



**TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND**

**MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA**

**CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2008**



## **TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND**

**Autores**

**MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA  
CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**

**Monografía presentada para optar el título de Ingeniero de Sistemas**

**Director de Monografía  
Ing. GONZALO GARZÓN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.  
2008**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Cartagena de Indias, D.T. y C. Octubre de 2008.

**Señores**

**Comité Facultad de Ingeniería de Sistemas**

Universidad Tecnológica de Bolívar

La Ciudad

De la manera más atenta, nos permitimos presentar a su consideración y aprobación, el trabajo de grado titulado: **“TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND”**.

Esperamos que el presente trabajo se ajuste a las expectativas y criterios evaluativos de la Universidad para los trabajos de grado.

Agradeciendo de antemano su colaboración.

Cordialmente.

**MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA**

C.C. No. 7.938.076 de Arjona

**CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**

C.C. No. 1.128.047.683 de Cartagena



Cartagena de Indias, D.T. y C. Octubre de 2008.

**Señores**

**Comité Facultad de Ingeniería de Sistemas**

Universidad Tecnológica de Bolívar

La Ciudad

A través de la presente me permito entregarle la monografía titulada: **“TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND”**, para su estudio y evaluación la cual fue elaborada por los estudiantes **MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA Y CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ** de los cuales acepto ser su director.

Atentamente,

**Ing. Gonzalo Garzón**

Cartagena de Indias, D.T. y C. Octubre de 2008.

**Señores**

**Comité Facultad de Ingeniería de Sistemas**

Comité de Evaluación de Proyectos

La Ciudad

Estimados señores:

Con el mayor agrado me dirijo a ustedes para poner a consideración el trabajo final titulado: “**TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND**”. El cual fue llevado a cabo estudiantes **MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA Y CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**, bajo mi orientación como tutor.

Agradeciendo su amable atención.

**Ing. GONZALO GARZÓN**

## **AUTORIZACIÓN.**

Cartagena de Indias, D.T. y C. Octubre de 2008.

Yo, **MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA**, identificado con el numero de cedula No. 7.938.076 de Arjona Bolívar, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de monografía y publicarla en el catalogo online de la biblioteca.

**MARLON LUIS MARTÍNEZ CASTILLA**  
**C.C. No. 7.938.076 de Arjona Bolívar**



## **AUTORIZACIÓN.**

Cartagena de Indias, D.T. y C. Octubre de 2008.

Yo, **CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**, identificado con el numero de cedula No. 1.128.047.683 de Cartagena Bolívar, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de monografía y publicarla en el catalogo online de la biblioteca.

**CRISTIAN GALLEGO GONZÁLEZ**

**C.C. No. 1.128.047.683 de Cartagena Bolívar**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	11
<b>INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	13
<b>LISTA DE TABLAS</b>	14
<b>1. TITULO INVESTIGACIÓN</b>	15
1 Campo de investigación	15
2 Descripción del problema	15
3 Objetivos	16
1 Objetivo general	16
2 Objetivos específicos	16
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	17
<b>3. ANCHO DE BANDA EN LAS REDES DE ALTA VELOCIDAD</b>	18
1 Importancia del ancho de banda	18
2 Medición	19
3 Limitaciones	20
4 Tasa de transferencia	21
<b>4. DISEÑO</b>	23
1 DISEÑO JERÁRQUICO	25
1 Nivel Núcleo (CORE)	29
2 Nivel de Distribución	30
3 Nivel de acceso	32
<b>5. TECNOLOGÍAS WAN</b>	33
1 ADSL	33

1	Modulaciones empleadas	34
2	Dslam (escalabilidad)	35
3	Arquitectura de la red ADSL	36
4	Servicios y Aplicaciones	39
5	Actualidad Adsl +2	41
<b>2</b>	<b>RDSI</b>	<b>43</b>
1	Canales de RDSI	41
2	Dispositivos funcionales	45
3	Puntos de referencia	46
4	Servicios de RDSI	48
5	Arquitectura del protocolo RDSI	50
6	Uso actual de la RDSI	
<b>3</b>	<b>FRAME RELAY</b>	<b>53</b>
1	Dispositivos de protocolos	54
2	Formato de trama	55
3	Aplicaciones	57
4	Configuración de Frame Relay	58
5	Diferencias y semejanzas entre X.25 y Frame Relay	60
6	Situación actual	63
	<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>66</b>

## RESUMEN

Este trabajo de monografía llamado “**TECNOLOGÍAS WAN DE ALTA VELOCIDAD BROADBAND**”, es el resultado de una investigación bibliográfica, donde se revisaron diferentes fuentes para poder ofrecer a los lectores, una idea clara sobre las tecnologías WAN de telecomunicaciones de mayor uso.

Inicialmente se describe y define el concepto de banda ancha en las redes, resalta la importancia y las limitaciones que se presentan por parte del servicio. Definiendo la medición del ancho de banda, las unidades que se utilizan, igualmente se identifica los tipos de medios utilizados, el ancho de banda que ofrece cada uno y el respectivo alcance.

Seguido se hablo sobre el diseño de redes, con el fin de brindar al lector, un punto de apoyo para realizar un diseño que contenga los tres pilares fundamentales, como lo son: disponibilidad, confiabilidad e integridad. Se describe el modelo de diseño jerárquico, que actualmente se está implementando, el cual está conformado por tres capas (núcleo, distribución y acceso), definiendo en cada una de ellas su funcionalidad en el modelo.

Finalmente se habla de las tres tecnologías que se escogieron para estudiar y describir en esta monografía, las cuales son ADSL, RDSI y FRAME RELAY. Explicando y describiendo las funcionalidades de las mismas, forma de operar, los protocolos que se utilizan, identificando cada medio o dispositivos que es utilizado en la red, para poder ofrecer el servicio al cliente o usuario final.

Toda esta información recolectada está acompañada de imágenes o figuras que le dan una idea grafica del tema que se está tratando.

## INTRODUCCIÓN

Las redes en la actualidad están obligadas a ofrecer a los usuarios mayor velocidad en la conexión a internet, los cuales están conociendo y consumiendo una serie de servicios, que necesitan una buena conexión para poder acceder a estos, que más y más se está llenando de requisitos.

En el sector empresarial se habla de conexiones de Gb, los cuales poseen servicios que lo requieren, para un buen funcionamiento, garantizando la continuidad en los procesos.

Encontrara material que servirá para despejar dudas y a la vez, como base fundamental sobre las tecnologías que actualmente se están utilizando para ofrecer servicios que tengan que ver con la conectividad de las redes LAN y redes WAN.

Así mismo se presentan tres grandes tecnologías que se estudian, describiendo la forma como operan, donde y cuando se pueden utilizar, para que puedan rendir en plenitud, tomando en consideración la tecnología ADSL que brinda conectividad por medio de las empresas de telefonía, aprovechando el bucle de abonado que éstas ya tienen expandida en los departamentos, ciudades, municipios y veredas de todo el país. Y así se describe cada una de las funcionalidades de cada tecnología a estudiar, como son la tecnología ADSL antes mencionada, tecnología RDSI y la tecnología FRAME RELAY.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> : Redes convergentes	<b>25</b>
<b>FIGURA 2.</b> Diámetro de la Red	<b>26</b>
<b>FIGURA 3.</b> Agregado de ancho de banda	<b>27</b>
<b>FIGURA 4.</b> Enlace redundantes	<b>28</b>
<b>FIGURA 5.</b> Modelo Jerárquico	<b>28</b>
<b>FIGURA 6.</b> Nivel de Núcleo	<b>29</b>
<b>FIGURA 7.</b> Nivel de distribución	<b>30</b>
<b>FIGURA 8.</b> Nivel de Acceso	<b>31</b>
<b>FIGURA 9.</b> Conexión Adsl	<b>33</b>
<b>FIGURA 10.</b> Funcionamiento del Splitter	<b>34</b>
<b>FIGURA 11.</b> ARMARIO DSLAN	<b>36</b>
<b>FIGURA 12.</b> Arquitectura ADSL detallada	<b>37</b>
<b>FIGURA 13.</b> Arquitectura ADSL	<b>38</b>
<b>FIGURA 14.</b> Estructura general de RDSI	<b>43</b>
<b>FIGURA 15.</b> Canales de la red RDSI	<b>44</b>
<b>FIGURA 16.</b> Dispositivos Funcionales	<b>45</b>
<b>FIGURA 17.</b> Puntos de referencia	<b>47</b>
<b>FIGURA 18.</b> Servicios RDSI	<b>48</b>
<b>FIGURA 19.</b> Funcionamiento de Frame Relay.	<b>54</b>
<b>FIGURA 20.</b> Formato de la trama	<b>55</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Unidades de Ancho de Banda	<b>19</b>
<b>TABLA 2.</b> Servicios WAN y ancho de banda soportado.	<b>21</b>
<b>TABLA 3.</b> Comparativa cualitativa de las tecnologías xDSL	<b>40</b>
<b>TABLA 4.</b> Comparativa evaluación de ADSL	<b>41</b>
<b>TABLA 5:</b> Comparación protocolo RDSI con modelo OSI.	<b>51</b>



## **1. TITULO INVESTIGACIÓN**

Tecnologías WAN de alta velocidad broadband

### **1 Campo de investigación**

Esta investigación va dirigida a los administradores de redes, Ingeniero de Sistemas y/o cualquier persona que tenga esta rama de investigación para que puedan profundizar en el diseño y Tecnologías de redes de alta velocidad.

### **2 Descripción del problema**

La gran premisa de la actualidad dice “la sociedad avanza al ritmo de la tecnología y la tecnología al ritmo de las comunicaciones”. Hoy hay un gran factor de cambio y evolución de las sociedades y es que las tecnologías de comunicaciones y más concretamente Internet están imponiendo, es usual escuchar frases como “la gran aldea global”, “comercio electrónico”, “Cyber espacio”. No es nada más que las formas y conductas que íntegramente están afectando al ser humano. Culturas a la cual se puede fácilmente involucrar en el mundo de las comunicaciones.

En la actualidad no se cuenta con material clasificado para los estudiantes, docentes y empresas que quieran conocer las tecnologías WAN de alta velocidad que están en uso, como: ADSL(*Tecnología de Línea de Suscriptor Digital Asimétrica*), RDSI (*Red Digital de Servicios Integrados*) y FRAME RELAY.

Por esta razón se busca crear un trabajo de monografía que ilustre al lector sobre las tecnologías WAN antes mencionada, describiendo la forma como operan y los beneficios en la actualidad.

**3**

## **OBJETIVOS**

### **1 Objetivo general**

Ilustrar claramente los aspectos fundamentales, evolución y actualidad, de las tecnologías WAN de redes de alta velocidad, banda ancha.

### **2 Objetivos específicos**

- Reconocer la importancia del ancho de banda para el buen funcionamiento de la red.
- Describir y analizar tres tecnologías de comunicación en redes de alta velocidad.
- Describir los componentes que conforman estas tecnologías, formas de comunicación, ofreciendo un concepto cómo operan.
- Proveer información precisa y actualizada sobre la implementación de las redes de alta velocidad.

## **1 JUSTIFICACIÓN**

El motivo de la investigación del trabajo de monografía está fundamentado, por el uso masivo de estas tres tecnologías (ADSL, RDSI y FRAME RELAY) en el país y a nivel mundial en la actualidad.

Para que el lector se sirva del material recolectado y clasificado, como punto de partida para una investigación o implementación de las tecnologías de alta velocidad, dirigido a todo tipo de empresas que desean aumentar su ancho de banda, para mejorar la calidad en los servicios ofrecidos.

Resaltando sobre todo los beneficios que brinda tener una tecnología como las estudiadas.

