

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“SERVICIOS SOBRE ATM”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

RAÚL MUJICA ESQUIVEL

PROMOCIÓN

1998 – I

LIMA – PERÚ

2002

A MI MADRE

SERVICIOS SOBRE ATM

SUMARIO

El presente informe ofrece una actualizada visión general, no extensiva ni profunda, de las principales características de los servicios ATM nativos más comúnmente ofrecidos en el mercado actual de telecomunicaciones; así como también, basándose en criterios de demanda de tráfico y características de servicio propone el diseño básico de una red que pueda satisfacer estos requerimientos, abarcando una descripción técnica y un análisis económico de la plataforma.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS ATM	3
1.1. Demandas que impulsaron los Servicios ATM	3
1.2. Características del Servicio ATM	6
1.3. Circuito de Acceso	7
1.3.1. Tipos de Circuitos de Acceso	8
1.4. Puerto ATM	9
1.4.1. Especificaciones de Nivel Físico	9
1.4.2. Puertos N*E1/T1 IMA	13
1.4.3. Ancho de bandas disponibles sobre los puertos ATM	14
1.4.4. Otros puertos ATM Disponibles	15
1.5. Circuito Virtual ATM	16
1.5.1. Tipos de Interfases ATM	16
1.5.2. Tipos de Circuitos Virtuales ATM	17
1.5.3. Conexiones virtuales ATM	18
1.5.4. Opciones de los Circuitos Virtuales	23
1.5.5. Contrato de Tráfico	26
1.5.6. Clases de Servicio	28
1.5.7. Contrato de Tráfico y las Clases de Servicios	33
1.5.8. Gestión de Tráfico	33

1.5.9. Administración de Servicio	43
1.5.10. Performance del Servicio	44
1.6. Resumen de Servicios ATM	46

CAPÍTULO II

ARQUITECTURA DEL SERVICIO	48
2.1. Requerimiento de la Red	48
2.2. Arquitectura del Servicio	49
2.3. Arquitectura de Red ATM	53
2.3.1. Capa de Núcleo,	53
2.3.2. Capa de Acceso	55
2.3.3. Topología Red ATM	57
2.4. Circuitos de Transporte Internacional	57
2.5. Red de Sincronización	59
2.6. Diseño del Punto de Presencia (POP)	59
2.6.1. Interconexión entre conmutadores ATM y red de sincronismo	60
2.6.2. Interconexión con el proveedor de ancho de banda internacional	61
2.6.3. Interconexión con los proveedores de los circuitos de acceso	61
2.7. Arquitectura de Acceso de los Clientes	62
2.8. Conmutadores ATM	63
2.8.1. Conmutadores ATM de Núcleo	63
2.8.2. Conmutadores ATM de Acceso	65
2.9. Plan de Direccionamiento, Señalización y Ruteo ATM	67
2.9.1. Plan de Direccionamiento	67

2.9.2. Señalización y Ruteo	71
2.10. Interconexión de otros proveedores ATM	73
2.10.1. Interconexión ATM	74
2.10.2. Servicios ATM	74
2.11. Red de Administración	75
2.11.1. Arquitectura de la Red de Administración	75
2.11.2. Plataforma de Gestión de Red ATM	77
2.12. Arquitectura de Restauración	79
2.12.1. Transporte Internacional	79
2.12.2. Conmutadores ATM	79
2.12.3. Restauración ATM	79
2.12.4. Conmutación de Protección Automática 1+1 (APS 1+1)	80

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN ECONÓMICA 82

3.1. Demanda Proyectada	82
3.2. Resumen Económico	84
3.3. Ingresos	85
3.4. Gastos	86
3.5. Inversiones	87
3.5.1. Equipamiento	88

CONCLUSIONES 93

ANEXO A

ACRÓNIMOS

95

BIBLIOGRAFÍA

98

PRÓLOGO

La actual demanda de aplicaciones relacionadas con información multimedia, como son la video-conferencia, audio-conferencia, video bajo demanda o sistemas colaborativos (pizarras compartidas, tele trabajo, telemedicina, etc.) y su coexistencia con aplicaciones más clásicas (bases de datos, transferencia de archivos, WWW, etc.) requiere tecnologías de comunicaciones capaces de ofrecer elevadas prestaciones. Estas elevadas prestaciones están directamente relacionadas con la calidad de servicios y concretamente con conceptos claramente parametrizables como el ancho de banda y la velocidad de transmisión (throughput), el retardo de transferencias (delay), la variabilidad en el retardo (jitter), la fiabilidad (reliability) de las transmisiones; las características de multidifusión a grupos dispersos de usuarios (multicast) y la posibilidad de gestionar múltiples clases de servicios o flujos de información en redes no uniformes (multiclass).

El ATM (Asynchronous Transfer Mode) es la tecnología que permite satisfacer la mayoría de las prestaciones citadas anteriormente. Por lo que, el estudio de las redes ATM, en cuanto a sus características, los servicios que pueden ofrecer y su diseño, es un tema de suma importancia en el ambiente actual de las telecomunicaciones que será revisado en este informe.

El presente documento está estructurado de la siguiente forma. El capítulo se describe las características de los servicios ATM nativos más comúnmente

ofertados en el mercado actual de telecomunicaciones en lo que respecta a los puertos de acceso ATM, las clases de servicios disponibles, los tipos de circuitos y conexiones virtuales, contrato y gestión de tráfico, administración y performance del servicio, entre otras.

En el capítulo 2, presentamos la arquitectura del servicio ATM, así como un requerimiento técnico comercial para el diseño de una red, cuyas características como arquitectura y topología, plataforma de transporte internacional, red de sincronización, equipos de conmutación ATM, plan de direccionamiento, protocolo de ruteo y señalización, interconexión con otras redes ATM, red de administración y arquitectura de restauración son descritas.

Mientras que en el capítulo 3, se realiza una evaluación económica de la plataforma diseñada en el capítulo 2, analizando su rentabilidad en el tiempo; basándose en un costeo real de todos los elementos conformantes de la red. Culminando con las conclusiones obtenidas luego de preparar este informe.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS ATM

1.1.Demandas que impulsaron los Servicios ATM

Evolución de las Redes de Datos

Desde 1960 hasta 1990, la arquitectura predominante para redes de datos era un arreglo complejo y de gran extensión de líneas privadas dedicadas conectando locaciones corporativas y empresariales. Para los usuarios más grandes, esta fue la principal manera de transportar tráfico de datos crítico; y fue exitosa por un número de razones. Con líneas privadas dedicadas, el total del ancho de banda estaba disponible todo el tiempo y la información podía ser transmitida continuamente. Esto significó que esas redes trabajaban bien con tráfico que no toleraba retardo, tal como voz y vídeo, y eran un transporte fastuoso para soportar transacciones en línea jerárquicas y otras aplicaciones construidas alrededor de inmensas computadoras centralizadas. El número limitado de locaciones interconectados combinada con la topología en estrella permitía a las líneas privadas ser eficientes en costo. Pero a medida que las redes de los usuarios se convertían en complejas, el costo de un servicio de línea privada que cumplían con los requerimientos corporativos se encarecía hasta llegar a costos excesivos. Un intento de reducir costos para aplicaciones del tipo ráfaga, fue el desarrollo de dispositivos de red de

multiplexación estadística para así proveer ancho de banda basada en demanda de tráfico entre locaciones. Pero estas soluciones, aunque útiles, son limitadas en capacidad, alcance y flexibilidad. No soportan tipos de tráfico diverso ni conectividad de banda ancha.

A medida que nuevas aplicaciones son usadas en líneas y el número de locaciones interconectadas aumenta, el costo de líneas privadas a pesar de los avances de multiplexación estadística se incrementan significativamente.

Aplicaciones de Gran Ancho de Banda

Con la evolución de las aplicaciones de datos de uso intensivo de ancho de banda, sistemas de imágenes, arquitecturas basadas en Internet e Intranet, las redes corporativas necesitan aún mayor ancho de banda en demanda así como también conectividad flexible y amplia.

El impacto de estas aplicaciones, combinadas con el crecimiento de otras aplicaciones de datos de gran consumo de ancho de banda como los de cliente servidor y procesamiento distribuido, ha sido dramático. Esto ha llevado a la implementación de nuevas tecnologías de mayor velocidad y flexibilidad en ancho de banda como Frame Relay; que permite un transporte más rápido de datos que los métodos de transmisión tradicionales.

Ahora, sin embargo, los administradores de red están siendo presionados con la necesidad de tener velocidad de interconexión para soportar interconexión de LAN para aplicaciones de imágenes médicas, visualización científicas, consulta médica remota, modelamiento de alta resolución, animación, vídeo conferencia y capacitación remota.

Integración de tipos de tráfico

Complicando la mezcla de nuevas aplicaciones y conectividad de banda ancha, surge la necesidad de soportar todo tipo de tráfico: vídeo, voz y datos. La industria está experimentando la convergencia e integración de datos y telefonía, y de nuevos acercamientos para transporte de vídeo están incrementando las presiones de red. Las redes empresariales han mantenido históricamente medios separados para estas diferentes clases de tráfico, pero es necesario que las redes las soporten sobre un único servicio contratado.

Enfoque en las Necesidades de Negocio

En el ambiente empresarial actual, los clientes demandan valor, confiabilidad, manejabilidad, y, por supuesto protección de la inversión en los sistemas de redes de comunicaciones. Al mismo tiempo, buscan nuevas maneras de hacer negocios. Teniendo como objetivo final, la performance total del sistema y la confiabilidad de la red.

Solución

Para superar estos asuntos complejos, los administradores de redes empresariales están buscando solución de red que provean:

- Mucha mayor capacidad de red
- Ancho de banda en demanda para soportar aplicaciones de alta velocidad
- Conectividad flexible, universal y amplia.
- Soporte universal de una solución única de arquitectura para voz, datos y vídeo.

- Eficiencia en costos para permitir un crecimiento de red, y
- Escalabilidad en la arquitectura

Estos requerimientos son ahora soportados a través de los servicios soportados por plataformas ATM. ATM puede transportar a la velocidad y capacidad de un OC-3/STM-1 a través de una plataforma compartida entre todas las aplicaciones con gran calidad y ancho de banda asegurada en demanda. ATM permite la interconexión de usuarios de aplicativos de procesamiento de imágenes, diseño y manufactura soportado por computadora (CAD-CAM), administración de base de datos compartida, aprendizaje remoto, multimedia, vídeo conferencia y voz.

1.2. Características del Servicio ATM

Las características de los servicios ATM pueden ser claramente definidos por su estructura de acuerdo a la figura 1.

