS1 proporciona 24 x DS0 canales (64 kbps)
- Soporta ambos POTS y BRA de ISDN
- 4 timeslots en un GR-303 está definido para comunicaciones

*Timeslot Management Channel (TMC)* Responsable para la asignación dinámica de los puertos de usuario

*Embedded Operation Channel (EOC)* Responsable para manejo remoto de switch de clase 5

**2 BackUp timeslots para TMC y EOC**

#### TR-008

- Definido en Telcordia de TR- TSY- 000008
- Generación más temprana de red de acceso digital interactúe que GR-303
- De 1 a 4 DS1 Link

## 5.5.2 Mercado Europeo

### V5.2

- Definido en ETSI V5.2/T de ITU G.965
- De 1 a 16 enlaces físico E1
- Cada E1 proporciona 32 canales de 64kbps
- Soporta ambas POTS, BRA de ISDN, PRI de ISDN
- Los canales de comunicación ocupan timeslot 16 en 1 o más Enlaces E1
- Para la señalización PSTN timeslots 15 y 31 puede ser usado también.
- Primario y secundario definido para la protección en caso de falla

### V5.1

- Definido en ETSI V5.1/T de ITU G.964
- Sólo un enlace de E1
- Relación estática entre usuario y canal (ninguna señalización de BCC)
- El subconjunto de V5.2, la versión anterior

## 5.6 Comparación de Gateways Integrada y Gateway externa (ILEC versus CLEC)

### 5.6.1 Gateway integrada (ILEC:Incumbent Local Exchange Carrier)

Especialmente cuando el ILEC es propietario de un ASAM grande, se vuelve interesante para instalar un Gateway integrada en el ASAM. Las tarjetas de Gateway son instaladas en las mismas ranuras como las tarjetas de LT de ADSL.

El único cableado necesario es el enlace E1 hacia la red de PSTN.

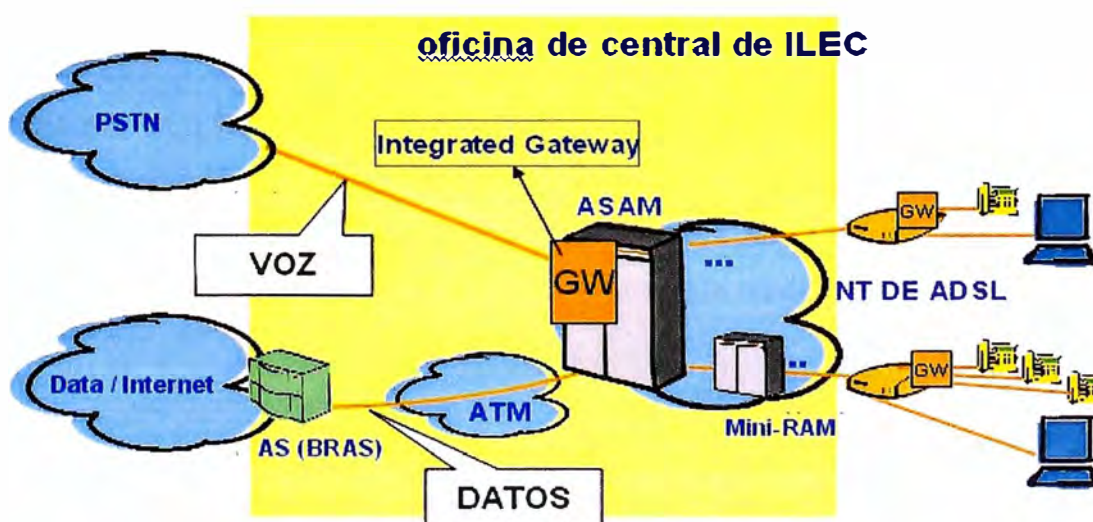


Fig. 5.2 Gateway Integrado

### 5.6.2 Gateway externo usando ILEC

En algunos casos podría ser interesante para instalar un Gateway externa. El Gateway externo es basada en la arquitectura de ASAM y usa el mismo NT hacia la red de ATM. La diferencia principal con un ASAM de ADSL es el hecho que allí está una única Tarjeta Gateway y ningún ADSL LTs(Line Termination).

El Gateway externo es llamado A7310 LVG (Loop Voice Gateway). Para el ILEC una combinación de Gateways integradas y las Gateways externas podrían ser la mejor solución.