## **2 ANCHO DE BANDA EN LAS REDES DE ALTA VELOCIDAD**

### **1 Importancia del ancho de banda**

“A la hora de estudiar las redes y servicios de banda ancha, el primer paso es definir qué se entiende por Red de Banda Ancha. El concepto de red es bien conocido: una red es un conjunto de recursos interconectados entre sí que, gestionados de algún modo, interaccionan para satisfacer las necesidades del usuario. Sin embargo, el termino <<banda ancha>> no esta tan claro, ya que ha sufrido una evolución paralela a la de la tecnología que la soporta. En sus inicios, banda ancha era todo aquel medio físico capaz de transportar más de un canal de voz. Ni que decir tiene que los tiempos actuales exigen un concepto de banda ancha mucho más amplio, con una gran capacidad, en el cual se ponga de manifiesto, además, la importancia de ser transparente al usuario, pues éste debe poder acceder a sus servicios sin problemas a través de la red de banda ancha en cuestión”

El concepto de ancho de banda, es la cantidad de información o datos que puede ser enviada por medio de una conexión de red en un período dado, el cual puede cambiar según el tipo de tecnología utilizada. Es importante tener en cuenta las siguientes razones a la hora de estudiar e implementar una red de este tipo:

- El ancho de banda se encuentra limitado por razones físicas y tecnológicas.
- El ancho de banda no es gratuito.
- Los requisitos de ancho de banda aumentan a gran velocidad.
- El ancho de banda es fundamental para el desempeño de la red.

Las limitaciones del ancho de banda están dadas por las leyes físicas y además, el aprovechamiento que le den al medio las tecnologías que utilizan para transmitir la información. Donde el usuario final tiene que comprar el ancho de banda de una empresa proveedora de servicio para conexiones de área amplia como el tipo de red WAN, para la conexión de red tipo LAN, es necesario adquirir dispositivos que nos brinden una buena capacidad de ancho de banda casi ilimitado.

Analizando la importancia del ancho de banda para la empresa y los servicios que se prestan por medio de este medio de comunicación, es un factor importante a la hora de diseñar nuevas redes, analizar el rendimiento y elegir los dispositivos que se utilizan en la red, ya sea en la parte del núcleo, transporte o acceso. Además el ancho de banda no para de crecer, el usuario final se ha acostumbrado a descargar archivos de todo tipo a una buena velocidad de transmisión y a la vez las empresas prestadoras de servicios I.S.P. montan la voz, dato o video por él mismo medio, utilizando protocolos de trasmisión capaces de soportan y utilizar al máximo la capacidad del medio.

## 2 Medición

La unidad de medición del ancho de banda generalmente es indicada en bit por segundo (bps). Siendo utilizadas normalmente unidades superiores, kilobites por segundo (kbps), o megabites por segundo (Mbps), entre otras.

**Tabla 1:** Unidades de Ancho de Banda

**Fuente:** Cisco Systems, Inc. Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del segundo año. CCNA 1-2. Tercera edición. Madrid, 2004. Pág. 38

Unidad de ancho de banda	Abreviatura	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1 bps = unidad fundamental del ancho de banda
Kilobits por segundo	kbps	1 kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1.000.000.000 bps = $10^9$ bps

Es muy importante mirar en la abreviatura si la “b” esta en minúscula, ya que la “B” mayúscula significa Bytes y no se utiliza para medir el ancho de banda si no para el tráfico.

### **3 Limitaciones**

“En el diseño de un sistema de comunicación o de cualquier sistema para esta materia, el ingeniero se coloca frente a dos clases generales de restricciones: por un lado, los factores tecnológicos, es decir, los factores vitales de la ingeniería y por otra parte, las limitaciones físicas fundamentales impuestas por el propio sistema, o sean, las leyes de la naturaleza en relación con el objetivo propuesto”

La capacidad del ancho de banda varía según el medio y tecnologías utilizadas, dependiendo del medio que se trabaje se verán reflejadas las diferencias en velocidad y capacidad para transportar los datos. Se puede encontrar diferentes medios por donde transmitir la señal, como lo son: cable de cobre de par trenzado, cables coaxiales, fibras ópticas, y por aire. Así mismo el verdadero ancho de banda esta dado por las combinaciones de medio y/o dispositivos, combinándolas con tecnologías que hagan una buena administración de estos.

En la siguiente figura se resume los servicios WAN más comunes asociados al ancho de banda soportando.

**Tabla 3:** Servicios WAN y ancho de banda soportado.

**Fuente:** Cisco Systems, Inc. Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del segundo año. CCNA 1-2. Tercera edición. Madrid, 2004. Pág. 38.

Servicio WAN	Usuario Típico	Ancho de Banda
Modem	Individuos	56 kbps = 0.056 Mbps
DSL	Individuos, teleconmuters, y pequeños negocios	128 kbps to 6.1 Mbps = 0.128 Mbps to 6.1 Mbps
ISDN	Teleconmuters y pequeños negocios	128 kbps = 0.128 Mbps
Frame Relay	Instituciones pequeñas (escuelas", WANs confiables	56 kbps to 44.736 Mbps (U.S.) or 34.368 Mbps (Europe) = 0.056 Mbps to 44.736 Mbps (U.S.) or 34.368 Mbps (Europe)
T1	Grandes Instituciones	1.544 Mbps
E1	Grandes Instituciones	2.048 Mbps
T3	Grandes Instituciones	44.736 Mbps
E3	Grandes Instituciones	34.368 Mbps
STS-1 (OC-1)	Compañías Telefónicas, Backbones de Compañías de Comunicación de Datos	51.840 Mbps
STM-1	Compañías Telefónicas, Backbones de Compañías de Comunicación de Datos	155.52 Mbps
STS-3 (OC-3)	Compañías Telefónicas, Backbones de Compañías de Comunicación de Datos	155.251 Mbps
STM-3	Compañías Telefónicas, Backbones de Compañías de Comunicación de Datos	466.56 Mbps
STS-48 (OC-48)	Compañías Telefónicas, Backbones de Compañías de Comunicación de Datos	2.488320 Gbps

#### 4 Tasa de transferencia



La tasa de transferencia, es la medida real del ancho de banda en un momento dado del día. Por ciertos factores la tasa de transferencia es mucho menor que el ancho de banda disponible por los dispositivos, el medio utilizado o lo ofrecido por la I.S.P.

Para los diseñadores y administradores es muy importante saber calcular la tasa de transferencia en la continua operación de la red, al medirla le permite estar al tanto de los cambios en el rendimiento.

El usuario puede por medio de formulas o software realizar esta operación para calcular la verdadera tasa de transferencia de su red. Es medida bps, Kbps, Bps, kBps, Mbps, MBps, Gbps, GBps.

A continuación se listan los factores que determinan la tasa de transferencia.

- Dispositivos de red.
- Cantidad de datos que son transferidos.
- Topología utilizada.
- Cantidad de usuarios en la red.
- Tipo de servidor.
- Computador del usuario.

### **3 DISEÑO**

Al diseñar una red que prestara servicios de alta velocidad en cualquier proyecto que se desee implementar, este necesitara de un diseño que sea modular, claro y conciso. Teniendo en cuenta que se pretende diseñar una red, que cumplirá con altas velocidades y buenas prestaciones a las aplicaciones con las que se trabajen. Cualquier error al elegir el tipo de diseño, tecnología o dispositivos que se utilizara, se obtendrá como resultado fallas, colapsos en la red y bajas prestación en los servicios.

Además se debe buscar la perfección en la red, no solamente una buena disponibilidad en el servicio, sino optimizar los recursos, que sean escalables, que la misma permita añadir nuevos dispositivos, y no tener que realizar otro diseño. Sin tener que suspender todos los servicios que la red ofrece.

También se hace necesario realizar un estudio del tráfico con el que va a trabajar la red, utilizando técnicas o software que estén diseñados para este propósito. Para poder así garantizar los pilares fundamentales que debe cumplir una red, los cuales son la disponibilidad, confiabilidad e integridad.

Es necesario reunir información de la empresa, la forma como opera, los procesos, requerimientos y proyección a futuro. Para poder tener la base para el

proceso de diseño, a continuación se listaron los requerimientos que servirán en este proceso.

- Historia de la organización y situación actual.
- Crecimiento proyectado.
- Políticas de operación y procedimientos administrativos.
- Sistemas y procedimientos de oficinas.
- Opiniones del personal que utilizará la LAN.

El diseño de la red debe crearse pensando en el futuro, buscar dispositivos (switches, routers) que permitan una serie de características, de las cuales se pueden mencionar:

- ¿Tengo redundancia en los componentes más complejos de mi red?
- ¿Soy lo suficientemente seguro para manejar el siguiente NUEVO ataque?
- ¿Puedo tener Seguridad y QoS independiente del desempeño de routers y switches?
- ¿Está mi red optimizada para Telefonía IP?
- ¿Seré capaz de monitorear efectivamente mi red y planear de acuerdo a ello?

- ¿Puedo dar servicio a mi red y adaptarme al cambio?

La evolución de las redes modernas tiene como objetivo la convergencia, se diseña para los servicios de voz, video, datos, almacenamiento, inalámbrica, Qos, mayor seguridad en los procesos y protección de acceso.



**Figura 1:** Redes convergentes

**Fuente:** <http://www.google.com.co/search?hl=es&q=dise%C3%B1o+jerarquico+de+redes&start=10&sa=N>

En el caso de las tecnologías escogidas para el estudio como redes WAN de alta velocidad, estas utilizan el modelo jerárquico para su interconectividad. ADSL trabaja en el nivel de acceso del modelo jerárquico, aprovechando el tendido del par de cobre que posee la empresa de telecomunicaciones, además distribuyendo todos los dispositivos necesarios para brindar el servicio. Al igual RDSI trabaja en nivel de acceso, pero este utiliza dispositivos que le permite conectar los equipos terminales por medio de un circuito virtual. En el caso de FRAME RELAY opera en el nivel del núcleo, permitiendo conectar diferentes sedes.

## 1 DISEÑO JERÁRQUICO

La principal función o características del diseño jerárquico es la modularidad, de forma que si se añade nuevos módulos, su capacidad (ancho de banda asociado) aumenta.

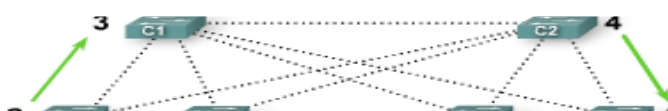
“Con la utilización de módulos de interconexión de nivel 3 (inteligentes), se reducen las posibilidades de fallos o caídas por problemas de configuración o problemas de fallos hardware. Adicionalmente, estos módulos nos proporcionan características de carga balanceada.

Adicionalmente, la realización de una red basada en el diseño multicapa prepara a la red para futuras migraciones o ampliaciones en su capacidad, sin que dichas migraciones resulten traumáticas.”

El diseño de una red que este acorde a las necesidades de la empresa, tiene más probabilidad de ser exitosa, si se utiliza un diseño jerárquico. Comparándola con otros modelos de diseño de redes, este brinda expansión de los dispositivos con mayor facilidad, es administrable, se pueden corregir las fallas con mayor facilidad.

No solo porque la red aparenta estar diseñada con el modelo jerárquico, no significa que la misma está bien diseñada, presentando un modelo deficiente por varios motivos, se pueden tener en consideración estos ítems, como:

- Lo primero considerase es el estudio del diámetro de la red, se puede medir como un diámetro de distancia, pero para este caso utilizaremos el termino para medir el numero de dispositivos. El diámetro de la red es el número de dispositivos que un paquete debe cruzar antes de alcanzar su destino.