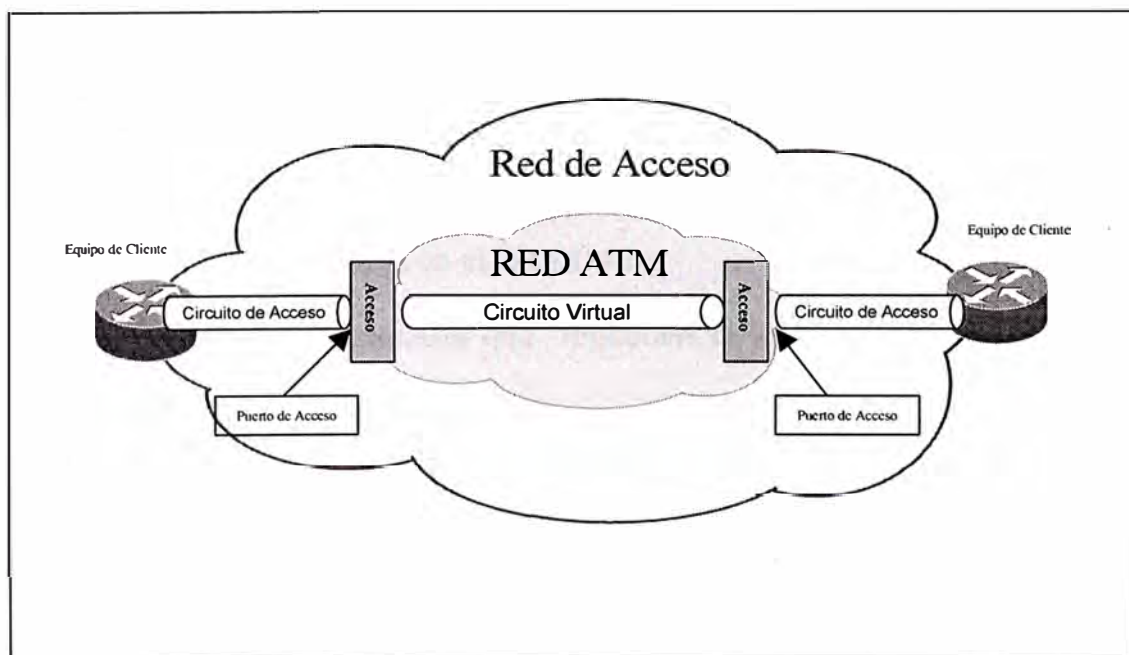


Figura 1 : Estructura de redes de servicio ATM

Podemos especificar un servicio ATM al definir claramente las características de:

- Circuito de Acceso
- Puerto ATM
- Circuito Virtual ATM

1.3.Circuito de Acceso

Los clientes a fin de poder acceder al servicio ATM deberán contar con un circuito de acceso dedicado que permita conectar sus equipos con los del proveedor que se encuentran ubicado en su punto de presencia (POP),

Las características básicas de los circuitos de acceso son las especificaciones físicas de los puertos de acceso y la velocidad de transporte, existiendo una variedad de tecnologías que usan medios inalámbricos, de fibra óptica y de cobre, permitiendo cada una diferentes niveles de confiabilidad.

En lo que se refiere a las especificaciones físicas de los puertos de acceso, estos deben coincidir con las del puerto ATM de acceso a la red de servicios, las cuales se encuentran detalladas en el ítem 1.4.1.

Las normas internacionales que reglamentan las especificaciones físicas de los puertos son: ANSI e ITU-T.

Norma Americana (ANSI)	Norma Europea (ITU-T)
T1	E1
T3	E3
OC-3	STM-1

Tabla 1 : Normas Internacionales de Puertos de Acceso

Es importante tener en cuenta que las velocidades de los circuitos deben ser tales que permitan un transporte transparente de la interfase de acceso.

1.3.1. Tipos de Circuitos de Acceso

Generalmente el circuito de acceso es operado y administrado independientemente al servicio ATM, pero dependiendo de las condiciones comerciales del servicio contratado, esta puede ser asumida por el proveedor del servicio.

De acuerdo con lo anterior podemos definir dos tipos de circuito de acceso, cuyo alcance va más allá del punto de vista técnico, basándose solamente en el punto de vista de operación y administración.

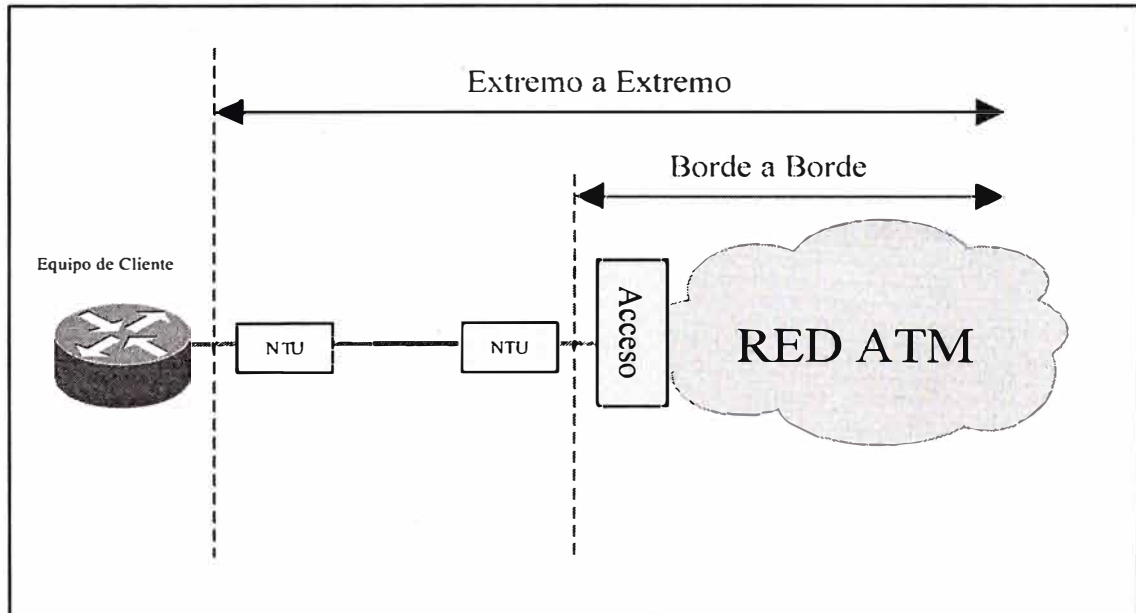


Figura 2 : Tipos de Circuito de Acceso

Tenemos:

- **Borde a Borde.**- El punto de acceso a la red lo constituyen el puerto de la red de ATM, por lo que el cliente se hace cargo administración del circuito de acceso que es contratado a un proveedor diferente.

- **Extremo a Extremo.**- El proveedor del servicio ATM se hace cargo no sólo de su red sino también de la administración del circuito de acceso, que puede ser proveída por el mismo o por un tercero.

1.4. Puerto ATM

Es el punto de conexión del usuario con la red ATM.

La velocidad del puerto define la máxima velocidad a la que el equipo del cliente puede transmitir y recibir información de la red ATM. Cada puerto opera a la velocidad de la línea de acceso que conecta al equipo del cliente a la red.

El tipo de puerto ATM sólo tiene alcance local para cada uno de las locaciones, ya que es posible conectar varios puntos cada uno con un tipo diferente de interfase, importando solamente la conexión lógica que existe entre ellos.

Las Interfases de servicios E1/T1, N*E1/N*T1 IMA, E3/T3 y STM-1/OC-3 cumplen con los estándares ITU-T y ANSI, así como con los proveídos por el ATM Forum.

1.4.1. Especificaciones de Nivel físico

Los puertos de acceso de la red ATM tienen las siguientes especificaciones de nivel físico. Los formatos de trama expuestos son los más comunes y son soportados por la mayoría de puertos de equipos ATM.

1.4.1.1.E1

Características	Valores	
Interfase Eléctrica	G703 con código de línea HDB3	
Trama	G703 No estructurado	G703/G704 Estructurado
Señalización	-	Señalización de canal común (CCS)
Velocidad (Kbps)	2048	1984
CRC-4	Habilitado si la red de acceso lo genera	
Impedancia	75Ω ó 120Ω	
Conectores	DB15, RJ45, SMB, BNC	
Temporización	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de E1 estructurado, la señal de reloj es proveída por el circuito de transporte • En caso de E1 no estructurado, la señal de reloj es proveída por el equipo de acceso de la red ATM 	
Mapeo de Celdas	Mapeo de celdas de acuerdo a ITU-T G.804	
Scrambling	El scrambling de la carga útil de las celdas preferente activo	

Tabla 2 : Especificaciones Nivel Físico - E1

1.4.1.2.T1

Características	Valores
Interfase Eléctrica	ANSI T1.102' / 'ITU G.703' con código de línea B8ZS
Trama	Formato de Súper Trama Extendido (ESF) de acuerdo a ANSI T1.408/ITU G.704
Señalización	-
Velocidad (Kbps)	1544
Impedancia	75Ω ó 120Ω
Conectores	DB15, RJ48C, RJ45, SMB, BNC
Temporización	Proveído por el circuito de transporte
Mapeo de Celdas	Mapeo de celdas de acuerdo a ITU-T G.804
Scrambling	El scrambling de la carga útil de las celdas preferente activo

Tabla 3 : Especificaciones Nivel Físico - T1

1.4.1.3.E3

Características	Valores	
Interfase Eléctrica	G703 con código de línea HDB3	
Trama	No estructurado (G703)	Estructurado (G703/G832)
Formato de Trama	G.832	
Velocidad (Kbps)	34368	
Impedancia	75Ω	
Conectores	SMB o BNC	
Temporización	<ul style="list-style-type: none"> En caso de E3 estructurado, la señal de reloj es proveída por el circuito de transporte En caso de E3 no estructurado, la señal de reloj es proveída por el equipo de acceso de la red ATM 	
Mapeo de Celdas	Mapeo de celdas de acuerdo a ITU-T G.804 usando el estándar HEC (Verificación de error de cabecera) / ADM (Mapeo directo sobre ATM).	
Scrambling	El scrambling de la carga útil de las celdas preferente activo	