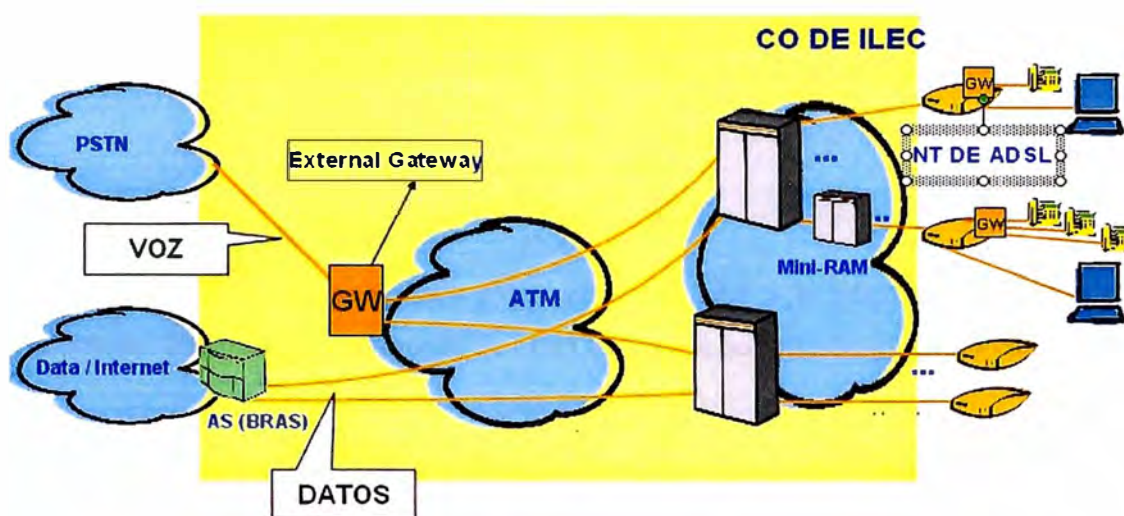


Fig. 5.3 ILEC(Incumbent Local Exchange Carrier)

### 5.6.3 Gateway externa usando CLEC

**(CLEC:Competitive Local Exchange Carrier)**

Cuando un CLEC es instalado el ADSL tienen que pagar adicionalmente para el ILEC para el uso del par de cobre. Si el splitter de POTS es usado para el servicio telefónico el ASAM del CLEC tiene que estar instalado en la oficina central del ILEC. El CLEC pagará de nuevo un precio por metro cuadrado.

Para instalar VoDSL la mejor solución para el CLEC es instalar un Gateway externo en la oficina del CLEC (como se muestra en la siguiente figura 5.34).



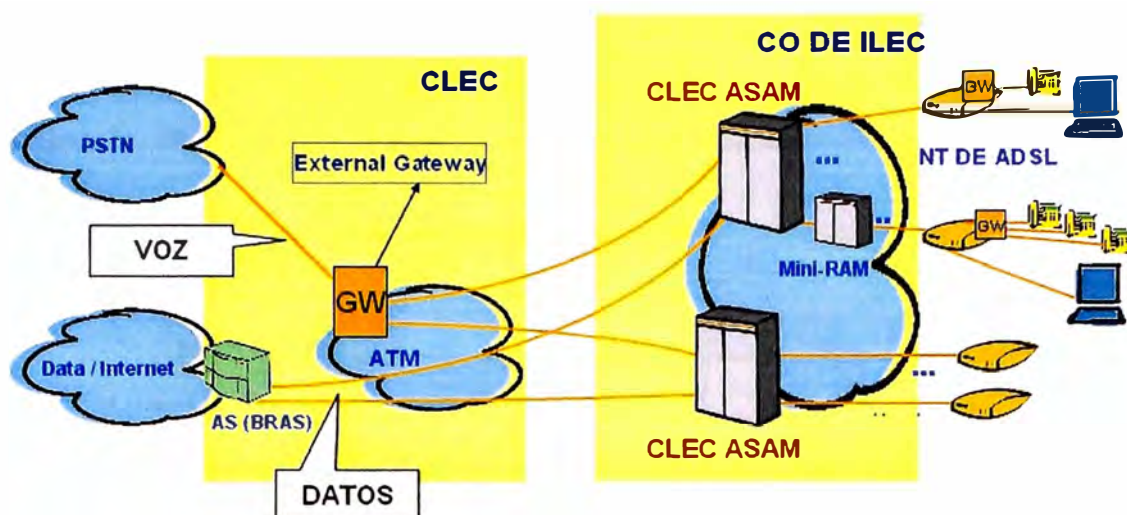


Fig. 5.4 CLEC(Competitive Local Exchange Carrier)

### 5.7 Ejemplos de Gateway

Se muestra la señalización soportada en la LES y la interfaz LEX para diferentes Gateways. En lo sucesivo algunas de estas Gateways soportarán otras combinaciones.

TABLA 5.1 Modelos de Gateways

|                     | LES              |                  |
|---------------------|------------------|------------------|
|                     | CAS              | CCS              |
| <b>GR-303 (CAS)</b> | <b>Coppercom</b> | <b>Jetstream</b> |
| <b>V5,2 (CCS)</b>   | <b>TdSoft</b>    | <b>Alcatel</b>   |

### 5.8 Calidad de voz: Retardo y Cancelación de eco.

Una de las mayores preocupaciones que se tiene hoy en día es el efecto del eco producido en una conversación así como el retardo que se puede producir.

#### 5.8.1 La cancelación de eco en el CPE

Antes de todo, existe el eco en el microteléfono combinado entre el micrófono y el auricular. Este eco no es un problema (local, sin retardo)

Otra fuente del eco se genera en el híbrido donde la conversión de 2/4 hilos tiene lugar. La parte de la señal entrante es retornada en la red. Porque esta señal de eco es retardada, es un problema y de cancelación de eco es necesario en el CPE (siempre activo).