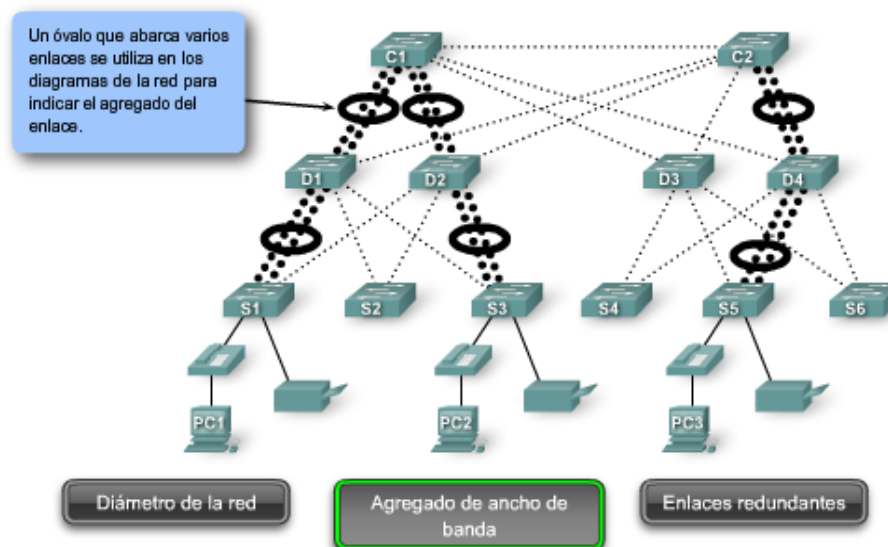


Mantener bajo el diámetro de la red asegura una latencia baja y predecible entre los dispositivos.

**Figura 2:** Diámetro de la Red

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

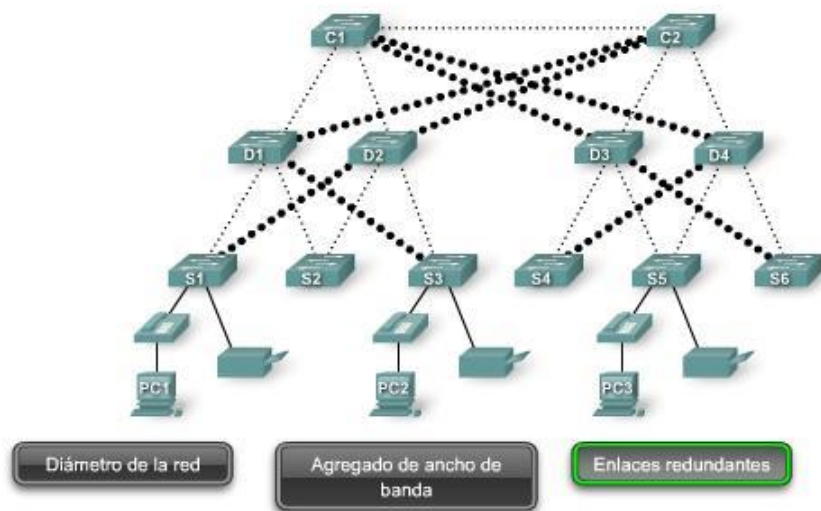
- Agregar ancho de banda, en cada capa del modelo jerárquico se puede agregar ancho de banda. Sabiendo de antemano las necesidades de velocidad de la red, se le puede agregar enlaces agregados entre switches específicos. El cual permite a la red tener más de un enlace entre dispositivo (Switch), llevando como fin mejorar el rendimiento y ancho de banda entre los switches. Los switches tienen que soportar la tecnología de enlace agregado, los cuales Cisco proporciona en estos la tecnología llamada EtherChannel.



**Figura 3:** Agregado de ancho de banda

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

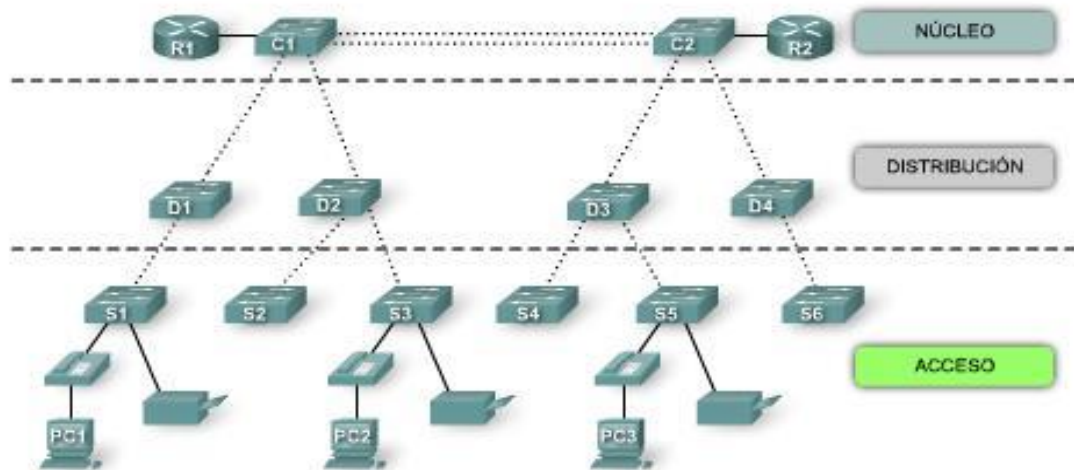
- La redundancia, busca que la red sea altamente disponible. Esta se puede dar de diferentes maneras, duplicando las conexiones de red o duplicar los dispositivos. En combinación con los protocolos especiales, esta combinación asegura una alta disponibilidad.



**Figura 4:** Enlace redundantes

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

Construir un diseño con modelo jerárquico implica dividir la red en diferentes capas independientes. Donde cada una cumple funciones específicas definiendo un rol en la red general. Este modelo se divide en tres capas: capa de núcleo,

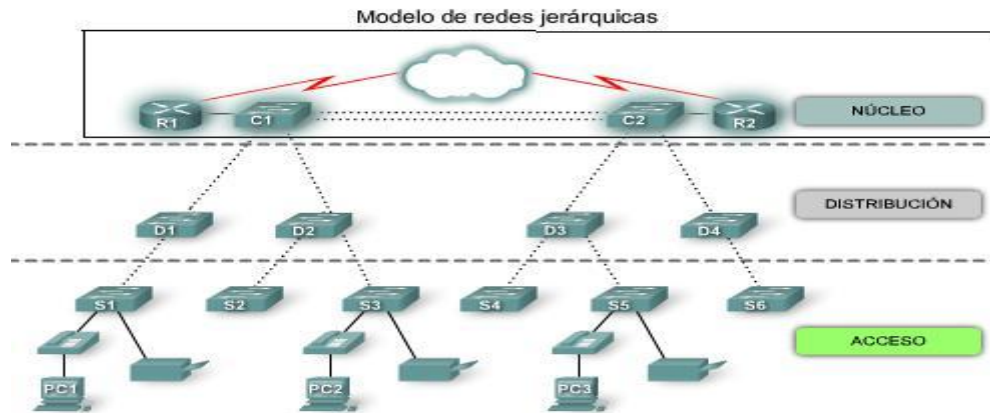


capa de distribución y capa de acceso.

**Figura 5:** Modelo Jerárquico

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

## 1 Nivel Núcleo (CORE)



**Figura 6:** Nivel de Núcleo

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

En este nivel del diseño está identificado el backbone, resaltando su característica principal que es la alta velocidad. Encargándose de desviar el tráfico lo más rápido posible hacia los servidores apropiados. Algunos de los servicios con los que trabaja este nivel pueden ser acceso a internet, a-mail, videoconferencia entre otros.

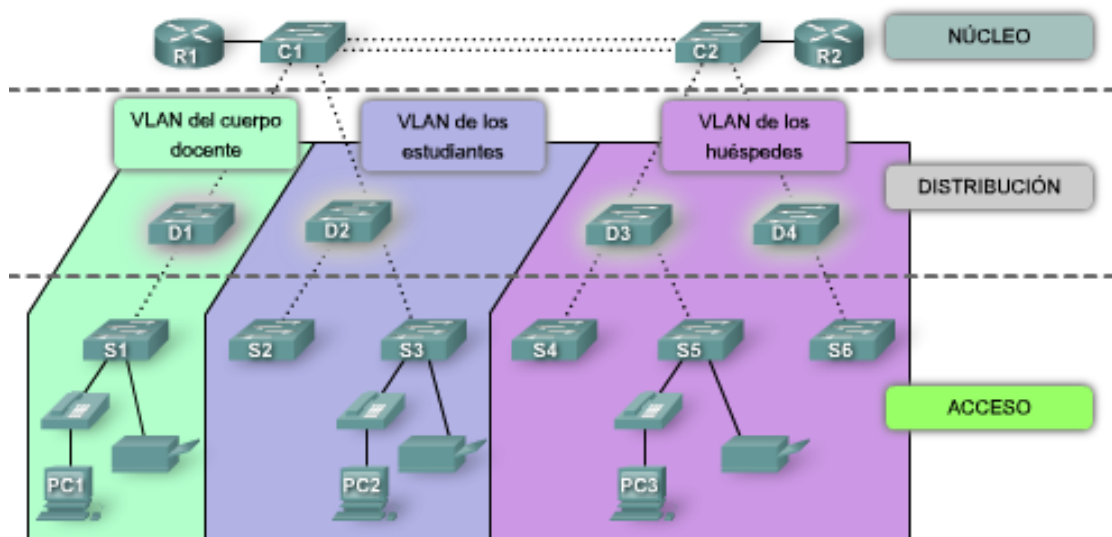
En esta parte del diseño que pueden resaltar o identificar los ítems que se mencionan a continuación:

- Backbone de la red —conecta a los bloques
- Desempeño y estabilidad vs. complejidad
- Punto de agregación para la capa de distribución



- Un core separado da escalabilidad en el futuro
- Mantenerlo independiente de la tecnología

Es muy importante que el diseño de la capa de núcleo sea sumamente disponible, posea un buen ancho de banda y que en los dispositivos o conectividad tengan redundancia. También dispone y brinda conexión a internet a los demás dispositivos que se encuentra debajo de él, en el modelo jerárquico.



**Figura 7:** Nivel de distribución

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

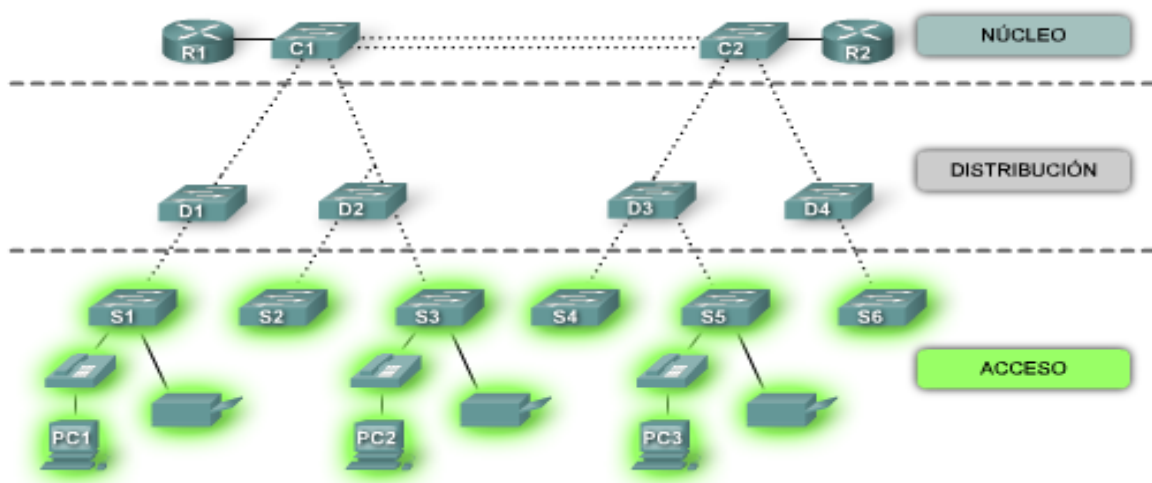
## 2 Nivel de Distribución

Este nivel en el modelo jerárquico de redes se encuentra en el punto medio, conectando el nivel de núcleo con el nivel de acceso. Tiene como función principal el enrutamiento, filtrado de peticiones de acceso a la información y proporciona a los usuarios finales acceso a la WAN y viceversa.