Tabla 4 : Especificaciones Nivel Físico - E3

1.4.1.4.T3

Características	Valores	
Interfase Eléctrica	G.703 / T1.102 con código de línea B3ZS.	
Trama	No estructurado (G703)	Estructurado (G703/G751)
Formato de Trama	-	Formato de Trama con BIT C, de acuerdo ANSI T1.107 e ITU G.704
Señalización	-	
Velocidad (Kbps)	44736	
Impedancia	75Ω	
Conectores	SMB o BNC	
Temporización	<ul style="list-style-type: none"> En caso de T3 estructurado, la señal de reloj es proveída por el circuito de transporte En caso de T3 no estructurado, la señal de reloj es proveída por el equipo de acceso de la red ATM 	
Mapeo de Celdas	Mapeo de celdas de acuerdo a ITU-T G.804 usando los estándares HEC (Verificación de error de cabecera) / ADM (Mapeo directo sobre ATM) o PLCP (Protocolo de convergencia de nivel físico)	
Scrambling	El scrambling de la carga útil de las celdas preferente activo	

Tabla 5 : Especificaciones Nivel Físico – T3

1.4.1.5.OC-3

Características	Valores			
Interfase	Interfase óptica con código de línea NRZ de acuerdo a T1.105-1991/ G.957			Interfase eléctrica con código de línea CMI
	Fibra Monomodo de alcance intermedio (SMF IR)	Fibra Monomodo de largo alcance (SMF LR)	Fibra Multimodo	Interfase física eléctrica
Niveles de Señal	<u>Min. dBm</u> <u>Max dBm</u>	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u>	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u>	-
TX	-15 -8	-5 0	-15 -8	
RX	-28 -8	-34 -10	-23 -8	
Trama	STM-1 AU4			
Señalización	-			
Velocidad (Mbps)	155.52 Mbps			
Impedancia	-	-	-	75Ω
Conectores	SC, ST, BNC o SMB			
Máxima longitud de cable	SMF IR	SMF LR	MMF	Electrical I/F
	~20Km	~40Km	~2Km	120m
Mapeo de Celdas	Mapeo directo de celdas sobre contenedores virtuales.			
Scrambling	La Interfase debe soportar scrambling de flujo y carga útil de las celdas			

Tabla 6: Especificaciones Nivel Físico – OC-3

1.4.1.6.STM-1

Características	Valores		
Interfase	Interfase óptica con código de línea NRZ de acuerdo a T1.105-1991/ G.957		
	Fibra Monomodo de alcance intermedio (SMF IR)	Fibra Monomodo de largo alcance (SMF LR)	Fibra Multimodo
Niveles de Señal	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u>	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u>	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u>
TX	-15 -8	-5 0	-15 -8
RX	-28 -8	-34 -10	-23 -8
Trama	STS3C		
Señalización	-		
Velocidad (Mbps)	155.52 Mbps		
Impedancia	-		
Conectores	SC, ST, BNC o SMB		
Máxima longitud de cable	SMF IR	SMF LR	MMF
	~ 20Km	~ 40Km	~ 2Km
Mapeo de Celdas	Mapeo directo de celdas sobre contenedores virtuales.		
Scrambling	La Interfase debe soportar scrambling de flujo y carga útil de las celdas		

Tabla 7: Especificaciones Nivel Físico – STM-1

1.4.2. Puertos N*E1/T1 IMA

A medida que los circuitos de un E1 (2Mbps) o T1 (1.5 Mbps) no son suficientes para satisfacer los requerimientos de ancho de banda, la solución de realizar un aumento de ancho de banda al siguiente nivel de la jerarquía de transmisión digital que puede ser E3 (45 Mbps) o T3 (32 Mbps) puede resultar costoso y en algunos casos estos circuitos no pueden estar disponibles. Aunque en el caso de que lo sean, el ancho de banda requerido puede ser mucho menor que el disponible originando una sub-utilización del medio.

El ATM Forum ha definido un mecanismo de multiplexación inversa, llamado Multiplexación Inversa para ATM (IMA) que permita tener conexiones virtuales ATM sobre enlaces E1/T1 paralelos. La multiplexación inversa para ATM distribuye las celdas a través de los enlaces paralelos, donde cada celda conserva la información que identifica su pertenencia a determinada conexión virtual.

En la transmisión la multiplexación inversa para ATM toma las celdas de la capa ATM y las envía de manera secuencial sobre los enlaces individuales que conforman un enlace lógico llamada Grupo IMA. La performance del grupo IMA es aproximadamente la suma de los enlaces individuales, aunque se requiere una cabecera ATM y celdas de control. En la recepción, las celdas son recombinadas para formar el flujo de celdas original que luego es pasado a la capa ATM. Mientras no haya información en celdas que enviar, son enviadas celdas de relleno para mantener la sincronización.

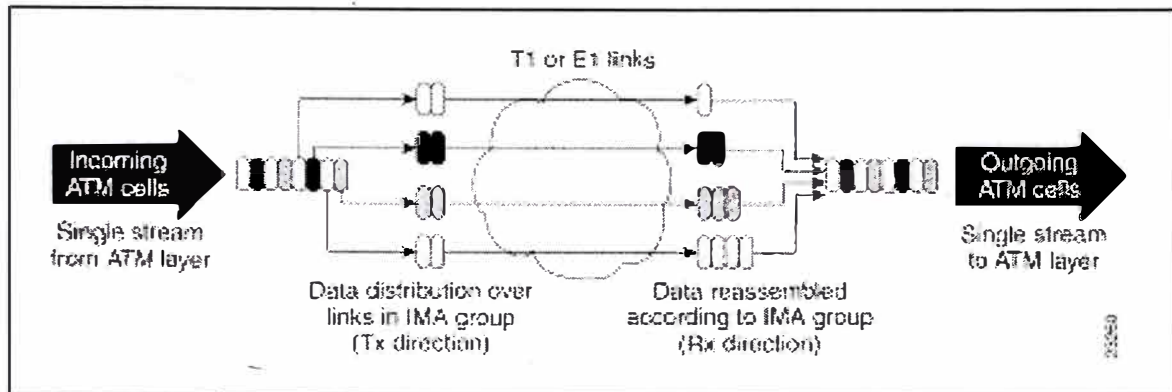


Figura 3 : Manejo de Tráfico en Puertos IMA

El Protocolo de Control del IMA (ICP) controla la operación de la función de multiplexación inversa. Una celda ICP es enviada en cada enlace por cada trama IMA, es decir, cada 127 celdas. La multiplexación inversa es transparente a los protocolos de la capa ATM, por lo tanto puede operar normalmente como si una única Interfase física fuera usada.

En caso de fallas de uno o varios puertos IMA, los restantes pueden continuar con la operación del enlace.

De acuerdo con el ATM Forum, el número de enlace múltiples (n) puede ir de 2 hasta 32; pero hasta la fecha la mayoría de proveedores ofrecen valores de n desde 2 hasta 8.

1.4.3. Ancho de bandas disponibles sobre los puertos ATM

Debido a la presencia de encabezamiento en la trama del transporte, existe un ancho de banda útil para la transmisión de celdas ATM.

Puerto ATM de Acceso	Ancho de Banda Disponible (Nivel 1)	Ancho de Banda Disponible para ATM
T1	1.544Mbps	1.536Mbps
E1 Estructurado	1.984Mbps	1.920Mbps
E1 No Estructurado	2.048Mbps	1.920Mbps
E3	34.368Mbps	33.92 Mbps
T3 (PLCP)	44.736Mbps	40.704 Mbps
T3 (Mapeo Directo)	44.736Mbps	44.210 Mbps
STM-1	155.52Mbps	149.760 Mbps
OC-3	155.52Mbps	149.760 Mbps

Tabla 8 : Ancho de Banda Disponible sobre los puertos ATM

1.4.3.1. Acceso N x E1/T1 IMA

Puerto ATM de Acceso	Ancho de Banda Disponible (Nivel 1)	Ancho de Banda Disponible en ATM
E1	2.048Mbps 1.984Mbps	1.920 Mbps
2 x E1 IMA	3.840 Mbps	3.809 Mbps
3 x E1 IMA	5.760 Mbps	5.714 Mbps
4 x E1 IMA	7.680 Mbps	7.619 Mbps
5 x E1 IMA	9.600 Mbps	9.524 Mbps
6 x E1 IMA	11.520 Mbps	11.429 Mbps
7 x E1 IMA	13.440 Mbps	13.334 Mbps
8 x E1 IMA	15.360 Mbps	15.239 Mbps
T1	1.544 Mbps	1.536 Mbps
2 x T1 IMA	3.088 Mbps	3.063 Mbps
3 x T1 IMA	4.632 Mbps	4.595 Mbps
4 x T1 IMA	6.176 Mbps	6.127 Mbps
5 x T1 IMA	7.72 Mbps	7.659 Mbps
6 x T1 IMA	9.264 Mbps	9.191 Mbps
7 x T1 IMA	10.808 Mbps	10.723 Mbps
8 x T1 IMA	12.352 Mbps	12.255 Mbps

Tabla 9 : Ancho de Banda Disponible sobre los puertos ATM IMA

1.4.4. Otros puertos ATM Disponibles

Dentro de la estandarización internacional podemos encontrar diferentes tipos de puertos ATM, cuyo uso no es común.

Un resumen de los puertos ATM disponibles puede ser encontrado en la tabla

Trama	Tasa de Datos (Mbps)	Medio					
		Fibra Multimodo	Fibra Monomodo	Cable coaxial	UTP-5	UTP-3	STP
T1	1.544						(TP)
E1	2.048			Estándar			
J2	6.23						(TP)
T3	45			Estándar			
E3	34			Estándar			
E4	139			Propuesto			
ATM 25	25.6					Estándar	
STS 1	51.8					Estándar	
STS3c/STM1	155	Estándar	Estándar		Estándar	Propuesto	
STS12c /STM4	622	Estándar	Estándar				
4B/5B (TAXI)	100	Estándar					
8B/10B (Fiberchannel)	155	Estándar					Estándar

Tabla 10 : Otros Puertos ATM Disponibles

1.5.Circuito Virtual ATM

Permiten la interconexión entre las locaciones del usuario al establecer una conexión virtual entre los puertos ATM de acceso.

Un atributo importante del ATM es la manera en la que las conexiones son establecidas a través de la red. A diferencia de las redes de líneas privadas, o redes publicas de conmutación, ATM utiliza canales y caminos virtuales a través de la red para alcanzar su destino. Estas conexiones pueden ser permanentes o conmutadas, pero con parámetros de ancho de banda y objetivos de calidad de servicio acordados.

1.5.1. Tipos de Interfases ATM

Actualmente existen tres estándares de Interfases para uso con redes ATM:

- **Interfase Red - Usuario (UNI)**, es la Interfase estándar para conexión entre los equipos de usuarios o clientes y la red pública de servicios ATM. Actualmente existen las versiones 3.0, 3.1 y 4.0.