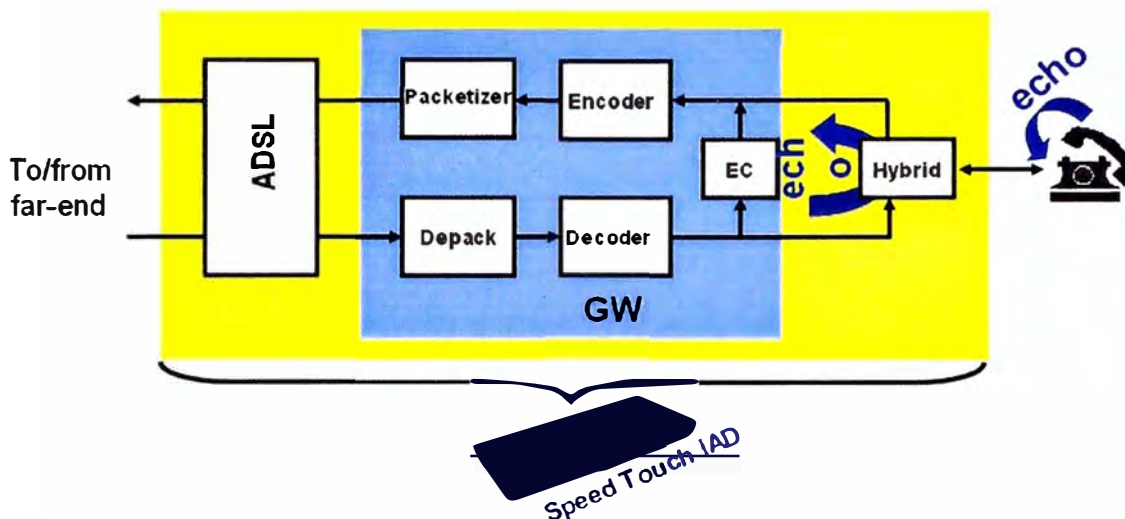
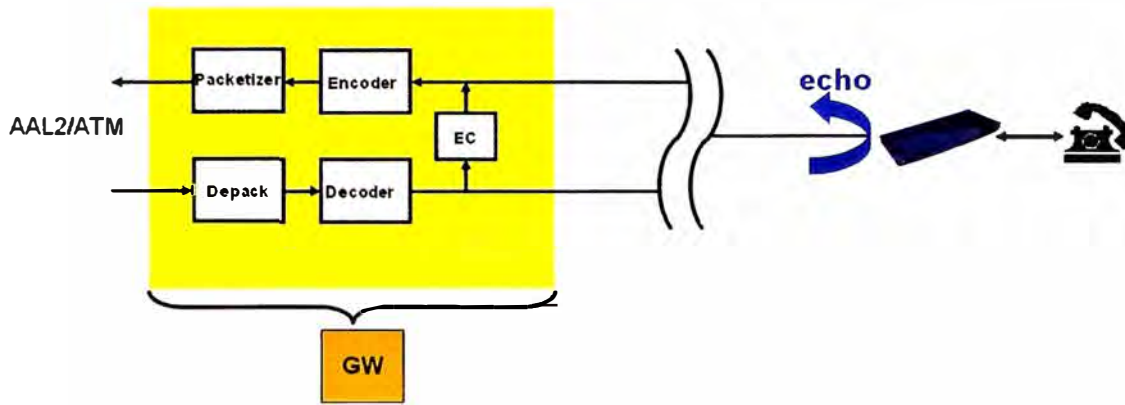


Fig. 5.5 IAD

- El eco causado por la unión de impedancia 4-a 2 hilos **híbrido** se llama **eco eléctrico**
- Eco causado por acoplamiento entre micrófono y auricular de un teléfono tradicional es llamado **eco acústico**
- La pérdida de eco del híbrido es típicamente alrededor 21 DB

### 5.8.2 La cancelación de eco en el Gateway

El Gateway es conectado a la red de PSTN. La parte de la señal es enviado en el PSTN regresará. De nuevo, porque este eco es retardada y la cancelación de eco es necesaria. Este EC es hecho en el Gateway como es mostrado en el dibujo.



**Fig. 5.6** EC en el Gateway

- Eco originado en el CPE de (far-end) regrese al Gateway donde el eco es cancelado.

## Capítulo VI

### VISION GENERAL DEL PROTOCOLO V5.2

#### 6.1 La definición del punto de referencia en forma de V

Un Nodo de acceso puede unir una línea análoga, una línea arrendada o un canal B de ISDN hacia un canal de E1 (64 Kbit/s). La distribución entre dos puede ser **estático** (V5.1) o puede ser **dinámico** basado en la señalización en la interfaz de V5 (V5.2).

Como se explicó la funcionalidad del AN(Nodo de Acceso) es limitado a la conexión manejando sólo, porque la "inteligencia" restante es puesta en práctica en la Central Local del PSTN (LEX).

En el caso de VoDSL el Gateway se comporta como AN y también usa la interfaz de V5 hacia la LEX. La diferencia principal es el hecho que la voz es recibida por una conexión de ATM.

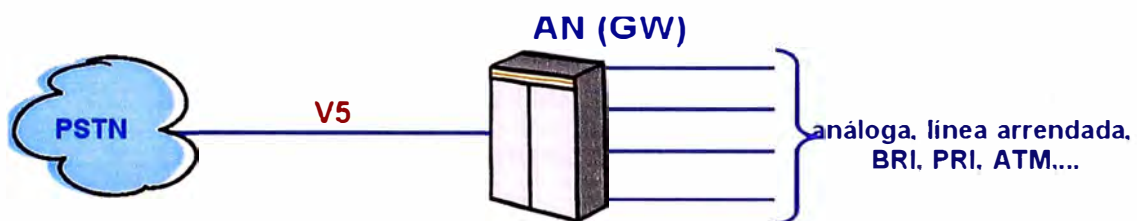


Fig. 6.1 Conexiones a través de E1

- La interfaz de V5 es una interfaz digital (basado en E1 2.048 Mbit/s) entre una red de acceso (Nodo) y la central local (PSTN)
- Hay máximo 1 E1 para V5.1 o máximo 16 E1 vinculan para V5.2
- El AN toma cuidado de la conexión manejando sólo
- El PSTN es responsable para el manejo de llamada
- En el caso de VoDSL las funciones de AN son ejecutadas por el **Gateway**

## 6.2 Definición de canal

La interfaz V5.2 se une hasta 16 enlaces E1 entre el GW y la LEX (PSTN). Los canales de portador llevarán la voz y se distribuyen con dinamismo a un puerto de usuario para la duración de una llamada.