Además agrega los datos que vienen de los switches de la capa de acceso, antes de que se transmitan a los switches o router de la siguiente capa, que es la de núcleo para que estos puedan ser enrutados al destino final, controlando el flujo en el tráfico de la red, con una serie de políticas que se pueden implementar con VLAN, ACLs, entre otros.

“En un entorno de campus, la capa de distribución abarca una gran diversidad de funciones, entre las que figuran las siguientes:

- Servir como punto de concentración para acceder a los dispositivos de capa de acceso.
- Enrutar el tráfico para proporcionar acceso a los departamentos o grupos de trabajo.
- Segmentar la red en múltiples dominios de difusión / multidifusión.
- Traducir los diálogos entre diferentes tipos de medios, como Token Ring y Ethernet.
- Proporcionar servicios de seguridad y filtrado”



### 3 Nivel de acceso

**Figura 8:** Nivel de Acceso

**Fuente:** Cisco CCNA Exploration 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica de LAN

Esta capa del modelo jerárquico es donde le permite a los usuarios o dispositivos finales (impresoras, teléfono Ip) conectarse a la red, la cual también se puede denominar la capa de puesto de trabajo. Teniendo como propósito fundamental brindar conectividad de los dispositivos a la red y controlar el acceso a los recursos que disponen en la empresa.

Para un diseño moderno y futurista no se busca solo conectividad, también hay que buscar que el mismo proponga una ambiente rico en funcionalidades como: convergencia, seguridad, QoS, voz Ip, entre otras.

## 4 TECNOLOGÍAS WAN

### 1 ADSL

ADSL (*Tecnología de Línea de Suscriptor Digital Asimétrica*), es una Tecnología de banda ancha que utiliza un par de cobre de la línea telefónica llamado “bucle de abonado”, utiliza una topología jerárquica para la interconexión de los dispositivos involucrados en la red. Existiendo centrales urbanas, a su vez para permitir la conexión con otras estaciones más lejanas, la estación urbana se conecta a una estación regional, esta central se conecta con otras centrales, hasta que exista conectividad entre todas las centrales. Ya sea mediante una conexión directa entre centrales o utilizando otra central como puente.

La primera diferencia que se encuentra en esta tecnología con referencia a las anteriores como los modem de 56 Kbps, en comparación con los que utiliza ADSL, es que modulan a un rango de frecuencia diferente superiores a los normales [24... 1.104] KHz para los ADSL y [300... 3.400] Hz para los normales, por esta razón los dos tipos de modulación pueden trabajar al mismo instante, por la diferencia de frecuencia que utiliza cada tecnología.

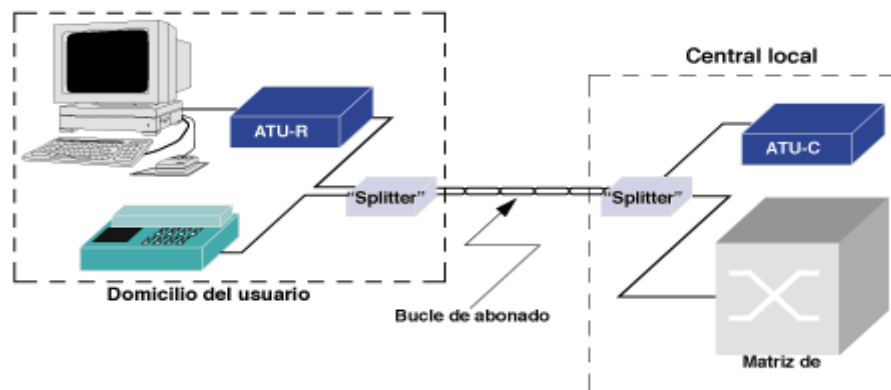
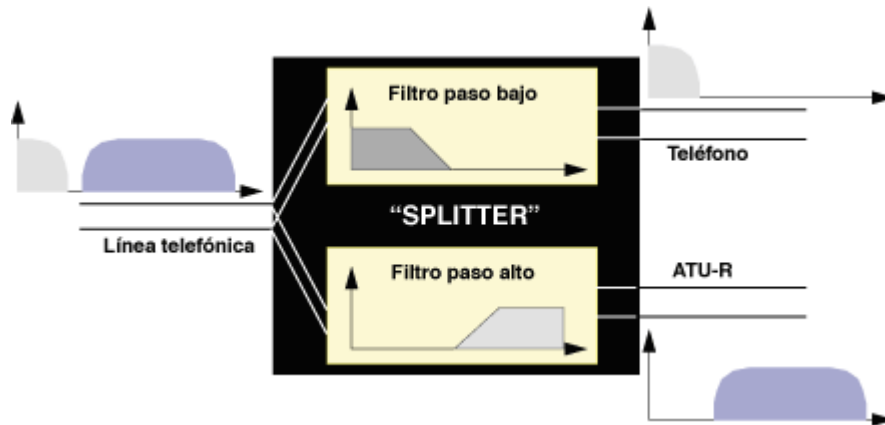


Figura 9: Conexión Adsl

Fuente: [www.uv.es/montanan/redes/trabajos/ADSL.doc](http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/ADSL.doc)



**Figura 10:** Funcionamiento del Splitter

Fuente: [www.uv.es/montanan/redes/trabajos/ADSL.doc](http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/ADSL.doc)

Todas las variantes de ADSL ofrecen una velocidad de ascenso (upstream) de 128 kbps/seg, mientras que la correspondiente a descenso (downstream) la elige el usuario al contratar la tecnología y se ubica entre los rangos de 256 kbps/seg y 512 kbps/seg.

Por lo general, el descenso es mayor debido a que regularmente se recibe más información (música, páginas web, videos o imágenes) que la que se envía (correos y peticiones de páginas).

## 1 Modulación empleada

La técnica de modulación que utiliza la tecnología ADSL sobre el par de cable, de telefonía, le permite la transmisión de datos a una alta velocidad.

Una de las razones principales es por la frecuencia, que utilizan los modem ADSL, estos operan en un intervalo de frecuencia más amplio, desde los 24 KHz hasta los 1,104 KHz, aproximadamente. Quiere decir que no utilizan la frecuencia de los modem de banda vocal (V.32 a V.90) que utilizan la frecuencia de telefonía, que va de 300 Hz a 3,400 Hz. Permitiendo que en el mismo bucle de abonado se pueda transmitir los dos tipos de frecuencia, al mismo tiempo, sin problema alguno.

Utilizando dispositivos de interconexión como: ATU – R, ATU – C, SPLITTER, este último es el encargado de separar las señales transmitidas por el bucle. Envía señales de baja frecuencia (para la telefonía) y las de alta frecuencia (para la tecnología ADSL).

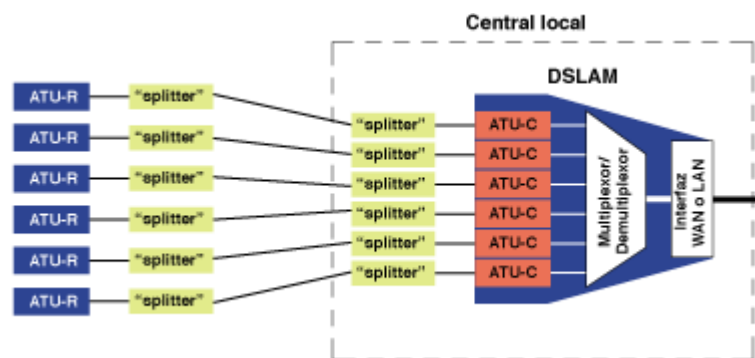
La técnica de modulación de ADSL utilizada es DMT, esta utiliza en la transmisión multiplex portadoras y no solo una. Donde cada una de estas es denominada subportadoras. Esta está separada entre sí, por 4,3125 KHz donde el ancho de banda que tiene disponible cada subportadora es de 4 KHz.

El cálculo de la estimación de la señal/ruido se realiza al principio, cuando se hace el enlace de la ATU – R y ATU – C, la cual define el reparto del flujo de dato entre cada subportadora en la banda asignada a cada una de ellas. Cada uno de estos enlaces utiliza la misma modulación, la única diferencia es que en el enlace ATU –C están disponibles desde 256 portadoras, en cambio en ATU – R un máximo de 32.

## **2 Dslam (escalabilidad)**

El DSLAM (Multiplexor de acceso de línea de abonado digital). Surgió como solución a la gran congestión que se daba inicialmente en la red ADSL, donde cada conexión usuario – red, por medio del bucle de abonado necesitaba un modem ATU – R para el usuario y un modem ATU – C para la central. Dando como consecuencia una gran cantidad de modem en la central local.

DSLAM consiste en un armario que se instala en la central local, el cual contiene un gran número de tarjetas, donde cada una de estas cuenta con varios modem ATU – C, y además concentra todos los enlaces ADSL hacia una red WAN.



**Figura 11:** ARMARIO DSLAM

**Fuente:** <http://linuxupc.upc.es/~jj/adsl/dslam.htm>

La integración de varios ATU – C en un armario, llamado DSLAM, es un factor fundamental para cubrir la demanda de este servicio. De lo contrario esta tecnología hubiera quedado rezagada.

### 3 Arquitectura de la red ADSL

La tecnología ADSL, funciona sobre bucle de abonado local en el nivel de acceso. Consecuencia de ello las redes ADSL, han sido implementadas por las empresas

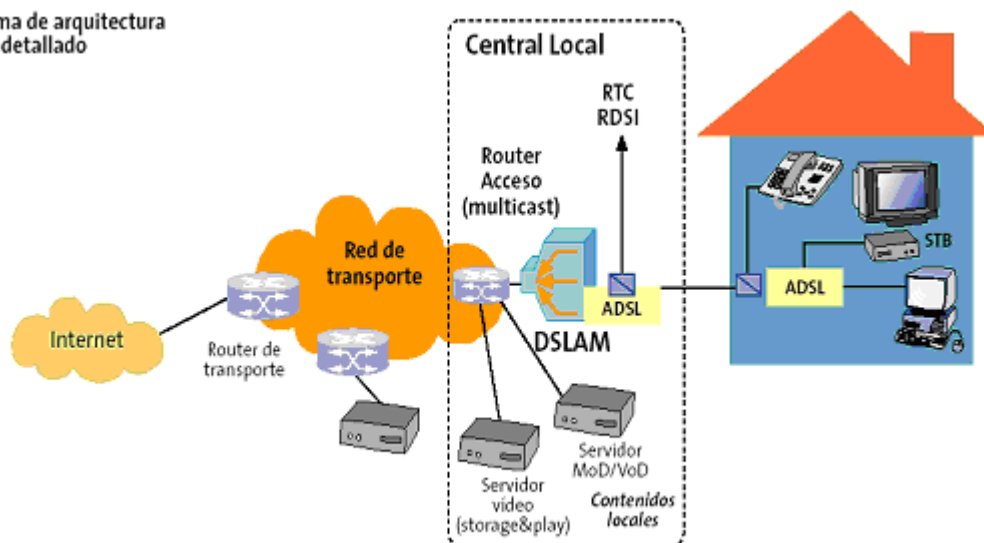
de telefonía, como una tecnología que permite el acceso al servicio de banda ancha sobre los tradicionales pares de cobre.