- **Interfase de Nodo de Red (NNI)**, es la Interfase que define la conexión entre los conmutadores de la red pública de servicios ATM.
- **Interfase de banda Ancha Inter – portadores (B-ICI)**, es la Interfase que define la conexión entre redes ATM de diferente administración.

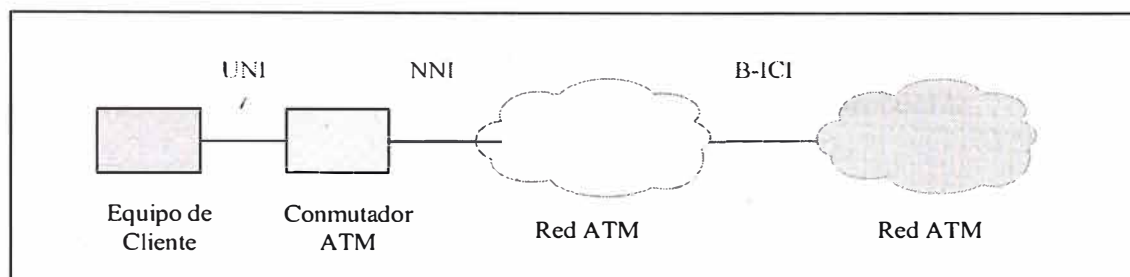


Figura 4 : Tipos de Interfase ATM

1.5.2. Tipos de Circuitos Virtuales ATM

Dependiendo de la manera en que se establecen los circuitos virtuales tenemos a los circuitos virtuales permanentes y conmutados.

1.5.2.1. Circuitos Virtuales Permanentes (PVC)

ATM usa circuitos virtuales permanentes (PVC) para establecer conectividad punto a punto entre los puertos de acceso. Estos PVC son rutas de red ya configuradas, que eliminan la necesidad de establecimiento de rutas (establecimiento de llamada) cada vez que el usuario necesita enviar una transmisión a una locación remota. Cuando es invocado, el servicio ATM ya conoce la ruta que cada celda debe seguir a través de la red e inmediatamente comienza a enviarlos, cada uno conteniendo la dirección del PVC en su cabecera. Cada celda sigue la misma ruta y es reensamblada en el extremo receptor.

1.5.2.2. Circuitos Virtuales Conmutadas (SVC)

Los circuitos virtuales conmutadas requieren que la red establezca una conexión virtual cada vez que se necesita enviar tráfico a una locación remota. Son asignaciones temporales hechas en demanda y requieren los recursos de red solamente cuando son usadas, potencialmente incrementa la eficiencia en costo para algunas aplicaciones cuyo tráfico a sedes remotas no es muy frecuente.

1.5.3. Conexiones virtuales ATM

Antes de iniciar la transferencia de información de los usuarios, se debe establecer una conexión virtual sobre la red ATM entre los dos extremos finales de la red, que corresponden a los puntos de acceso de los usuarios.

1.5.3.1. Niveles de conexiones virtuales ATM

Sobre el nivel ATM se definen dos niveles jerárquicos que son definidos en la recomendación I113 de la ITU-T:

- **Nivel de canal virtual (VC-virtual channel):** concepto usado para describir el transporte unidireccional de las celdas ATM, las cuales están asociadas por un valor de identificador único común. Este identificador es llamado **VCI** (identificador de canal virtual) y forma parte de la cabecera de la celda.
- **Nivel de camino virtual (VP-virtual path):** concepto usado para describir el transporte unidireccional de las celdas que pertenecen al grupo de canales virtuales (VCs) que están asociados por un valor de identificador común. Este identificador es llamado **VPI** (identificador de camino virtual) y también forma parte de la cabecera de la celda.

Debemos definir la relación entre canales virtuales, los caminos virtuales y el camino de transmisión:

- Un medio de transmisión puede comprender varios caminos virtuales y cada camino virtual puede transportar varios canales virtuales.
- El concepto de camino virtual permite la agrupación de varios canales virtuales

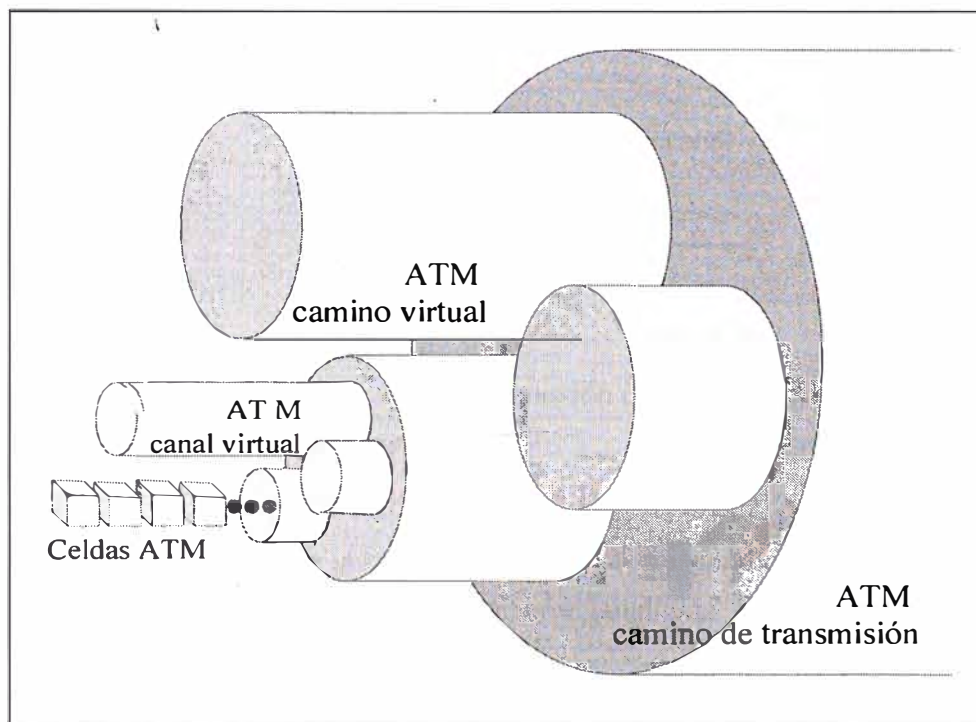


Figura 5 : Niveles de Conexiones Virtuales

En cada uno de los niveles es recomendable distinguir entre enlaces y conexiones:

- **Enlace de canal virtual:** Es una manera de transporte unidireccional de celdas ATM entre un punto donde un valor de VCI es asignado y el punto donde este valor es traducido o borrado
- **Enlace de camino virtual:** Esta determinado por los puntos donde un valor de VPI es asignado y traducido o borrado

- Una concatenación de enlaces de canal virtual es llamada **conexión de canal virtual (VCC)** y proporciona la transferencia de celdas ATM extremo a extremo
- Una concatenación de enlaces de camino virtual es llamada **conexión de camino virtual (VPC)**.

La relación jerárquica nivel a nivel explicada en la recomendación de la ITU-T I311:

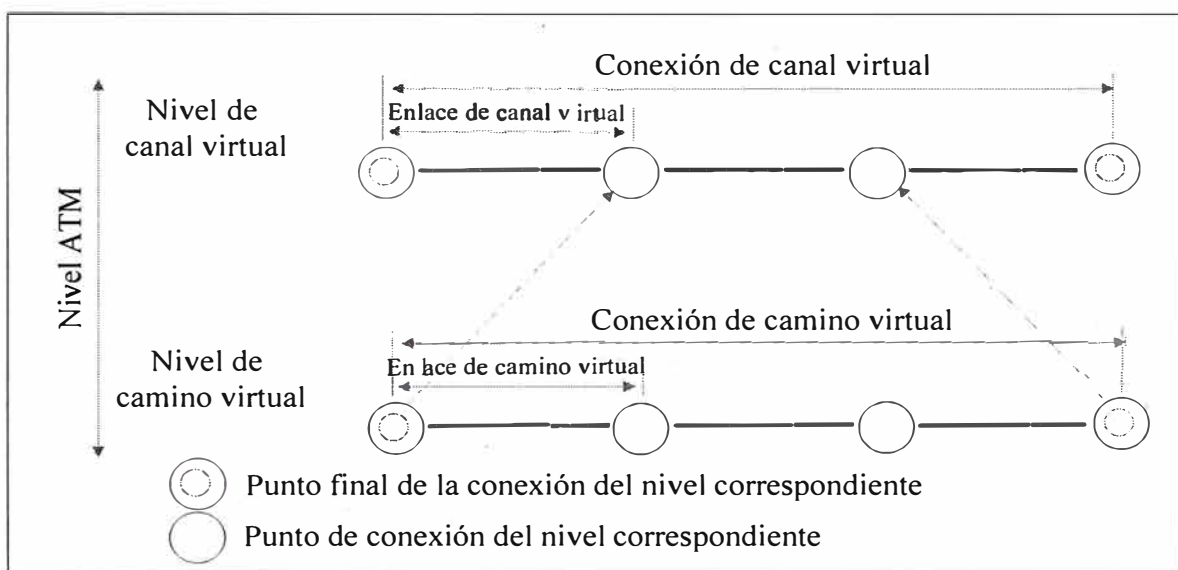


Figura 6 : Relación Jerárquica de Conexiones ATM

1.5.3.2. Conexión de Canal Virtual (VCC)

Es la unidad básica de conmutación ATM. Define una conexión entre dos extremos, éstos pueden ser usuarios finales, entidades de red o un usuario final y una entidad de red. En todos los casos se preserva la integridad de la secuencia de celdas en una VCC; es decir, las celdas se entregan en el mismo orden en que se enviaron.

El uso de una VCC es proporcionado con una calidad de servicio especificada por los parámetros del contrato de tráfico. Cuando la conexión es establecida, para cada VCC son negociados los parámetros de tráfico entre el usuario y la red, estos parámetros pueden ser renegociados.

La conexión de canal virtual es full-duplex: cada dirección puede tener distintos parámetros de servicio (por ejemplo: capacidad). Tiene asignado un identificador (identificador de camino virtual + identificador de canal virtual: VPI + VCI) que se utiliza para identificar y encaminar las celdas.