El BC(Canal de Portador) puede usar cualquier canal en el enlace de E1 (1...31) excepto por CH0 que está usado para alarmas y sincronismo.

El canal de comunicación es usado para señalización y/o mensajes de control. En teoría canal 15,16 y 31 en cualquier enlace puede ser usado para este propósito. Esto trae el número máximo de CC (Channel Communication) a  $16 \times 3 = 48$  en un interfaz V5.2.

Los canales de comunicación no pueden ser usados como un canal de portador. Por lo tanto el número máximo de BCs por enlace tiene 31, 30,29 ó 28 dependiendo del número de CCs.

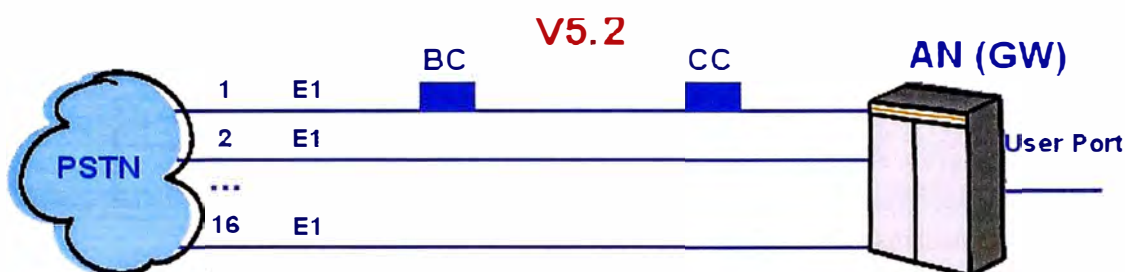


Fig. 6.2 Conexión entre el PSTN y AN

### 6.2.1 El canal de portador (BC): canales 1...31

- Un canal de portador es un timeslot de 64 Kbit/s en un enlace, transportando la información desde un puerto de usuario.
- La relación entre un puerto de usuario y un BC puede ser estática (V5.1) o dinámico (V5.2)

### 6.2.2 El canal de comunicación (CC): canales 15 y/o 16 y/o 31

- Un CC es un timeslot de 64 Kbit/s en un enlace, llevando todo en cierta medida la información que se necesita cambiar entre el AN y el PSTN (la señalización, ...)

### 6.3 Canal de comunicación

En caso de VoDSL el GW transmitirá los mensajes de señalización de PSTN entrantes en la interfaz de LES hacia la interfaz V5.2 en un canal de comunicación. La única función principal en el GW es la traducción de dirección de L3

Los mensajes de señalización y control restantes se transmiten también en un canal de comunicación. Éstos se transmiten entre el GW y el PSTN (LEX) sólo.

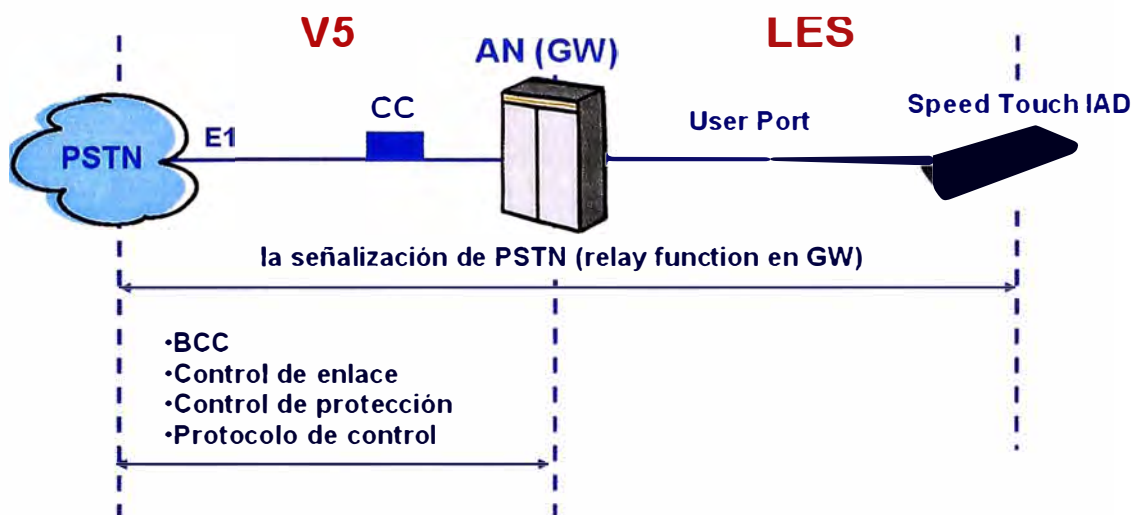


Fig. 6.3 Canales de comunicación para mantener la señalización

- Todos estos mensajes son transmitidos en el canal de comunicación
- En el Gateway la función de relevo de PSTN incluye la traducción de dirección de L3.