Gracias a esto, esta tecnología no necesita de implementación de la red, porque la red ya existe, exceptuando los dispositivos que se necesitan para la emisión y recepción de la información. Utilizan el par de cobre instalado por la empresa de telefonía que llega hasta cada teléfono del usuario o empresa.

Para que los dos tipos de servicio (voz y datos) puedan viajar por el mismo medio, utilizan frecuencias independientes, lo cual es muy importante porque permite que estos trabajen simultáneamente. Utilizando un filtro para obtener y entregar el servicio de voz al respectivo teléfono, y los datos al modem ADSL.

Estos pares de cobres están aislados, con esto se evita la radiación, envueltos con una protección de plástico. El medio de transmisión utilizado tiene la ventaja de ser muy flexible y un costo bajo. Presenta un inconveniente porque ofrece un ancho de banda limitado.

Esquema de arquitectura de red detallado





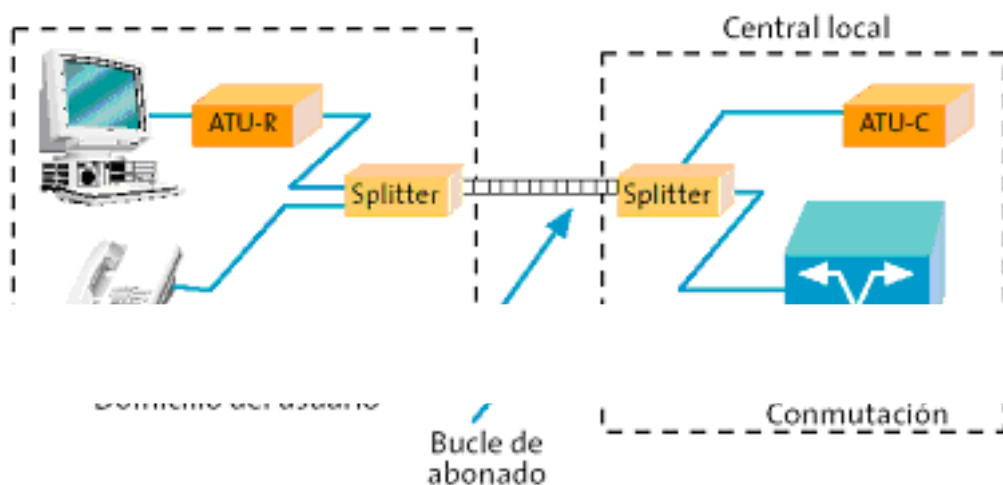
**Figura 12:** Arquitectura ADSL detallada

**Fuente:** [http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/Arquitectura%20red/arquitectura\\_ADSL.htm](http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/Arquitectura%20red/arquitectura_ADSL.htm)

La estructura de la red ADSL, tiene una configuración punto a punto que llega a la central, la cual después es transmitida a la red WAN.

A continuación se mencionaran los dispositivos que se utilizan en la red ADSL como es:

- **Módem ADSL o ATU - C:** Este modem es utilizado en la central local, para modular la señal digital, para así poderla enviar por el bucle de abonado.
- **Microfiltros o Splitters:** Este dispositivo es el encargado de separar la señal transmita por el bucle de abonado, separando la voz de los datos.
- **Bucle:** Es el medio por donde se envía las señales de voz y datos, donde es utilizada la modulación para que ambas señales no se interfieran.
- **Modem ATU-R:** Este modem es utilizando en el domicilio del usuario, tiene como función de convertir la información digital en celdas ATM y para enviar modula para poder enviar por el bucle de abonado, además



**Figura 13:** Arquitectura ADSL

**Fuente:** [http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/elementos%20red/elementos\\_red.htm](http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/elementos%20red/elementos_red.htm)

Los enlaces usuario – red son dedicados y no compartidos, debido a que la arquitectura ADSL está configurado con un enlace punto a punto. Esta es una característica que la hace diferente de las otras tecnologías (HFC, LMDS, WLAN, satélite) las cuales son compartidas.

“Las centrales que soportan esas tecnologías deben disponer de los equipos de agregación de la parte reservada a la red (bucles de abonado), para combinar el tráfico de datos de cada uno de los usuarios, y que este se pueda redirigir hacia la red troncal (backbone desde el que se da servicio). Los equipos destinados a este fin se denominan DSLAM (DSL Access Multiplexer) y terminan el enlace físico que soporta las modulaciones de ADSL, DMT. Así los flujos bidireccionales de datos correspondientes a cada par de cobre, se inyectan hacia el troncal, en norma general, sobre una jerarquía de conmutación de paquetes ATM”

#### **4 Servicios y Aplicaciones**

La tecnología ADSL soporta una gran cantidad de servicio ofrecidos en la actualidad, pero todavía los estándares no están adecuados para soportar algunos de ellos.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa cualitativa de los servicios soportados por las Tecnologías xDSL incluyendo ADSL.

**Tabla 4:** Comparativa cualitativa de las tecnologías xDSL

Fuente: [http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/servicios/Comp\\_serv\\_xDSL.htm](http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/servicios/Comp_serv_xDSL.htm)

Técnica/Servicios	TV	Telefonía	Internet	Juegos y Multimedia	Videoconf.	VPN
<b>ADSL</b>	1 ó 2 canales, muy limitado	Sí	Sí	Sí	Sí, pero depende del tipo de conexión. Velocidades mayores 256 Kbps	Sí, pero con poca capacidad
<b>SHDSL</b>	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>HDSL</b>	No	Sí	Sí	Sí, pero no se usa	No	Sí
<b>VDSL</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Encontrando que ADSL también le permitirá acceder a otros servicios como:

- Teletrabajo
- Acceso a bases de datos remotas
- Comercio electrónico
- Telemedicina
- Descarga de videos bajo demanda

- Videojuegos bajo demanda (con juegos en grupo a distancia)
- Servicios multimedia en general
- DVD
- DVD, HDTV, JPEG, AVI

El objetivo de ADSL es proporcionar una conexión a internet más rápida, ya sea a empresas o particulares y además desarrollar más servicios que soporten multimedia.

Estas condiciones excelentes de acceso al usuario permiten que en ADSL, se puedan ofrecer servicios y aplicaciones de difícil implementación debido al acceso. De las cuales podemos encontrar visitas virtuales a museos, teleeducación, videoconferencias, vídeo y música a la carta, juegos en red, noticias personalizadas, comercio electrónico o asistencia médica a distancia.

## 5 Actualidad Adsl +2

En la actualidad se están implementando evoluciones de la tecnología ADSL, como es la tecnología ADSL 2 y ADSL +2, utilizando el mismo par de cable, ofreciendo servicios integrados como voz, datos y televisión.

La siguiente tabla compara las tecnologías (ADSL, ADSL 2 y ADSL +2 )

**Tabla 5:** Comparativa evaluación de ADSL

**Fuente:** [http://www.adslayuda.com/adsl\\_2.html](http://www.adslayuda.com/adsl_2.html)

	<b>ADSL</b>	<b>ADSL 2</b>	<b>ADSL+ 2</b>
Frecuencia	0,5 MHz	1,1 MHz	2,2 MHz
Velocidad Max. Subida	1 Mbps	1 Mbps	1,2 Mbps
Velocidad Max.	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps

Bajada			
Distancia	2 Km	2,5 Km	2,5 KM
Tiempo Sincronización	10-30 s	3 s	3 s
Corrección de Errores	No	Sí	Sí

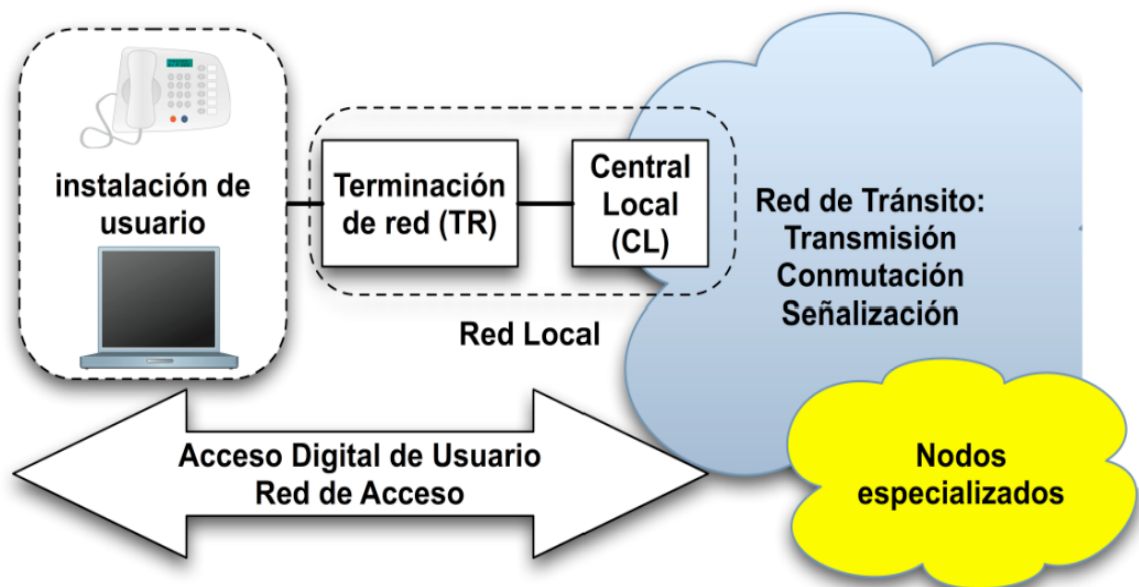
“La tecnología ADSL 2 +, definida por la UIT-T en la norma G.992.5, se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Permite mayores velocidades de transmisión descendentes en bucles cortos (hasta 24 Mbit/s en bajada y 800 Kbit/s en subida) y mayores coberturas sobre bucles largos.
- No hay incremento significativo de la velocidad de transmisión en enlace ascendente.
- El incremento de capacidad de transmisión se basa en la extensión del ancho de banda utilizable sobre el par de cobre, que pasa de 1,1 MHz (ADSL) a 2,2 MHz.
- Mejoras en la compatibilidad espectral, es decir, reducción de interferencias en la red de acceso.
- La norma define una serie de Anexos que especifican las características de ADSL sobre líneas analógicas (RTB) o digitales (RDSI), así como otros que contemplan la extensión del caudal disponible en sentido upstream.”

Además, el aumento de la velocidad de transmisión que alcanza esta tecnología le permite abrir las puertas a nuevas aplicaciones y servicios, que necesitaban de mayor ancho de banda, en el nivel de acceso para su buen funcionamiento e implementación. Combinando esta ancho de banda y el canal dedicado por cada acceso del cliente, que ofrece esta evolución de ADSL, pone por delante con respecto a otras tecnologías de que utilizan el cable como medio de acceso.

## 2 RDSI

RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), está definida como una red evolucionada multi-servicio, la cual se constituye por todos los medios de transmisión y conmutación que permiten interconectar dos equipos (terminales), utilizando físicamente un circuito digital. Ofreciendo con esta tecnología digital servicios de voz, datos y video a los clientes de telefonía conmutada.