Pueden ser implementados sobre conexiones permanentes (PVC) o conmutadas (SVC):

1.5.3.3. Conexión de Camino Virtual (VPC)

Es un haz de VCC con los mismos extremos, de manera que todas las celdas fluyendo a través de las VCC de una misma VPC se conmutan conjuntamente

El concepto de camino virtual se desarrolló en respuesta a una tendencia en redes de alta velocidad en la que el costo de control está alcanzando una elevada proporción del costo total de la red. Ayuda a contener el costo de control agrupando en una sola unidad conexiones que comparten caminos comunes a través de la red. Las acciones de la gestión de red pueden ser aplicadas a un pequeño número de grupos de conexiones en lugar de a un gran número de conexiones individuales.

Pueden ser implementados sobre conexiones permanentes (PVC).

Los caminos virtuales traen las siguientes ventajas:

- **Arquitectura de red simplificada:** Las funciones de transporte de red son diferenciadas en las relativas a una conexión lógica individual (canal virtual) y en aquellas relacionadas con un grupo de conexiones lógicas (camino virtual)
- **Incremento en eficiencia y fiabilidad:** La red gestiona un número menor de entidades

- Reducción en procesamiento y en el tiempo de establecimiento de conexión: Cuando se establece el camino virtual se le reserva una capacidad. Cuando se quiere establecer un nuevo canal virtual, las funciones de control sólo deben realizarse en el extremo del camino virtual. No es necesario procesar las llamadas en los nodos de tránsito, por lo que los nuevos canales virtuales requieren un procesamiento mínimo y el tiempo de establecimiento de conexión es menor
- Servicios de red mejorados: El camino virtual se usa internamente en la red y es visible al usuario final. De esta manera el usuario puede definir grupos de usuarios cerrados o redes cerradas de canales virtuales.

1.5.3.4. Conmutación de Conexiones Virtuales ATM

Dependiendo del tipo de conexión lógica ATM, conexión de canal virtual o conexión de camino virtual, los conmutadores ATM realizan la conmutación de celdas de la siguiente manera:

- En el caso de caminos virtuales (VPs) sólo debe examinar el campo VPI de la cabecera de la celda para multiplexar o demultiplexar y para encaminar la celda dentro del conmutador. De esta manera se aumenta la velocidad del conmutador.
- En el caso de canales virtuales (VCs) debe examinar todo el campo de encaminamiento, es decir, el VCI y el VPI.

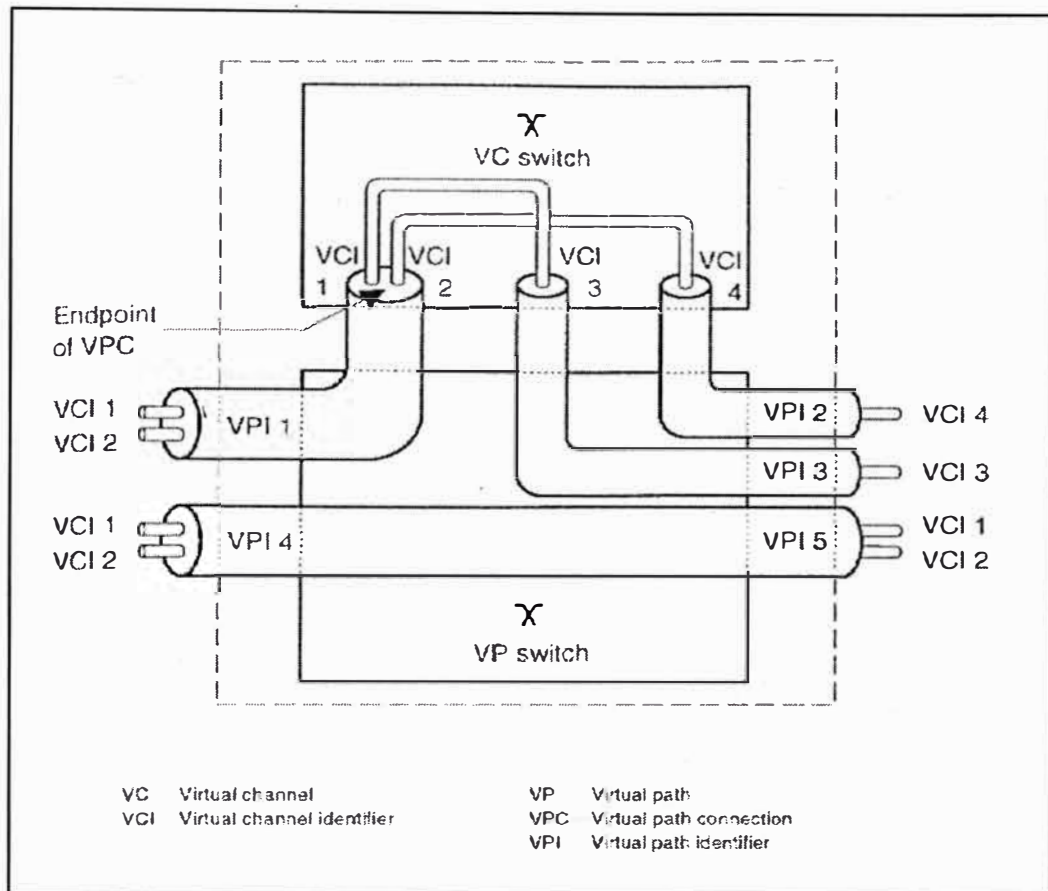


Figura 7 : Conmutación de Conexiones Virtuales

1.5.4. Opciones de los Circuitos Virtuales

1.5.4.1. Velocidad

Define la tasa de transferencia de información del circuito virtual y esta caracterizada por los parámetros de tráfico (PCR y SCR), especificados en el contrato de tráfico.

Dependiendo del proveedor del servicio ATM, la cabecera de encapsulación (5 bytes) debe ser incluida dentro de la velocidad del circuito virtual.

La velocidad de los circuitos virtuales puede ser expresada en bit por segundo (bps) o en celdas por segundo (cps).

1.5.4.1.1. Parámetros de Tráfico

La velocidad de un PVC está definida por los valores de sus parámetros de tráfico PCR y SCR, cuya relación queda a libertad del proveedor del servicio ATM.

En algunos casos se oferta el PCR como velocidad del circuito, pero lo más común es especificar el SCR, como la velocidad promedio de transferencia de información del usuario que la red debe soportar bajo condiciones normales de operación.

1.5.4.1.2. Carga del puerto ATM

La sobrecarga de un puerto ATM no es recomendada a fin de que se pueda asegurar la velocidad y performance de los diferentes circuitos virtuales establecidos sobre el puerto.

Las cargas máximas recomendadas por tipo de puerto ATM están indicadas en la tabla 11.

Tipo de Puerto	BW disponible para conexiones
E1/T1	90% BW Disponible ATM
N*E1/T1	90% BW Disponible ATM
E3/T3	90% BW Disponible ATM
STM-1/OC-3	90% BW Disponible ATM

Tabla 11 : Carga de los Puertos ATM

Los anchos de banda disponibles para ATM están definidos en las tablas 8 y 9.

Además, cuando se tienen varias conexiones sobre un puerto ATM, la suma de los PCR de estas conexiones debe ser menor al valor definido en la tabla 11.

1.5.4.1.3. Velocidades definidas

Las velocidades de los circuitos no tienen ningún tipo de limitación en cuanto a sus valores, salvo la restricción de su valor máximo que depende del puerto ATM de acceso.

Las velocidades más comunes para los circuitos virtuales están especificadas en la tabla 12.

Velocidad (Mbps)	Tamaño Puerto Mínimo	Velocidad (Mbps)	Tamaño Puerto Mínimo
0.064	E1/T1	9.5	6*E1/7*T1
0.128	E1/T1	10.0	6*E1/8*T1
0.256	E1/T1	10.5	7*E1/8*T1
0.512	E1/T1	11.0	7*E1/8*T1
0.768	E1/T1	11.5	7*E1/T3
1.024	E1/T1	12.0	7*E1/T3
1.536	E1/2*T1	12.5	8*E1/T3
2.048	2*E1/2*T1	13.0	8*E1/T3
2.5	2*E1/2*T1	13.5	8*E1/T3
3.0	2*E1/3*T1	14.0	E3/T3
3.5	3*E1/3*T1	14.5	E3/T3
4.0	3*E1/3*T1	15.0	E3/T3
4.5	3*E1/4*T1	20.0	E3/T3
5.0	3*E1/4*T1	21.0	E3/T3
5.5	4*E1/4*T1	22.0	E3/T3
6.0	4*E1/5*T1	23.0	E3/T3
6.5	4*E1/5*T1	24.0	E3/T3
7.0	5*E1/6*T1	25.0	E3/T3
7.5	5*E1/6*T1	30.0	E3/T3
8.0	5*E1/6*T1	35.0	STM-1/T3
8.5	5*E1/7*T1	40.0	STM-1/OC-3
9.0	6*E1/7*T1	45.0	STM-1/OC-3

Tabla 12 : Velocidades más comunes de los servicios ATM

1.5.4.1.4. Simetría

Los circuitos virtuales son full-duplex, por lo que cada dirección de la conexión puede tener iguales o diferentes velocidades (PCR, SCR), pero deben tener la misma clase de servicio.

1.5.4.2. Reenrutamiento de Circuitos Virtuales

Los circuitos virtuales permanentes (VCC o VPC) y los circuitos virtuales conmutados de larga duración pueden ser automáticamente reenrutados en caso de falla de uno de los enlaces de la red ATM. La red intenta reenrutar los circuitos

virtuales hasta que los caminos disponibles se agoten. Durante el proceso de restablecimiento, ocurren pérdidas de celdas, así como el flujo de celdas OAM (Operación y Mantenimiento) es interrumpido.

Los circuitos virtuales con clase de servicio CBR solamente son reenrutados si los caminos disponibles tienen suficiente ancho de banda para cubrir el PCR requerido, se considera que un circuito CBR es inútil si no se le provee el ancho de banda que requiere.

Los circuitos virtuales con clases de servicio diferentes al CBR son reenrutados solamente si hay un camino disponible. Para estos circuitos, los recursos disponibles pueden ser diferentes a los que tenía originalmente. El propósito de este alcance es mantener una capacidad de comunicación limitada entre la fuente y el destino en caso de falla de la red, asumiendo que la red se recuperará pronto de la falla, en vez de ofrecer un corte en la comunicación.

1.5.5. Contrato de Tráfico

Para establecer una conexión de un servicio ATM, se debe definir lo siguiente:

- Características de su tráfico: parámetros de tráfico
- Calidad de servicio (QoS) exigida por su tráfico: parámetros de QoS

Estas deben ser acordadas en la forma de un contrato de tráfico antes de que la comunicación comience.