#### 6.3.1 Señalización de la Red Telefonía Pública “PSTN”

- Transfiere información sobre el estado de línea análoga sobre la interfaz de V5.
- Estos eventos de señalización son enviados entre el CPE y el PSTN son conmutados en el GW
- Los ejemplos son: ESTABLISH, ESTABLISH ACK, SIGNAL, SIGNAL ACK, DISCONNECT, DISCONNECT COMPLETE
- Siempre enviado en TS 15,16 ó 31 de enlace primario

#### 6.3.2 Conexión de Canal portador “BCC” (solo V5.2)

- La señalización de BCC permite la negociación de canales de portador. Por lo tanto la relación entre un puerto de usuario y un BC es dinámica.

- Los ejemplos son: ALLOCATE, ALLOCATE COMPLETE, DEALLOCATE, DEALLOCATE COMPLETE
- Normalmente enviado en los TS 16 de enlace primario

### **6.3.3 Control de Enlace (solo V5.2)**

- Maneja el estatus del enlace de E1. En caso de la falla del enlace es puesta fuera del servicio.
- Siempre envía en los TS 16 de enlace primario

### **6.3.4 Protocolo de protección (solo V5.2)**

- Tratamiento del switcheo del tráfico de un canal de comunicación a otro en caso de falla.
- Envío TS 16 del enlace primario y secundario, así que no existe ninguna necesidad para protegerse

### **6.3.5 Protocolo de control**

- Usado para cambiar identificadores
- Principalmente relacionado con el estado operacional del puerto de usuario y la (des)activación de los puertos de ISDN
- Normalmente en los TS 16 de enlace primario

## **6.4 Camino de comunicación**

En el producto de Alcatel actual V5.2 ED01 es puesto en práctica y también la extensión de CH15 de PSTN.

- V5.2 ED01: La protección agrupa 1 sólo
- V5.2 ED02: La protección agrupa 2

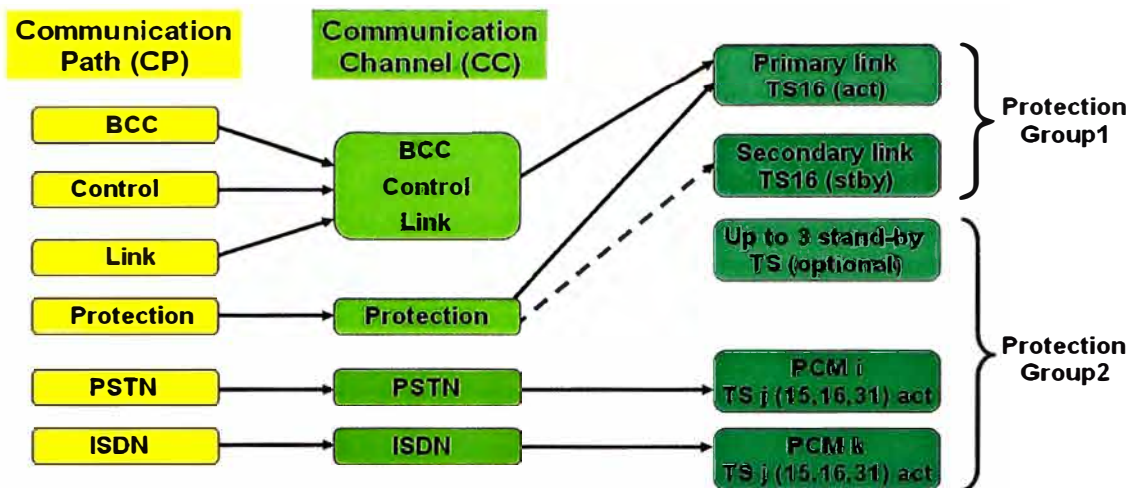


Fig. 6.4 Canal de Comunicación

- Un camino de comunicación (CP) corresponde a un tipo de la información que se combina en los canales C
- Todos los CPs se pueden distribuir a uno solo o para diferente CCs



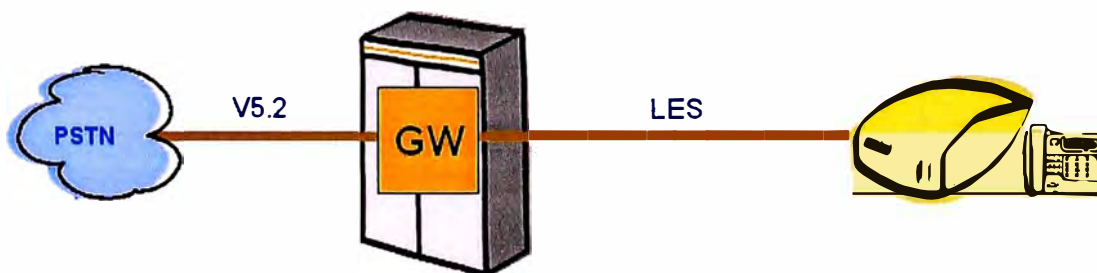
## CAPITULO VII

### ESCENARIOS DE VoDSL

Describiremos los procesos y la aplicación de los protocolos y señalizaciones dependiendo el interfaz al usuario o a la red tanto de datos como de voz.

#### Local Emulation Service «LES» - interworking V5.2

- Para el PSTN el Gateway de VoDSL y el CPE deben ser transparentes como si el teléfono está directamente unido al PSTN
- En otros palabras, los eventos de señalización de PSTN y la voz se deben transportar sobre la interfaz de LES y entonces además al PSTN sobre la interfaz V5.2. Los eventos similares son enviados del PSTN al teléfono.
- Estos eventos incluyen: off-hook /on-hook, envío de los dígitos, tono de timbrado
- Alguna de las funcionalidades de PSTN tradicionales debe estar presente en el CPE, como: detección off-hook /on-hook , la generación de corriente de timbrado....