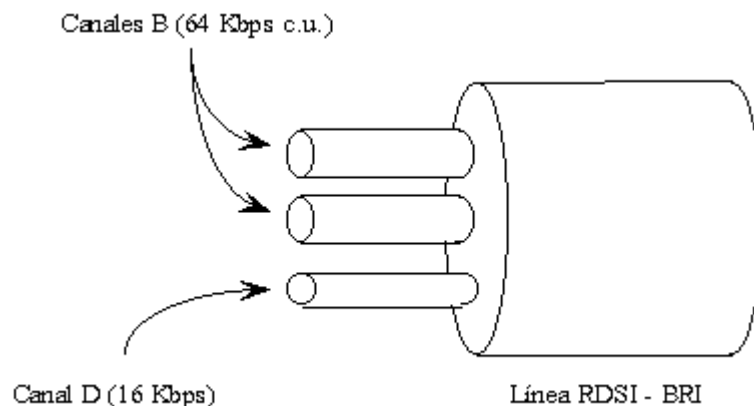
**Figura 14:** Estructura general de RDSI

**Fuente:** <http://agamenon.tsc.uah.es/Asignaturas/ittt/rys/RDSI%20OK.pdf>

La realización de la llamada para una conexión se realiza en pocos segundos, utilizan un canal llamado D (Canal delta) que es más rápido que un modem tradicional por ejemplo uno de 56 Kbps que le lleva más tiempo en establecer la comunicación, para transmitir los datos utiliza los canales B (Canales Bearer), teniendo una velocidad cada uno de ellos de 64 Kbps. Y los canales H que surge de la combinación de varios canales B, obteniendo mayor velocidad de transmisión y se utiliza para transportar datos ya sea audio de calidad o video.

## 1 Canales de RDSI (D, B, H)

El método que utiliza la tecnología RDSI, para transmitir los datos por el medio físico y su señalización, se realiza por medio de canales, los cuales son llamados canales tipo B, tipo D, tipo H. Estos son conductos unidireccionales, a través de ellos fluye la información.



**Figura 15:** Canales de la red RDSI

**Fuente:** <http://www.arqui.com/users/antonio/fddi/Image5.gif>

El canal B es utilizado exclusivamente para transmitir los datos (voz, audio, imagen, datos y señales de video), los cuales alcanzan una velocidad de 64 Kbps.

La función del canal tipo D es enviar información de y señalización para el establecimiento del control de la llamada; se utiliza dependiendo de la estructura de acceso de la tecnología RDSI, pero también pueden ser empleado para transmitir datos cuando no se esté usando, para así poder regular mejor el ancho de banda que pueda ofrecer el medio que se esté trabajando; los cuales pueden canalizarse desde 16 Kbps, según el tipo de servicio contratado.

Los canales H, nacen de la combinación de dos o más canales B, los cuales son utilizados para transportar datos a una alta velocidad, tales como: audio de alta calidad o video. De la combinación de varios canales B surgen categorías como:

Canales H0: Son 6 canales B, con una velocidad de 384 Kbps

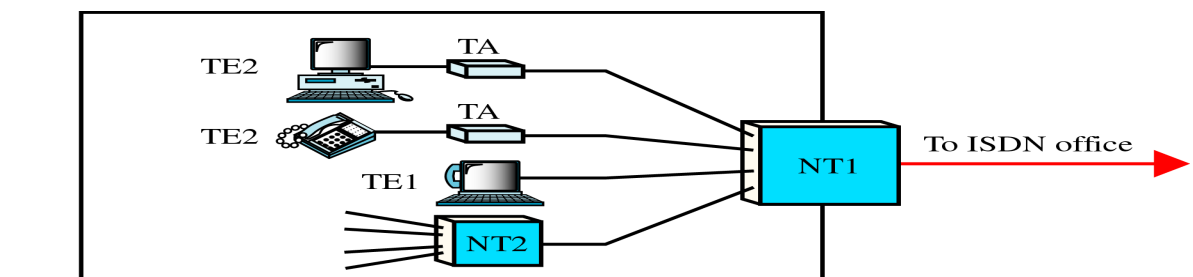
Canales H10: Son 23 canales B, con una velocidad de 1472 Kbps

Canales H11: Son 24 canales B, con una velocidad de 1536 Kbps

Canales H12: Son 30 canales B, con una velocidad de 1920 Kbps

## 2 Dispositivos funcionales

Los dispositivos funcionales están definidos por las normas de RDSI, definiendo varios tipos diferentes de dispositivos con sus funciones y responsabilidades. Los cuales podemos ver en la siguiente imagen como: NT1, NT2, TE1, TE2, TA.



**Figura 16:** Dispositivos Funcionales



**Fuente:** [http://www.joseangelsanchezortiz.net/Archivos/PresentaSisTel/STMUD2\\_4-TecnicasTrxD SL.ppt](http://www.joseangelsanchezortiz.net/Archivos/PresentaSisTel/STMUD2_4-TecnicasTrxD SL.ppt)

**Terminación de Red tipo 1 (NT1).** Este dispositivo nos permite realizar funciones de mecánica y eléctrica en la interfaz física del bucle de abonado en la tecnología RDSI, este dispositivo está en la frontera entre el usuario y el bucle de abonado. Incorporando mecanismos de control de acceso al canal D, que es el encargado de la señalización. Por esto permite la conexión de varios equipos a la vez.

**Terminación de Red tipo 2 (NT2).** Dispositivo que tiene la función de concentrar y conmutar, proporcionando la interfaz física a los dispositivos que son utilizados por el usuario.

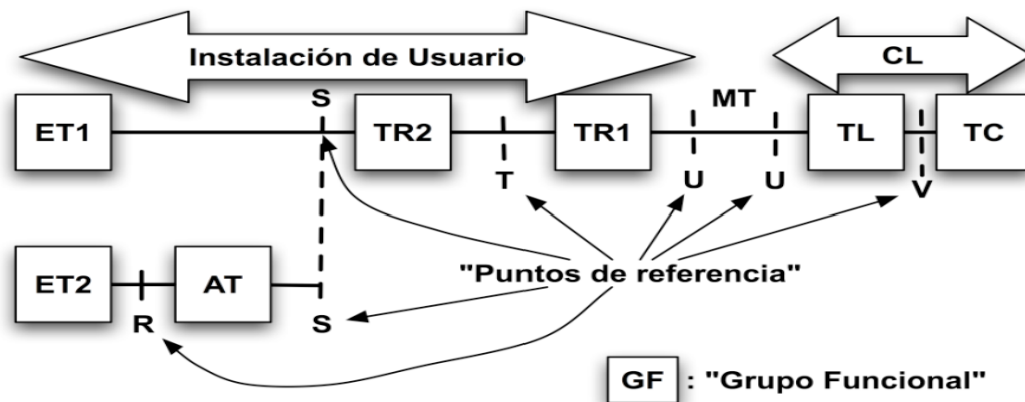
**Equipo Terminal tipo 1 (TE1).** Es un dispositivo digital que soporte la interfaz estándar de la tecnología RDSI, que está directamente conectado al dispositivo NT1, sin necesidad de un adaptador.

**Equipo Terminal tipo 2 (TE2).** Dispositivo que no soporta la interfaz estándar de la tecnología RDSI, necesitando un adaptador llamado TA para que esté haga la función de puente entre usuario (TE2) / RDSI y viceversa.

**Adaptador de Terminal (TA).** Convierte los dispositivos que no soporta la interfaz estándar de RDSI en dispositivos TE1.

### **3 Puntos de referencia**

Podemos identificar los puntos de referencia como la frontera que separa a dos grupos de dispositivos funcionales. Los cuales tienen funciones y normas que tienen que cumplir.



**Figura 17:** Puntos de referencia

**Fuente:** <http://agamenon.tsc.uah.es/Asignaturas/ittt/rys/RDSI%20OK.pdf>

**R (Rate).** Este punto conecta cualquier dispositivo no RDSI. RDSI. Interface de ET2's con sus respectivos AT.

**S (Sistema).** Es una interfaz de punto de acceso de los terminales de la tecnología RDSI, determinándose como un bus pasivo conectándose hasta 8 terminales.

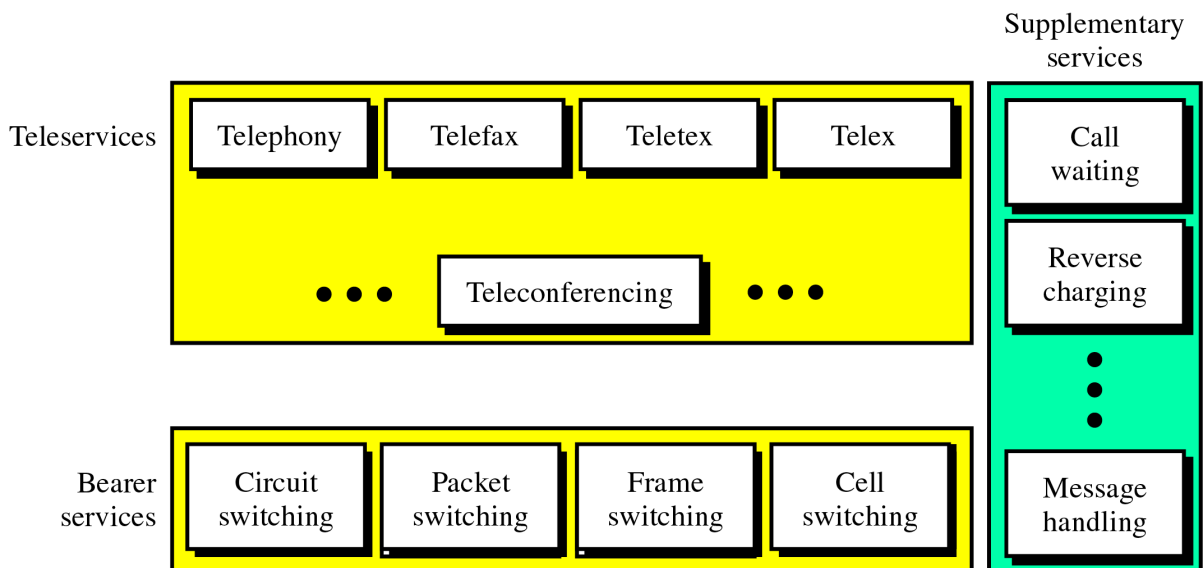
**T (Terminal).** Permite la separación de las instalaciones en los dispositivos del usuario y la terminal TR1. Si no hay terminal TR2 solo existe una única interface S/T.

**U (Usuario).** Es una interfaz de acceso, es la línea digital de abonado, el medio de transmisión que separa los equipos extremos de transmisión.

V. Es la interfaz entre el equipo de terminación de línea de la central y los equipos terminales de central.

#### 4 Servicios de RDSI

La RDSI no solamente se limita a ofrecer servicios de voz. Esta tecnología es una evolución de las redes de telefonía, la cual tiene muchos servicios que ofrecer, podemos mencionar transmisión de datos informáticos (llamado servicios portadores), telefax, videoconferencia, internet entre otros.



**Figura 18:** Servicios RDSI

**Fuente:** [http://www.joseangelsanchezortiz.net/Archivos/PresentaSisTel/STMUD2\\_4-TecnicasTrxDSL.ppt](http://www.joseangelsanchezortiz.net/Archivos/PresentaSisTel/STMUD2_4-TecnicasTrxDSL.ppt)

Como se ha mencionado antes los servicios portadores ofrecen transferencia transparente de información, estableciendo una conmutación de circuitos, por

medio de una llamada le permite obtener un camino fijo y exclusivo en la red o por medio conmutación de paquetes, la información es dividida por partes de un tamaño máximo y son enviados individualmente por la red.

**Modo circuito:** Los datos son transferidos por medio de conmutación de circuitos utilizando los canales D o H. Dependiendo del modo en que se establezca el circuito, puede ser bajo demanda que utiliza el canal D para la señalización o bien sea por circuitos semipermanentes, esto siempre están disponibles para la utilización y no ahí que estableces una conexión.