1.5.5.1. Parámetros de Tráfico

- **Tasa de Celdas Pico (PCR)**- La tasa de transferencia de celdas máxima permitida en la conexión
- **Tasa de Celdas Sostenida (SCR)**- La tasa de transferencia de celdas promedio permitida en la conexión
- **Tamaño de Ráfaga Máxima (MBS)**- El número de celdas máximo que pueden ser transmitido a la tasa de celdas pico.
- **Tolerancia de Variación de Retardo de Celdas (CDVT)** – Es la variación en los tiempos de arribo de celda a celda.

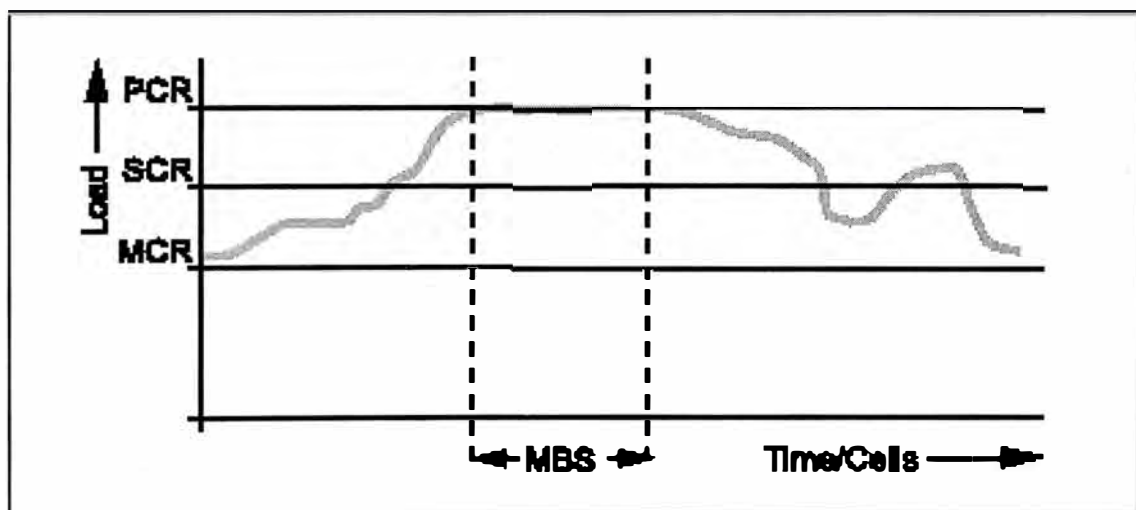


Figura 8 : Parámetros de Tráfico

1.5.5.2. Parámetros de Calidad de Servicio

- **Tasa de Pérdidas de Celdas (CLR)**, es la razón entre el número de celdas pérdidas y el número total de celdas transmitidas. Las celdas pudieron ser perdidas por errores en la red o por congestión. El conmutador ATM descartará celdas que correspondan a tráfico excedente en el puerto de entrada, o en respuesta a congestión de red.

- **Retardo de Transferencia de Celda (CTD)**, es el tiempo que pasa desde que una celda sale del nodo origen hasta que entra en el nodo destino. Como parámetros de calidad de servicio se utilizan el máximo retardo de transferencia de celdas y la media del retardo de transferencia de celdas. Este parámetro considera la suma de todos los retardos de transmisión entre nodos ATM y los retardos correspondientes a los tiempos de procesamiento de los nodos ATM.
- **Variación de Retardo de Celda (CDV)**, es una medida de las variaciones que hay en el tiempo que pasa entre la llegada de dos celdas consecutivas en el destino. Celdas que son enviadas a la red espaciadas regularmente en el tiempo, pueden llegar con intervalos de tiempo no regulares.

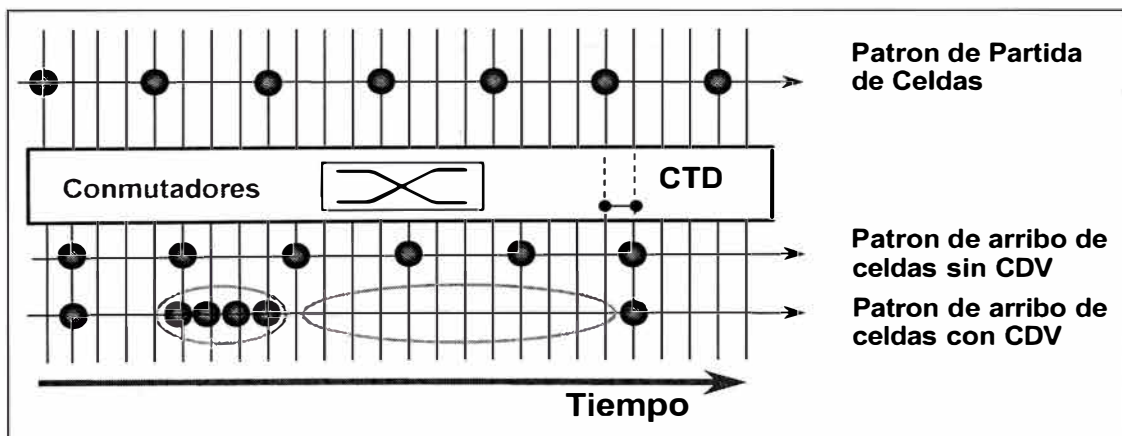


Figura 9 : Parámetros de Calidad de Servicio

1.5.6. Clases de Servicio

De acuerdo con la norma de Gestión de Tráfico versión 4.0 del ATM Forum, se define cinco clases de servicio.

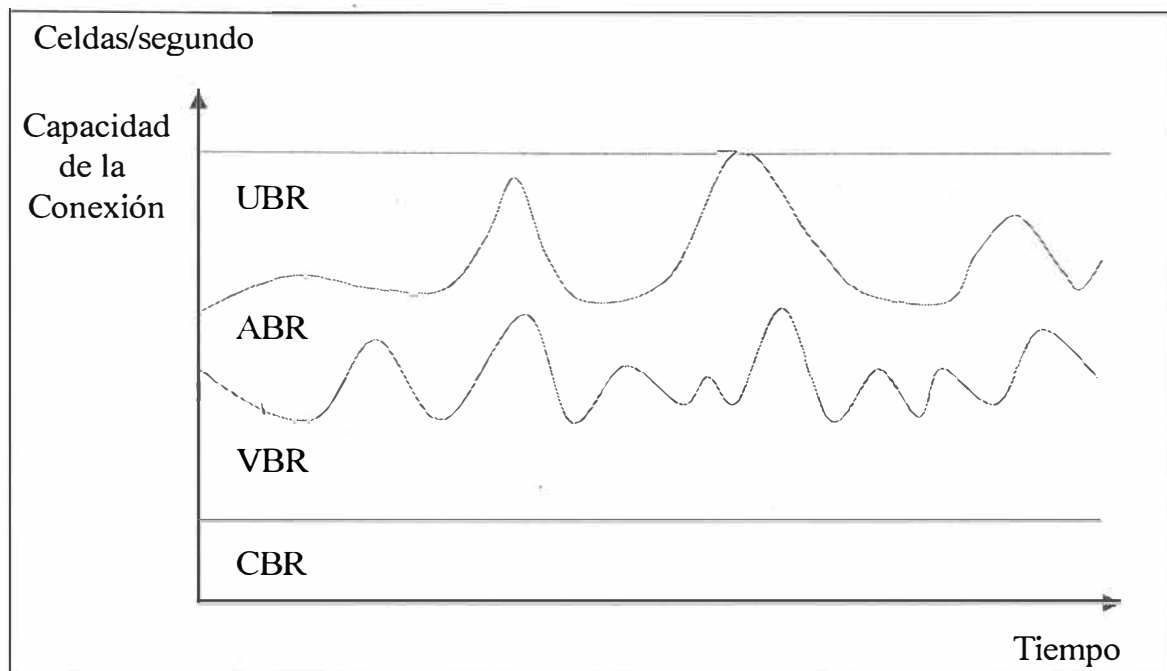


Figura 10 : Clases de Servicio sobre ATM

1.5.6.1. Tasa de Bit Constante (CBR)

Se emplea para conexiones que solicitan un tamaño de ancho de banda estático que deberá estar completamente disponible para la aplicación durante todo el tiempo que dure la conexión, teniendo un flujo de bits constante y manteniendo una temporización extremo a extremo.

El tamaño del ancho de banda se caracteriza por el valor de la tasa pico de celdas (PCR).

El servicio CBR está pensado para soportar aplicaciones en tiempo real con pequeñas variaciones de retardo (voz, vídeo, emulación de líneas privadas), pero no queda únicamente restringida a estas aplicaciones.

1.5.6.2. Tasa de Bit Variable en Tiempo Real (VBR-rt)

Pensada para aplicaciones de tiempo real que requieren mínimo retardo y mínimas variaciones de retardo, apropiadas para aplicaciones de voz y vídeo. Sus

fuentes de información pueden entenderse como ráfagas y se espera que transmitan a tasas distintas a lo largo del tiempo. Además, es importante tener una temporización.

Las conexiones se caracterizan por los valores de PCR, SCR y MBS.

Las aplicaciones típicas incluyen el transporte de voz y datos paquetizados.

1.5.6.3.Tasa de Bit Variable en Tiempo no Real (VBR-nrt)

Empleada en aplicaciones que no son en tiempo real y tienen características de tráfico de ráfaga, además, pueden tolerar retardo variable, definiéndose un retardo máximo. No requieren una temporización mantenida

Tenemos como ejemplo a aplicaciones que requieren un tiempo de respuesta crítico, por ejemplo: reserva de billetes, transacciones bancarias, tráfico LAN, etc.

1.5.6.4.Tasa de Bit no Especificada (UBR)

Intenta utilizar la banda disponible que no es utilizada por otros servicios. No especifica ningún parámetro de tráfico, ni puede contar con una calidad específica, no garantizándose un ancho de banda mínimo.

Es propuesta para aplicaciones que puedan tolerar retardo en la transmisión y la pérdida de algunas celdas

Las aplicaciones sobre las que se pueden usar son: transferencia, distribución y recuperación de texto, datos e imágenes, terminales remotos, etc.

1.5.6.5.Tasa de Bit Disponible (ABR)

En esta clase de servicio las características de la capa de transferencia ATM, que han sido ofrecidas por la red, pueden cambiar después de establecida la conexión. Se especifican mecanismos de control de flujo que soportan varios tipos de

realimentación para controlar la tasa de la fuente en respuesta a los cambios de las características de transferencia de la capa ATM.