**Fig. 7.1** Conexión usuario a la Red Telefónica Conmutada

## 7.1 Originando establecimiento de llamada

El off hook da por resultado en un PSTN el mensaje ESTABLISH que se envía al GW. El mensaje es enviado sobre el VPVC de ATM usando CID=8 en el header de AAL2.

Después de L3 dirige la traslación el mensaje es transmitido hacia la LEX en un canal de comunicación.

Estos mensajes son “reconocidos”. La LEX de PSTN reservará un canal de portador en la interfaz de V5 para esta llamada. También estos mensajes BCC ALLOCATE es transmitido en un canal de comunicación.

La LEX enviará señal de línea libre sobre la conexión de voz en vigor. La señal de línea libre es tratada como exprese por todo el camino y es también codificado como la voz.

Cuando el usuario entra los dígitos (DTMF) los tonos son transmitidos hacia la LEX y es tratado como voz. Esto no es un problema para CODECs de 64 Kbit/s y 32 Kbit/s.

Si en lo sucesivo CODECs Low Bitrate va a ser usado, los tonos de DTMF no se pueden enviar sobre la LES. En ese caso el CPE debe detectar los tonos y enviar mensajes hacia el GW indicando los dígitos. Después de la recepción de estos dígitos, el GW regenerará los tonos de DTMF hacia la LEX.

**OBSERVACIÓN:** teléfonos con los pulsos decádicos no son soportados.

Cuando los dígitos son transferidos el empezará el tono de timbrado hacia el teléfono llamado. En respuesta del tono de timbrado es desconectado, la conexión es finalizado en la LEX de far-end y la fase de conversación empiezan.

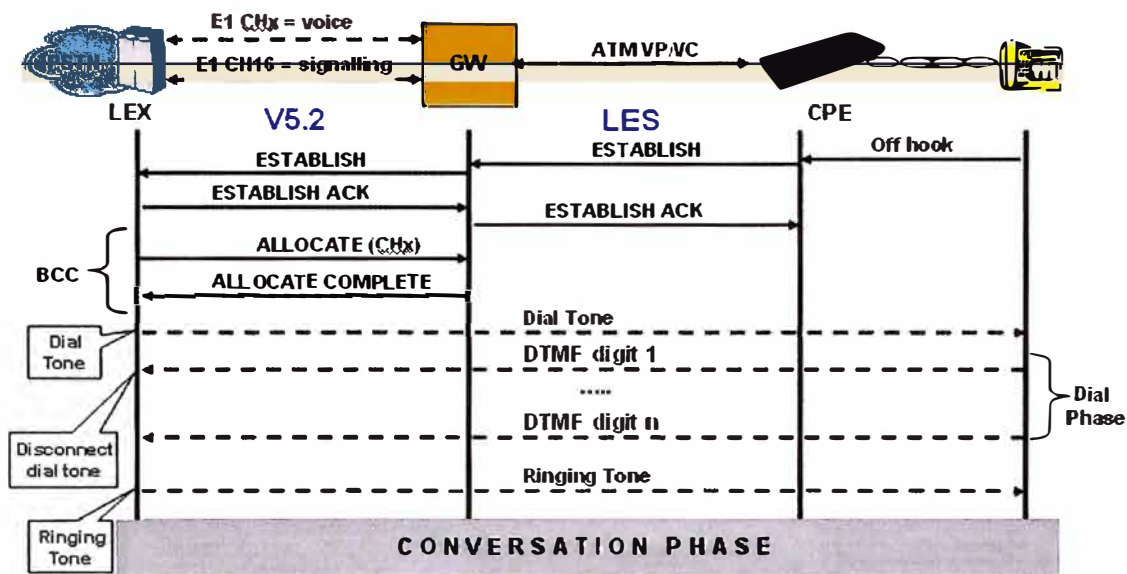


Fig. 7.2 Originando una llamada

## 7.2 Terminar establecimiento de llamada

Acciones similares son tomadas en el lado de terminación. La señalización de BCC distribuirá un canal de voz V5.2 y entonces un mensaje de establecimiento PSTN es enviado hacia el CPE. De nuevo, el GW transmitirá este mensaje después de L3 dirige traducción. El CPE puede reconocer este mensaje y empieza la generación de la corriente de timbrado.

En respuesta el CPE parará la corriente de timbrado y enviará un mensaje de PSTN hacia la LEX para parar de enviar el tono de timbrado y para unir el canal de voz antes de entrar la fase de conversación.