**Modo paquete:** Este servicio no asegura el retardo que los datos puedan sufrir en la red, por lo que, no se aplica para el transporte de datos en tiempo real. Estructura en paquetes los datos para poderla enviar, estableciendo señalización para establecer la llamada tanto en el canal D, como en el canal B para la transferencia de datos.

El teleservicio ofrece a los usuarios una comunicación totalmente definida en todos sus aspectos, obteniendo este por medio de los equipos ET1 o ET2, prestando el servicio por el equipo terminal, dependiendo las características de este podrá ofrecer o no un determinado teleservicio. Los principales servicios son: telefonía, telefax, datafax, videotelefonía.

Ofrece además servicios suplementarios, no pueden contratarse de forma aislada como:

- Grupo cerrado de usuarios.
- Identificación del usuario llamante.
- Restricción de la identificación del usuario llamante.
- Identificación del usuario conectado.

- Restricción de la identificación del usuario conectado.
- Indicación de llamada en espera.
- Marcación directa de extensiones.
- Múltiples números de abonado.
- Subdireccionamiento.
- Portabilidad de terminales.
- Línea directa sin marcación.
- Marcación abreviada.
- Señalización de usuario a usuario.
- Conferencia a tres.
- Retención y recuperación de llamadas.
- Desvío de llamadas.
- Transferencia de llamadas dentro de un bus pasivo.
- Grupo de captura.
- Prioridad de llamadas.
- Llamada completada sobre abonado ocupado.
- Información de tarificación.

## **5 Arquitectura del protocolo RDSI**

El conjunto de los diferentes protocolos comparten el mismo medio, son diferentes los protocolos que se utilizan para los datos transportados, como los de la señalización entre el usuario y la red.

La RDSI utiliza la gestión de planos, para comprobar y asegurar que se esté utilizando el protocolo apropiado. Podemos encontrar el gestor de control encargado de la señalización como establecer la llamada, peticiones, etc. Y el gestor de usuario que está encargado de los datos en sí, que se quiere transportar por la red RDSI.

Comparando la arquitectura del protocolo RDSI con respecto a los 7 niveles del modelo OSI, se muestra la equivalencia con los tres niveles inferiores del modelo de referencia como se muestra en la figura.

**Tabla 6:** Comparación protocolo RDSI con modelo OSI.

**Fuente:** <http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/rdsi.html>

Aplicación	Señalización de usuario extremo a extremo	Protocolos OSI				
Presentación						
Sesión						
Transporte						
Red	Control de llamada I.451	X.25 Paquetes				X.25 Paquetes
Enlace	LAP-D (I.441)					X.25 LAP-B
Físico	Nivel 1 (I.430, I.431)					
	Señalización	Conmutación de paquetes	Telemetría	Conmutación de circuitos	Circuitos punto a punto	Conmutación de paquetes
	Canal D			Canal B		

**Capa 1.** Es la conexión física entre el dispositivo TE y LE, en esta capa se establece:

- Tipo de conector
- Alineación de la trama
- Características eléctricas

- Codificación de los datos transmitidos
- Activación y desactivación de los circuitos físicos
- Identificación del terminal
- Entre otros

Puede utilizar conexión síncrona, serie y full-dúplex, punto a punto o punto a multipunto.

**Capa 2:** Esta capa contiene protocolos para garantizar una comunicación libre de errores, definiendo la conexión lógica entre usuario y red.

**Capa 3:** Este nivel de protocolo define la forma de señalización que se pueden utilizar en la solicitud de cualquier servicio.

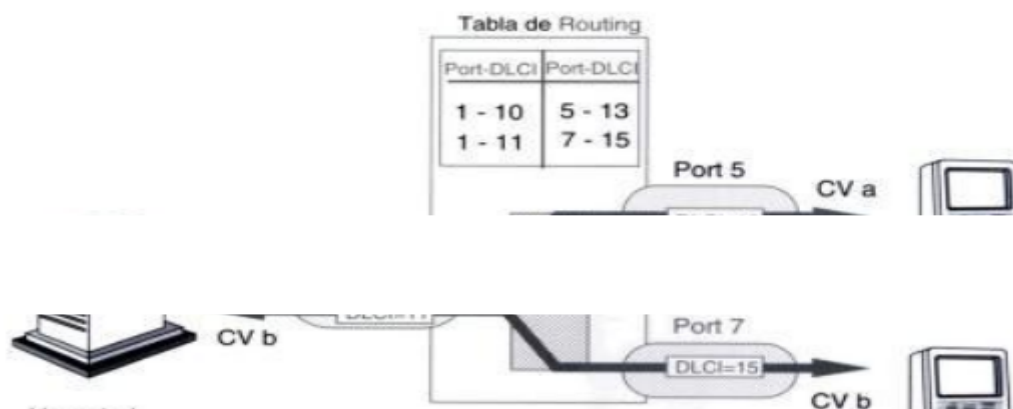
### 3

## FRAME RELAY

“Frame Relay es la solución ideal para todas las empresas que requieren transmitir datos a alta velocidad entre sus distintos centros de actividad y que con frecuencia necesiten tiempos de respuesta muy cortos. El servicio Frame Relay sirve como soporte a una amplia gama de servicios de valor añadido como InterLAN, Data&Voz, Conexión a Internet, y es totalmente compatible con los servicios IP”

Inicialmente Frame Relay fue estandarizándose por la CCITT, como un servicio que permitía la optimización de los canales de la tecnología ISDN en ancho de banda estrecha, que les garantizaba la trasmisión solamente de datos. Sin embargo en la actualidad el desarrollo de esta tecnología está convertida en una interfaz que es independiente de la ISDN, y que además ofrece muchos beneficios como los mencionados anteriormente.

El mecanismo de funcionamiento de Frame Relay, no es muy diferente a las demás tecnologías que también son orientadas a conexión y multiplexión estática. Como nos muestra la siguiente figura:



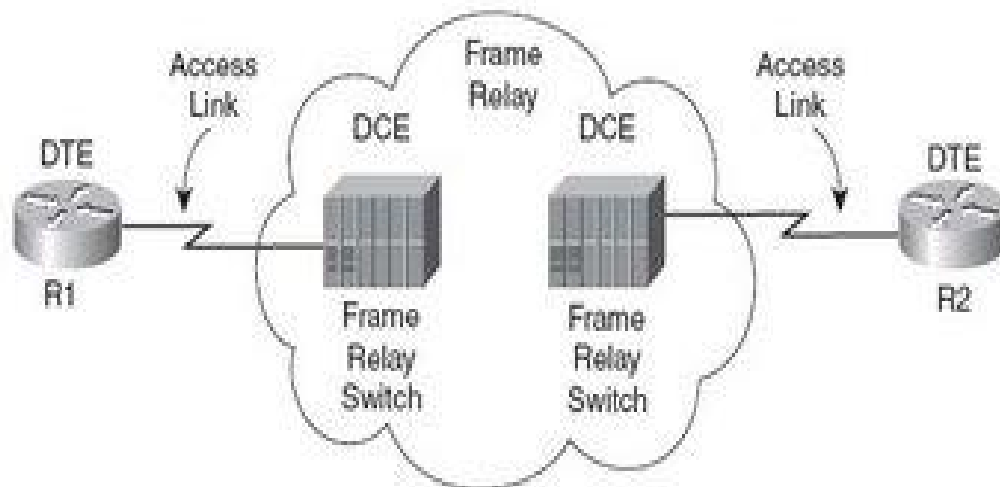


**Figura 18:** Funcionamiento de Frame Relay.

**Fuente:** Jose M. Caballero, Redes de banda ancha. 1997. Pag. 59

En la actualidad Frame Relay garantiza la transferencia de datos a altas velocidades, basándose en los estándares de calidad, excelente disponibilidad y buen costo – beneficio. Así ofreciéndole una buena solución para las empresas que deseen interconectar sus diferentes oficinas. Permitiendo tener redes VPN's utilizando distintas topologías, permitiendo tener mucha o poca redundancia, ya sea en los dispositivos o en las interconexión de estos.

## 1 Dispositivos de protocolos



**Figura 19:** Dispositivos DTE y DCE

**Fuente:** <http://bp1.blogger.com>

Los dispositivos funcionales que se encuentran conectados a una WAN Frame Relay son llamadas terminales, DTE (Equipo terminal de datos) y DCE (Equipo de terminación del circuito de datos).

El terminal DTE, este equipo se encuentra del lado del cliente, considerándose un equipo terminal para una red específica, de los cuales pueden ejercer esta función los equipos como: computador personal, ruteadores y puentes.

El terminal DCE, es un dispositivo de interconectividad de redes de propiedad de la compañía de interconexión. La función de este dispositivo DCE es el de proporcionar los servicios de temporización y conmutación de la red, que en realidad estos son los que envían datos a través de la WAN.

## 2 Formato de trama

Para entender mejor el funcionamiento de Frame Relay, se estudiara el formato básico de la trama con que trabaja la tecnología. El contenido de las tramas la información necesaria para identificar el protocolo que viene dentro del campo de datos (PDU), facilitándole al receptor el buen entendimiento del paquete recibido.

DELIMITADOR DE INICIO DE TRAMA	FUNCIONES DEL NIVEL DE ENLACE	CAMPO DE DATOS	SECUENCIA DE COMPROB DE TRAMA	DELIMITADOR DE FIN DE TRAMA
--------------------------------	-------------------------------	----------------	-------------------------------	-----------------------------

**Figura 21:** formato de la trama

**Fuente:** [http://donatello.icesi.edu.co/~redesi/material2002-02/modulos/mod\\_09.pdf](http://donatello.icesi.edu.co/~redesi/material2002-02/modulos/mod_09.pdf)

- “Delimitador de Comienzo de Trama:  
Es una secuencia de 8 bits que indica el comienzo de un paquete.
- Campo de Nivel de Enlace (Header Frame Relay)  
Contiene información de direccionamiento y la escasa gestión de control de flujo que Frame Relay realiza.

Tiene dos subcampos:

- Identificador de conexión de enlace de datos (Data Link Connection Identifier, DLCI)  
Es la dirección de la conexión lógica que se encuentra multiplexada en el canal.
- Apropia para descartar (Discard Eligibility, DE)  
Indica si la trama puede ser descartada.
- Campo de Datos del Usuario:  
Son los “datos útiles” del paquete, su tamaño es generalmente de 4K o inferior.
- Secuencia de Verificación de Trama:  
Campo de dos bytes que contiene la suma de comprobación para determinar si el paquete ha sido dañado durante la transmisión.”

No existe una norma o convenio que establezca un mínimo para el tamaño máximo de la trama que permita Frame Relay, sin embargo la red debe soportar al menos un máximo de 262 octetos. Donde el operador de la red es el encargado del valor más apropiado, como es un valor variable es configurado en el dispositivo terminal DTE Frame Relay.

Cuando una trama entra en la red el switch realiza lo siguiente:

- Mira el valor de DLCI entrante.

- Consulta (en una tabla que mapea cada DLCI destino con un puerto) el valor correspondiente al DLCI del extremo remoto.
- Transmite la trama al puerto correspondiente incluyendo los dos valores de DLCI en la cabecera Frame Relay.
- Cuando la trama sale por el otro extremo, ya sale etiquetada con el DLCI destino al que es asignada a la entrada de la red.

Este método permite tener múltiples DLCIs sobre un mismo puerto físico de un switch.