La realimentación es convenida en la fuente a través de las células específicas de control llamadas RM. Se espera que un sistema final sea capaz de adaptar su tráfico según la realimentación, alcanzando así una baja tasa de pérdidas y conseguir justamente el ancho de banda de acuerdo a la política de asignación específica. ABR no está pensada para soportar aplicaciones en tiempo real y por eso no requiere límite de retardo ni variaciones en el retardo. En el establecimiento de la conexión el sistema final especifica a la red el máximo ancho de banda que necesita (PCR) y el mínimo ancho de banda utilizable (MCR). El ancho de banda disponible en la red puede cambiar con el tiempo, pero no será menor al valor de MCR.

1.5.6.6. Comparativo entre las Clases de Servicio

Teniendo en cuenta ciertas características podemos comparar las diferentes clases de servicio.

Características	CBR	VBR-rt	VBR-nrt	ABR	UBR
Ancho de Banda Garantizado	SÍ	SÍ	SÍ	Opcional	NO
Adecuado para tráfico de tiempo real	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
Adecuado para tráfico a ráfagas	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ
Realimentación de Congestión	NO	NO	NO	SÍ	NO
Tasa de Bit	Constante	Variable	Variable	Variable	Variable
Requerimiento de Temporización	SÍ	SÍ	NO	NO	NO

Tabla 13 : Comparativo de Clases de Servicio ATM

1.5.6.7. Aplicaciones por Clase de Servicio

Existen aplicaciones que requieren necesariamente de cierta clase de servicio para trabajar sin problemas, pero no siempre es posible afirmar que una aplicación particular sólo trabaja bien bajo determinada clases de servicio.

	CBR	VBR-rt	VBR-nrt	ABR	UBR
Datos Críticos	**	*	***	*	O
Interconexión de LAN	*	*	**	***	**
Transporte de WAN	*	*	**	***	**
Emulación de Circuitos	***	**	O	O	O
Telefonía, Videoconferencia	***	OO	OO	O	O
Audio Comprimido	*	***	**	**	*
Distribución de Vídeo	***	***	*	O	O
Multimedia Interactivo	***	***	**	**	*

*** Optimo, ** Bueno, * Aceptable, O No adecuado, OO Bajo revisión

Tabla 14 : Aplicaciones por Clase de Servicio

1.5.6.8. Comparativo entre Clases de Servicio ATM Forum e ITU-T

Además de la definición de clase de servicio hecha por el ATM Forum, que es la más usada en la provisión de servicios ATM, la ITU-T ha realizado su propia clasificación a la cual ha llamado capacidad de transferencia a nivel ATM.

Tenemos:

- Tasa de Bit Determinística (DBR)
- Tasa de Bit Estadística (SBR)
- Tasa de Bit Disponible (ABR)
- Transferencia de Bloque ATM (ABT)
- Transferencia Controlada (CT)
- Tasa de Trama Garantizada (GFR)

No existe una correspondencia exacta entre las clasificaciones del ATM Forum y de la ITU-T.

ITU-T I.371 Capacidad Transferencia ATM	de	DBR	SBR		--	ABR	ABT	GFR	CT
ATM Forum TM 4.0 Clases de Servicio ATM		CBR	VBR-rt	VBR-nrt	UBR	ABR	--	GFR	--

Tabla 15 : Comparativo de Clases de Servicio ATM Forum - ITU-T

1.5.7. Contrato de Tráfico y las Clases de Servicios

Vemos que cada una de las clases de servicio define necesidades de ancho de banda y retardo, por lo que pueden ser caracterizados por sus parámetros de tráfico y calidad de servicio, es decir, por el contrato de tráfico definido para la conexión.

Atributo	Clase de Servicio					Contrato de Tráfico
	CBR	VBR-rt	VBR-nrt	UBR	ABR	Clase de Parámetro
CLR	Definido	Definido	Definido	No Definido	Definido	Calidad de Servicio
CTD y CDV	CDV y CTD medio	CDV y CTD máximo	Sólo CDV medio	No Definido	No definido	Calidad de Servicio
PCR y CDVT	Definido	Definido	Definido	Definido	Definido	Tráfico
SCR y MBS	No usado	Definido	Definido	No usado	Definido (MCR)	Tráfico

Tabla 16 : Parámetros de Calidad de Servicio y Tráfico de las Clases de Servicio

1.5.8. Gestión de Tráfico

Para asegurar que una determinada calidad del servicio es mantenida para todos los servicios ATM, es importante que las redes no se sobrecargue. Las conexiones individuales no deben influir unas otras al grado de que una reducción de la calidad ocurra. Mecanismos de regulación y control han sido introducidos para permitir que las diferentes conexiones trabajen juntas ponderadamente, estas en conjunto son llamadas de gestión de tráfico.

Las funciones de gestión de tráfico son resumidas en el siguiente diagrama.

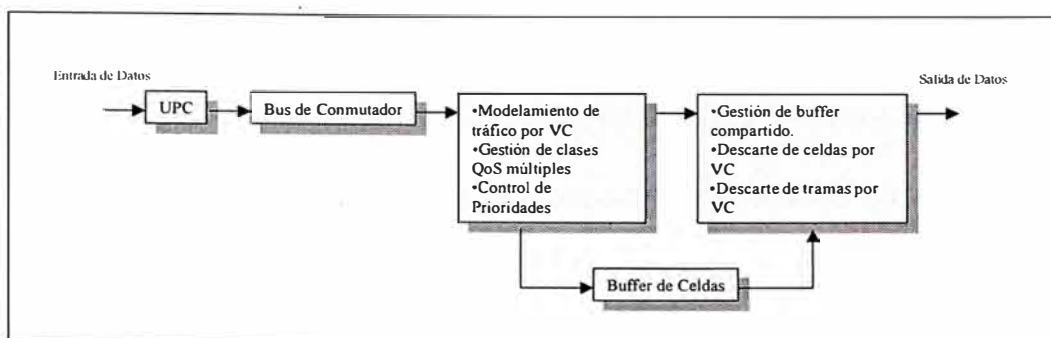


Figura 11 : Gestión de Tráfico

1.5.8.1. Control de Admisión de Conexión (CAC)

El control de admisión de conexión es definido como una serie de acciones tomadas por la red al momento de establecimiento de las conexiones a fin de determinar si debe ser aceptado. Un requerimiento de conexión es aceptado solamente si existen suficientes recursos libres en la red y si la nueva conexión no va a afectar la calidad de servicio de las conexiones existentes.

El control de admisión de conexión en el puerto de ingreso y egreso de la red decide si la conexión requerida debe ser admitida en el puerto de ingreso o entregada al puerto de egreso. Verifica si el ancho de banda requerido por la conexión esta disponible en el puerto.

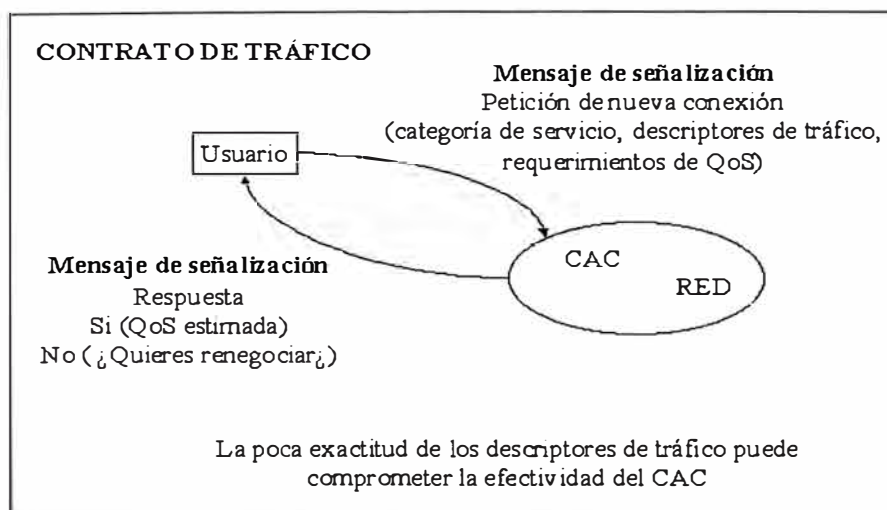


Figura 12 : Control de Admisión de Conexión

El control de admisión de conexión considera los siguientes factores:

- Los parámetros de tráfico y calidad de servicio de la conexión requerida.
- Los contratos de tráfico de las conexiones existentes.
- El ancho de banda previamente asignado al nivel del puerto (físico y lógico)
- La ocupación de los buffer compartido y de las colas de salida.
- Los parámetros de compartición del usuario.

1.5.8.2. Manejo de Recursos de Red

Un buen complemento al control de admisión conexión es la posibilidad de reservar los recursos antes de realizar la comunicación y que generalmente se realiza en el establecimiento de la conexión. En realidad, esto hace referencia al contrato de tráfico que se puede firmar con la función CAC, que se encarga de buscar un camino virtual que garantice el contrato de tráfico y, si lo encuentra, lo que hace es reservar los recursos contratados para que no sean tomados por otra conexión.