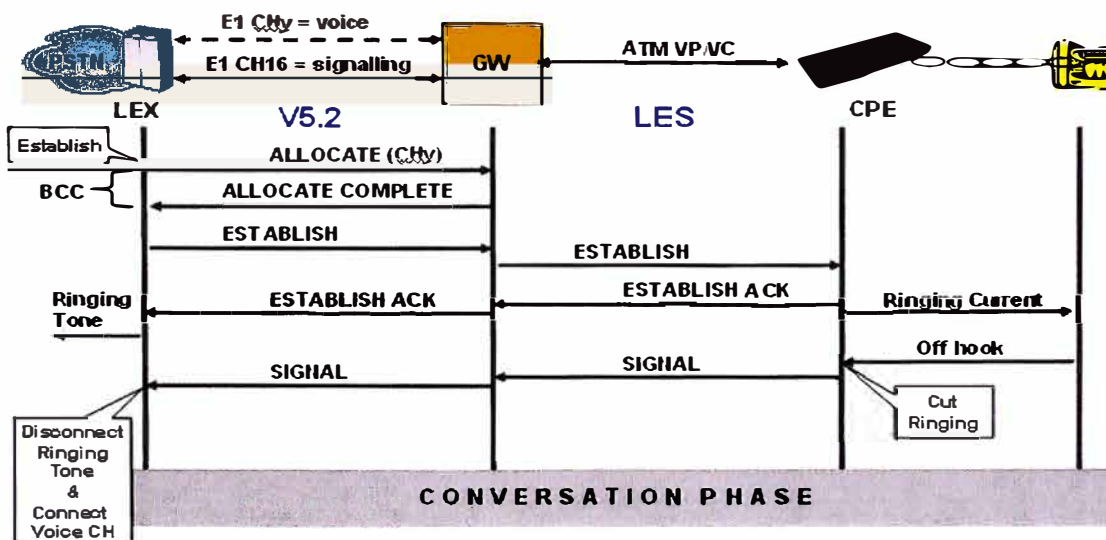


Fig. 7.3 Terminando una llamada

### 7.3 Liberando una llamada

La condición de on-hook es señalizada hacia la LEX donde el BC se pone en circulación. Cuando el DE-ALLOCATE es exitoso una DESCONECCION es enviada al CPE que hará volver una DESCONECCION completa.

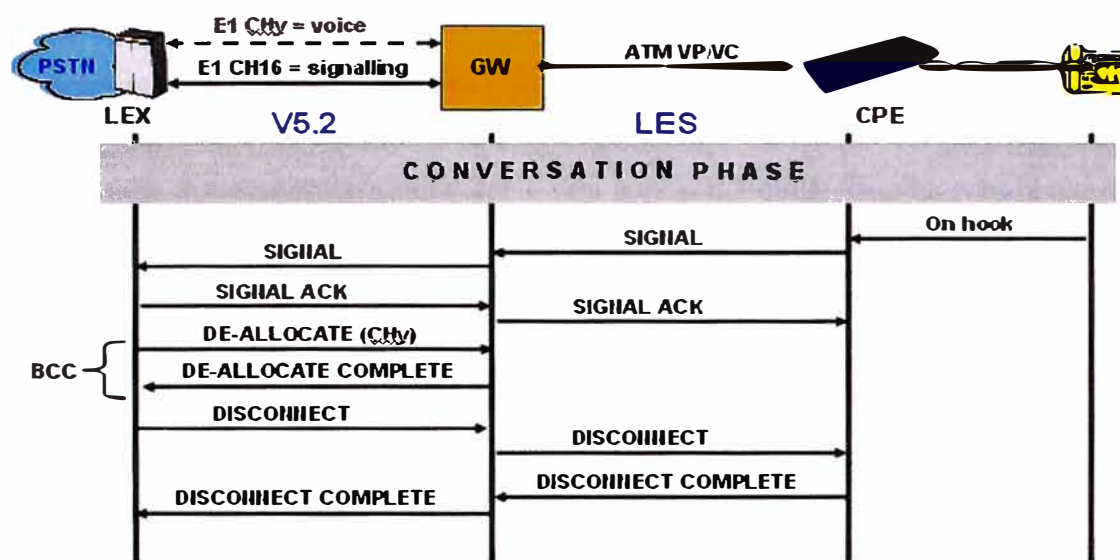


Fig. 7.4 Colgado de una llamada establecida

## CONCLUSIONES

1. La telefonía se conecta a una red de computadoras que proporciona soluciones para apoyar objetivos de crecimiento de negocios. La tecnología de voz integrada y datos asume a la voz como simplemente otra aplicación cliente/servidor en la red de datos, con un beneficio importante sobre la clásica voz separada tradicional y los datos conectados a una red de computadoras, esto habilita economías de costo significativos para la infraestructura, particularmente la voz y datos pueden apoyar y consolidar organizaciones, y puede desviarse el servicio básico de teléfono locales. Es más, el tráfico de la voz requiere de banda ancha relativamente pequeño en comparación a la mayoría de los datos.
2. La reciente aparición de ADSL ha alterado el panorama de las tecnologías de acceso empleadas en el medio empresarial. Según datos de Point Topic, en marzo de 2002 ya existían 3.800 conexiones ADSL de uso empresarial, que han convertido a esta tecnología en la opción de banda ancha más popular entre las empresas peruanas. Sin embargo, entre las pequeñas empresas predomina el acceso dial-up, a excepción de las cabinas públicas, que hacen uso de líneas dedicadas y concentran cerca del 50% de las conexiones de este tipo existentes en todo el Perú. En concreto, hay 1.550 que apuestan por líneas dedicadas de cable, mientras que otras 190 emplean líneas dedicadas con tecnología inalámbrica. Otra de las aplicaciones que favorece Internet en la Sociedad de la Información es el teletrabajo. Sin embargo, el uso que se hace en el Perú de este tipo de herramienta es muy reducido.