### **3 Aplicaciones**

Las aplicaciones que ofrece Frame Relay, en el ámbito empresarial el cual es su orientación, puede ofrecer aplicaciones como:

- Intercambio de información en tiempo real.
- Correo electrónico
- Transferencia de ficheros e imágenes
- Impresión remota
- Aplicaciones host-terminal.
- Aplicaciones cliente-servidor.
- Acceso remoto a bases de datos

- Construcción de bases de datos distribuidas.
- Aplicaciones CAD/CAM

En la actualidad existen empresas que tienen un alto grado de sistematización, que trabajan con varias aplicaciones antes citadas. Lo que hace de Frame Relay sea un medio de transporte único. Optimizando la relación costo – beneficio que tanto buscan los empresarios, ofreciendo la creación de varios canales virtuales permanentes lo que permite la incorporación de una nueva sede. El equipo del lado del proveedor se le llama DCE, que es donde se conectan los DTE de los usuarios, encargándose de contrarlar el reloj y los servicios de conmutación de que la red contratados.

Se tiene que tener en cuenta el estándar de señalización utilizado entre el router (DTE) y el switch Frame Relay (DCE) se llama LMI y existen varios tipos, luego es necesario que el DCE y el DTE utilicen el mismo tipo para poder comunicarse.

#### **4 Configuración de Frame Relay**

La tecnología Frame Relay utiliza un circuito virtual, a través de una conexión lógica que se crea entre dos dispositivos terminales de datos DTE, que estos se comunican por medio del proveedor de servicio.

Algunos de los Materiales: routers, cables de red y consola y ordenadores de consola.

#### **Ejemplo de una configuración básica:**

- **“Para la terminal DTE**

Interface Serial 1

Ip address 10.16.0.2 255.255.255.0

Asigna una dir IP a la interface

Encapsulation frame-relay ietf

Configura la interface como FR

Bandwidth 64

Este dato se utiliza para cálculos

en algoritmos de routing dinámico

Frame-relay lmi-type ansi

Especifica tipo de señalización

Frame-relay inverse-arp ip 16

Para el ARP inverso

Frame-relay map ip 10.16.0.1 110 broadcast ietf

Mapea el DLCI a una dir IP

Destino

- **Para la terminal DCE**

Además de la configuración anterior se le añade:

Frame-relay switching

Frame-relay intf-type dce

Lo configura como DCE

Clock rate 2000000

Da el reloj y velocidad de transmisión

### **Ejemplo de una Configuración avanzada (con subinterfaces)**

Dentro de una interfaz física se pueden definir varias subinterfaces lógicas. Cada subinterfaz tendrá que estar conectada a una red distinta. Pueden ser point-to-point, que sólo pueden tener un DLCI, y las multipoint, que pueden tener varios DLCIs.

### **Configuración de subinterfaces point-to-point:**

Interface serial 0

No ip address particular

cada subinterface tendrá su ip

Encapsulation frame-relay ietf

Interface serial 0.110 point-to-point

especifica que es point-to-point

Ip address 10.17.0.1 255.255.255.0

asigna una dirección IP y máscara

Bandwith 64

Frame relay interface-dlci 110

asigna un DLCI a todo el subinterface

!

interface serial 0.120 point-to-point

tiene que pertenecer a una red distinta

ip address 10.18.0.1 255.255.255.0

bandwidth 64

Frame-Relay interface-dlci 120

### **Configuración de subinterfaces multipoint:**

interface serial 2

no ip address

La dir IP se asigna a la

subinterface

encapsulation frame-relay ietf

!

interface serial 2.2 multipoint

Especifica que es multipoint

ip address 10.17.0.1 255.255.255.0

bandwidth 64

frame-relay map ip 10.17.0.2 120 broadcast

Realice un mapeo de DLCI para cada dirección distinta

frame-relay map ip 10.17.0.3 130 broadcast"

## **5 Diferencias y semejanzas entre X.25 y Frame Relay**

El funcionamiento de Frame Relay, básicamente es de la misma manera que la tecnología X.25. Donde los usuarios comparten los recursos de la red, dividiendo los datos en paquetes pequeños.

La mejor forma de describir la diferencia de X.25 y Frame Relay es utilizando el modelo de referencia OSI. Donde X.25 comprende los tres primeros niveles (1 al 3 del modelo OSI), el primer nivel (capa) describe y hace relación a todas las conexiones físicas, la capa 2 describe cómo los datos son dispuestos en paquetes, cómo estos paquetes son dispuestos en tramas, y cómo los errores de bit son corregidos mediante la retransmisión. Tanto el nivel 2 como el 3 incluyen procedimientos para el control de flujo, los acuses de recibo, y para comprobar que tramas y paquetes son enviados en el orden correcto. La capa 3 describe cómo se pueden establecer muchos canales lógicos sobre la misma conexión física, y cómo se establecen y desconectan circuitos virtuales.

En la actualidad Frame Relay solo utiliza únicamente la capa 1 y una simplificada capa 2, eliminando los complejos protocolos para la detección y corrección de errores, remplazándolo por un procedimiento simple de comprobación de errores para asegurarse que los datos con errores puedan ser descartados. Las capas superiores del equipo receptor o destinatario serán encargadas de cualquier retransmisión, el motivo porque no se utiliza la capa tres, es porque los circuitos de hoy son establecidos por el operador de la red, ya no es necesario la función de establecimiento y desconexión de los circuitos virtuales individuales nivel 3, en comparándolos con X 2.5, que solo se necesitaban direcciones de nivel 2.

La forma de manejar el control de flujo en Frame Relay es más sencillo que en X.25. Frame Relay en vez de utilizar el procedimiento de acuse de recibo que es utilizado para verificar que los datos recibidos son correctos, los usuarios dan por



supuesto que la transmisión de datos funciona como es debido. En caso que la red se sature, el nodo Frame Relay puede enviar una señal de alarma a la LAN, para conseguir que el flujo de tráfico saliente se reduzca.

#### **“Rasgos más importantes de X.25**

- Arquitectura de tres niveles.
- Red de transmisión de paquetes orientada a conexión utilizando Circuitos Virtuales (CV).
- Activación y desactivación de los CV mediante paquetes de control de llamada utilizando el mismo canal y CV que los paquetes de datos: Señalización en línea.
- Multiplexación a nivel 3 de CVs sobre un canal libre de errores proporcionado por el nivel 2.
- Duplicidad de control de flujo y errores en N-3 y N-2 y mantenimiento de tablas en cada nodo y para cada CV.
- La transmisión de un paquete entre nodos no finaliza hasta que se ha realizado correctamente.

#### **Rasgos más importantes de X.25**

- Red de transmisión de tramas orientada a conexión utilizando Circuitos Virtuales (CV).
- Señalización fuera de banda: Activación y desactivación de CV mediante paquetes de control de llamada utilizando una conexión lógica diferente a la de datos de usuario: Los nodos intermedios se ahorran el procesado de mensajes relativos a control de llamada.
- Arquitectura de dos niveles: Desaparece N-3.

- Multiplexado y conmutación de conexiones lógicas se realizan en el nivel 2.”

## **6 Situación actual**

En la actualidad Frame Relay tiene una positiva aceptación en las empresas, por su facilidad como tecnología, para añadirse a los equipos o dispositivos ya existentes como: Computadores, router, conmutadores, multiplexores, etc. Logrando con estos mismos, un mejor desempeño para realizar de un modo más eficiente los procesos.

El futuro de Frame Relay aparece como brillante, especialmente si lo comparamos con otras tecnologías no estandarizadas. En Frame Relay todo son ventajas: puede ser implementado en software (por ejemplo en un encaminador), y por tanto puede ser mucho más barato; Frame Relay esta orientado a conexiones, como la mayoría de las WAN's; Frame Relay puede "empaquetar" tramas de datos de cualquier protocolo de longitud variable; la "carga del protocolo" (overhead) de Frame Relay es menor de un 5%. Convirtiéndose en una de las tecnologías más utilizadas por las empresas de telecomunicaciones para conectar LANs.

## CONCLUSIÓN

En la actualidad se hace necesario brindar conectividad al usuario o empresa, requiriendo velocidades asombrosas que van desde Mbps, para usuarios domésticos y para el caso de empresas requieren conexiones de Gbps.

Las redes de alta velocidad están obligadas a suplir todas estas necesidades, necesitando que las tecnologías evolucionen o que surjan nuevas.

Las tecnologías ADSL, RDSI, FRAME RELAY que se estudiaron en esta monografía, dan a conocer la evolución que han tenido, hasta el punto de llegar a transmitir datos, voz, y video. Ofreciendo servicios veloces y eficiente, que en algunos casos se pueden combinar para obtener un mejor beneficio costo y mayor eficiencia en los datos.

El estudio de las diferentes tecnologías de redes, nos permite tener una ventaja a la hora de tener que escoger el mejor método de transición de los datos, que nos permita tener todos los beneficios y poder trabajar de manera más rápida y economía.

## RECOMENDACIONES

Para el buen entendiendo de este trabajo de monografía, se les recomienda un estudio preliminar acerca de los conceptos que se manejan en las redes, de las tecnologías de comunicación, para tener una mejor comprensión del tema tratado.

Además se recomienda un estudio de fuentes distintas a las mencionadas en la bibliografía, dado que el tema tratado es muy amplio, y tiende a una evolución a la medida del tiempo, llevando como consecuencia que algunos conceptos cambien según la actualidad de las telecomunicaciones.

Además le recomendamos que los interesados en seguir con esta línea de investigación profundicen sobre las tecnologías WAN futuristas, como lo sería "Redes de muy alta velocidad", ya que nuestra monografía le puede servir de base, o fundamento para una investigación o trabajo monográfico de este tipo de redes. Ya que cada vez adquieren mucha más importancia sobre el desarrollo tecnológico mundial.

Así como es importantísimo tener en cuenta que futuras investigaciones sobre este tema son absolutamente necesarias ya que no abunda mucho material de apoyo, propongo a los interesados en seguir con esta línea que, ahonden en la producción de obras sobre redes WAN de muy altas velocidades.

## BIBLIOGRAFÍA

Cisco Systems, Inc. Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del segundo año. CCNA 1-2. Tercera edición. Madrid, 2004. Pág. 38

KESSLER, Gary y SOUTHWICH, Peter. RDSI. Conceptos, funcionalidad y servicios. Cuarta Edición. Madrid, 2001.

STALLINGS, Willian. Redes e Internet de Alta Velocidad Rendimiento y Calidad de Servicio. Pearson – Prentice Hall. 2ª Edición 2004.

HUIDOBRO MOYA, José Manuel y ROLDÁN MARTÍNEZ, David. Redes y servicios de banda Ancha. McGraw-Hill. 2004. Pág. 1

## CIBERGRAFIAS

[1] Tecnología ADSL y DSLAM.

<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/junio/adsl.htm>

[2] Arquitectura de la red ADSL

[http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/Arquitectura%20red/arquitectura\\_ADSL.htm](http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/Arquitectura%20red/arquitectura_ADSL.htm)

[3] ADSI 2+

<http://www.noticiasdot.com/publicaciones/2005/0305/1803/noticias/noticias-180305-02.htm>

[4] Tecnología Frame Relay

[http://www.telefonicaonline.com/on/onTOFichaProducto/1,,v\\_segmento+AHOG+v\\_idioma+es+v\\_producto+1061,00.html](http://www.telefonicaonline.com/on/onTOFichaProducto/1,,v_segmento+AHOG+v_idioma+es+v_producto+1061,00.html)

[5] Servicios de Frame Relay

[http://donatello.icesi.edu.co/~redesi/material2002-02/modulos/mod\\_09.pdf](http://donatello.icesi.edu.co/~redesi/material2002-02/modulos/mod_09.pdf)

[6] Diferencias y semejanzas de X.25 y Frame Relay

<http://www.tecnun.es/asignaturas/redtelema/Guion%20practica%203%20FR.pdf>

[7] Aplicaciones Frame Relay

<http://www.34t.com/box-docs.asp?doc=402>

[8] Modelo Jerárquico

<http://www.aprenderedes.com/2006/06/19/las-tres-capas-del-modelo-jerarquico-de-cisco/>