**ANEXO A:**  
**Abreviaciones**

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| AAL   | ATM Adaptation Layer                |
| ADPCM | Adaptive Pulse Code Modulation      |
| ADSL  | Asymmetric Digital Subscriber Line  |
| AN    | Access Node                         |
| AS    | Access Server                       |
| ASAM  | ADSL Subscriber Access Multiplexer  |
| ATM   | Asynchronous Transfer Mode          |
| ATM-F | ATM-Forum                           |
| BC    | Bearer Channel                      |
| BCC   | Bearer Channel Connection           |
| BLES  | Broadband Loop Emulation Service    |
| BRA   | Basic Rate Access                   |
| BRAS  | Broadband Remote Access Server      |
| BRI   | Basic Rate Interface                |
| CAS   | Channel Associated Signalling       |
| CC    | Communication Channel               |
| CCS   | Common Channel Signalling           |
| CID   | Channel IDentifier                  |
| CLASS | Custom Local Area Switching Service |
| CLEC  | Competitive Local Exchange Carrier  |
| CPE   | Customer Premises Equipment         |
| CPS   | Common Part Sublayer                |
| DN    | Directory Number                    |
| DNS   | Domain Name System                  |
| DSP   | Digital Signal Processing           |
| DV    | Distance Vector                     |

|          |  |
|----------|--|
| EC       | Echo Control/Cancellation                          |
| EFA      | Envelope Function Address                          |
| ESP      | Established Service Provider                       |
| FCS      | Frame Check Sequence                               |
| FDM      | Frequency Division Multiplex                       |
| GW       | Gateway  |
| HDLC     | High level Data Link Control                       |
| HEC      | Header Error Control                               |
| IAD      | Integrated Access Device                           |
| ILEC     | Incumbent Local Exchange Carrier                   |
| ISDN     | Integrated Services Digital Network                |
| ISO      | International Standards Organization               |
| ISP      | Internet Service Provider                          |
| LAPD     | Link Access Protocol in the D-channel              |
| LAPV5 DL | Link Access Protocol used on the V5 Datalink Layer |
| LAPV5 EF | Link Access Protocol V5 Envelope Function          |
| LES      | Loop Emulation Service                             |
| LEX      | Local EXchange                                     |
| LI       | Length Indication                                  |
| LT       | Line Termination                                   |
| LVG      | Loop Voice Gateway                                 |
| NT       | Network Termination                                |
| OSF      | OffSet Field                                       |
| OSI      | Open Systems Interconnection                       |
| P        | Parity bit   |
| PDU      | Protocol Data Unit                                 |
| POTS     | Plain Old Telephone Service                        |
| PRA      | Primary Rate Access                                |
| PS       | Pots Splitter                                      |
| PSTN     | Public Switched Telephone Network                  |
| SAPI     | Service Access Point Identifier                    |
| SDH      | Synchronous Digital Hierarchy                      |
| SID      | Silence Insertion Descriptor                       |

|              |  |
|--------------|--|
| <b>SIP</b>   | <b>Session Initiation Protocol</b>           |
| <b>SMC</b>   | <b>Service Management Centre</b>             |
| <b>SME</b>   | <b>Small and Medium Enterprise</b>           |
| <b>SN</b>    | <b>Sequence Number</b>                       |
| <b>SOHO</b>  | <b>Small Office - Home Office</b>            |
| <b>SSCS</b>  | <b>Service Specific Convergence Sublayer</b> |
| <b>STF</b>   | <b>STart Field</b>                           |
| <b>TEI</b>   | <b>Terminal Endpoint Identifier</b>          |
| <b>UDP</b>   | <b>User Datagram Protocol</b>                |
| <b>UUI</b>   | <b>User-to-User Indication</b>               |
| <b>VoDSL</b> | <b>Voice over Digital Subscriber Line</b>    |
| <b>VOP</b>   | <b>Voice Over Packet</b>                     |
| <b>WWW</b>   | <b>World Wide Web</b>                        |



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CCITT Rec I.362 B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) functional description. Geneva 1991.
- [2] Frame Relay in Public Networks. M. Irfan Ali. IEEE - Communications Magazine - March 1992.
- [3] Varios Brochures de fabricantes. Alcatel, Stratacom, Digital Link Corporation.
- [4] ATM Internetworking. Anthony Alles. Cisco Systems Inc, Marzo 1995.
- [5] Global Telephony Sept 1994, vol.2, No.8. ATM Testing crosses network boundaries, Jim Frimmel.
- [6] Newslink, Alcatel Telecom's customer magazine. Vol. IV No.4, 4th Quarter 1996. Adapting Networks to the Internet Challenge. Krish Prabhu.
- [7] Consorcio Internacional de Teleconferencia Multimedia. <http://www.imtc.org>
- [8] Thomsen, Guy and Yashvant Jani. Internet Telephony: Going like crazy. IEEE Spectrum, Vol 37, N° 5. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. USA. May, 2000
- [9] Carlos M. Pazos, Marek. R. Kotelba and Andrew G. Malis. Real-Time Multimedia over ATM. IEEE Communications, Vol 38, N° 4. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. USA. April, 2000.
- [10] Herman C. H. Rao, Yi-Bing Lin and Sheng-Lin Cho. iGSM: Voice Service for Mobile Networks. IEEE Communications, Vol 38, N° 4. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. USA. April, 2000.
- [11] IP x Stream market research. <http://www.iptelephony.org/GIP/vendors>
- [12] Arora, Rakesh. Voice over IP: Protocols and Standards. [http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/voip\\_protocols/index.html](http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/voip_protocols/index.html). Ohio State University. USA, febrero de 2000.
- [13] Manual: Seminar Series Data Voice and Video, by Cisco System.

- [14] [http://www.cisco.com/warp/public/cc/sol/mkt/ent/multi/msbal\\_pl.htm](http://www.cisco.com/warp/public/cc/sol/mkt/ent/multi/msbal_pl.htm)
- [15] [http://www.alcatel.com/press/current/1999/10\\_12b.htm](http://www.alcatel.com/press/current/1999/10_12b.htm)
- [16] <http://www.lucent.com/enterprise/callcenter/>