1.5.8.3. Control de Parámetros de Usuario (UPC)

La UPC es el conjunto de acciones realizadas para monitorear y controlar el tráfico entrante a la conexión, para determinar si está en concordancia con el contrato de tráfico

El objetivo principal es proteger los recursos de la red de conductas maliciosas o involuntarias que puedan afectar la calidad de servicio de las otras conexiones ya establecidas. Esta protección se realiza detectando el incumplimiento de los parámetros negociados y realizando las acciones oportunas

Las acciones que puede tomar dependiendo del tráfico transportado por la red y de los parámetros declarados por los usuarios, pueden ser:

- Descarte: descartar las celdas recibidas por encima del máximo permitido, es decir, descartar aquellas celdas que no cumplan los parámetros negociados.
- Etiquetado: marcar las celdas excedentes con el bit Prioridad de Pérdida de Celdas (CLP=1) para decir a la red que esta celda es de baja prioridad, que debe ser transferida mientras no cause daños serios a la red y que puede ser descartada si es necesario

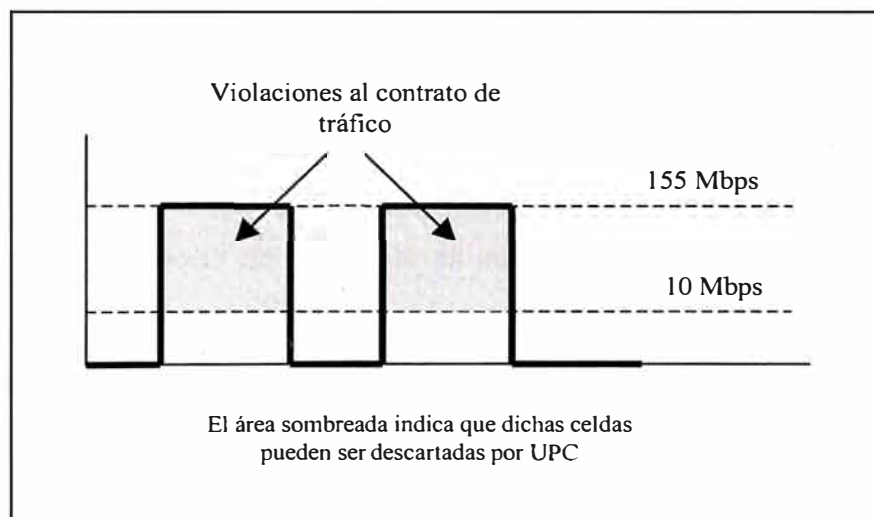


Figura 13 : Violaciones de Tráfico - UPC

Si el usuario ha negociado dos niveles de prioridad de celdas la situación es más compleja

- Una celda con CLP=0 que cumple el contrato de tráfico para (CLP=0) es aceptada
- Una celda con CLP=0 que no cumple con el contrato para (CLP=0) pero lo cumple para (CLP=0+1) es marcada, es decir, se pone CLP=1, y es aceptada
- Una celda con CLP=0 que no cumple con el contrato para (CLP=0) ni para (CLP=0+1) es rechazada

- Una celda con $CLP=1$ que cumple el contrato de tráfico para $CLP=1$ es aceptada
- Una celda con $CLP=1$ que no cumple con el contrato para ($CLP=1$) es rechazada

El control de parámetros de usuario (UPC) utiliza el Algoritmo Genérico de Caudal de Celdas (GCRA).

El algoritmo de GCRA está basado en la idea del “cubo goteante” o Leaky Bucket. Este algoritmo es una forma de controlar el tráfico. Esto ocurre cuando un flujo de datos es regulado de manera que las celdas que exceden un cierto valor de prestaciones son descartadas o marcadas

La idea consiste en disponer de un recipiente de capacidad limitada, en el que la fuente de tráfico añade contenido en relación con su velocidad de transmisión y de la que se extrae contenido a una velocidad constante. Si durante un periodo demasiado largo, el aporte de la fuente es superior al de drenado, el recipiente se llena, y se pierde parte de la información emitida.

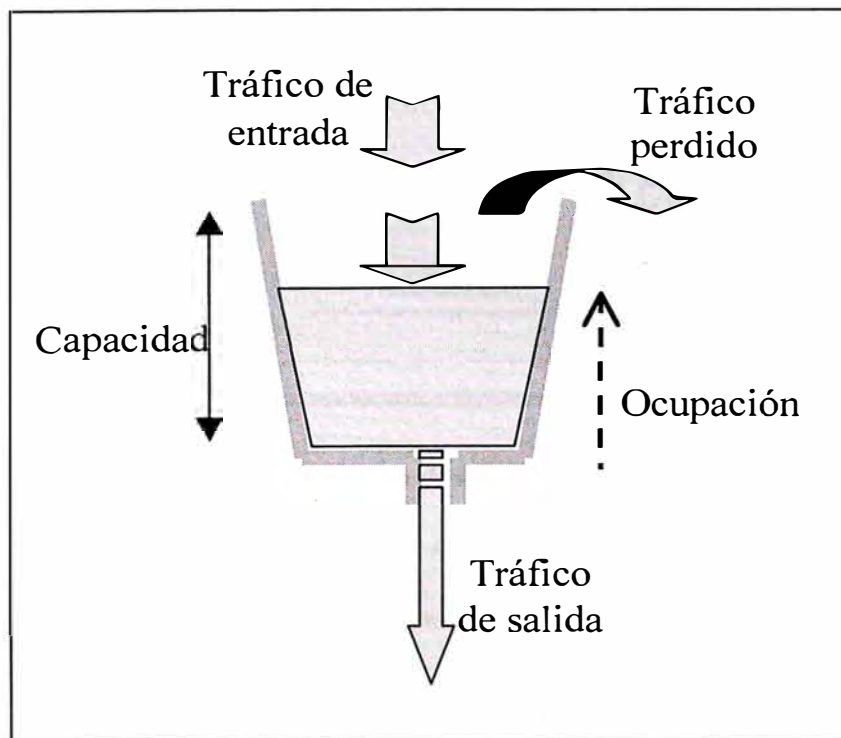


Figura 14 : Algoritmo de Cubo Goteante

La velocidad de drenado corresponde a la velocidad media contratada y la capacidad del recipiente da una idea del volumen de información durante el cual se toma esta medida de la media. Así debemos fijar dos parámetros: la capacidad del recipiente y la velocidad de drenado.

El control de parámetros de usuario implementa el GCRA con dos relaciones, la primera entre el PCR y CDVT y la segunda entre el SCR y el MBS.

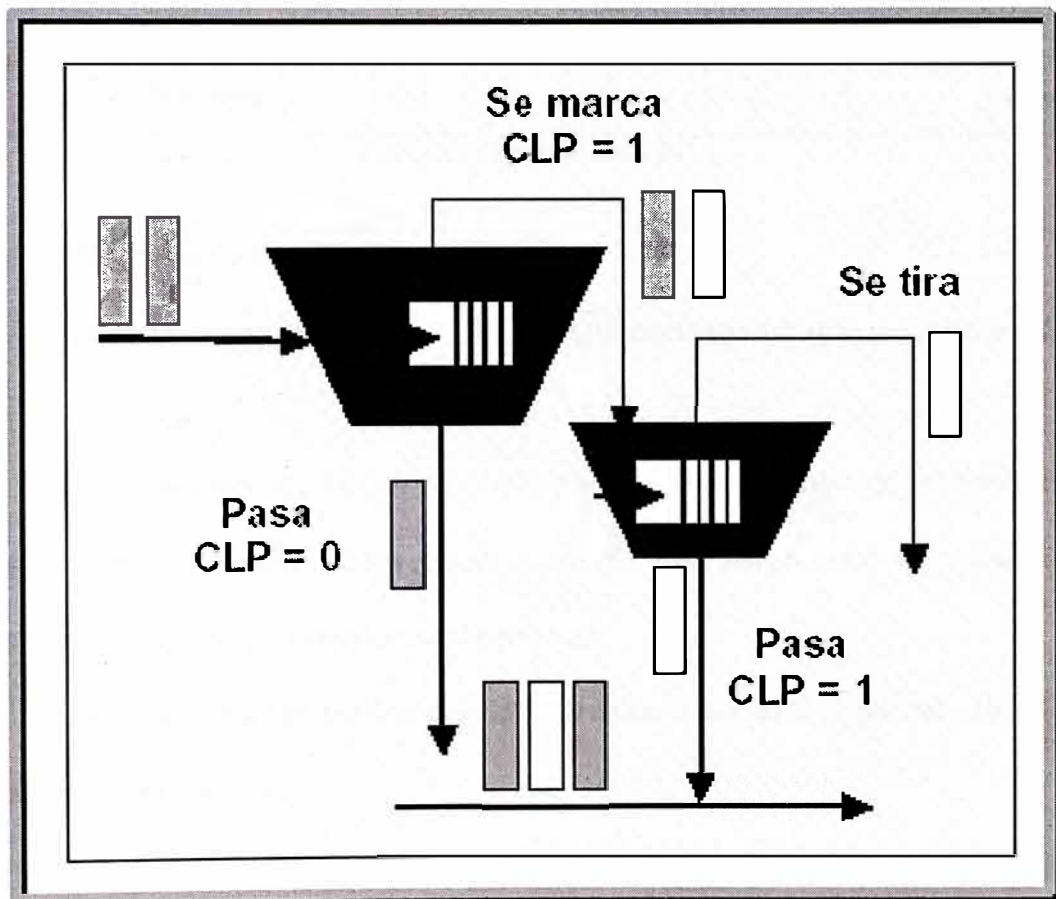


Figura 15 : Algoritmo de Doble Cubo Goteante

Usando el algoritmo del doble cubo goteante, podemos determinar los perfiles de UPC más comúnmente definidos para los servicios ATM, tal como están indicados en la tabla 17.

Políticas de Tráfico		Perfiles de UPC					
		1	2	3	4	5	6
		PCR CLP=0+1	PCR CLP=0, PCR CLP=0+1	PCR CLP=0, PCR CLP=0+1 Etiquetado	PCR CLP=0+1, SCR CLP=0, MBS CLP=0	PCR CLP=0+1, SCR CLP=0, MBS CLP=0 Etiquetado	PCR CLP=0+1, SCR CLP=0+1, MBS CLP=0+1
PCR CLP=0	Confirmado		Sí	Sí			
	No Confirmado		Descartado	Etiquetado			
PCR CLP=0+1	Confirmado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	No Confirmado	Descartado	Descartado	Descartado	Descartado	Descartado	Descartado
SCR CLP=0 MBS CLP=0	Confirmado				Sí	Sí	
	No Confirmado				Descartado	Etiquetado	
SCR CLP=0+1, MBS CLP=0+1	Confirmado						Sí
	No Confirmado						Descartado

Tabla 17 : Perfiles de UPC

1.5.8.4. Modelamiento de Tráfico

Es deseable complementar la UPC con un mecanismo que permita modelar el tráfico.

El modelamiento de tráfico es usado para suavizar el flujo de tráfico y reducir el agrupamiento de celdas. Esto puede permitir una asignación de recursos más regular y en un tiempo de retardo mucho menor.

El modelamiento de tráfico puede ser realizado por el equipo del cliente y por algunos elementos de red.

Una aproximación simple es usar un algoritmo del tipo “leaky bucket” conocido como “token bucket”. En contraste con el “leaky bucket”, que simplemente monitorea el tráfico y rechaza o descarta las celdas no adecuadas, el modelado de tráfico controla un flujo adecuado de celdas.

El proceso que sigue puede ser esbozado como:

- Las celdas que llegan desde la fuente son colocadas en un buffer que tiene una capacidad máxima de k celdas.
- Los “tokens” son generados a una velocidad ρ por segundo y son colocados en el buffer que tiene una capacidad máxima de β tokens.
- Para cada celda transmitida a través del servidor, se debe borrar un token. Si el buffer está vacío, la celda debe esperar hasta que haya un nuevo token.

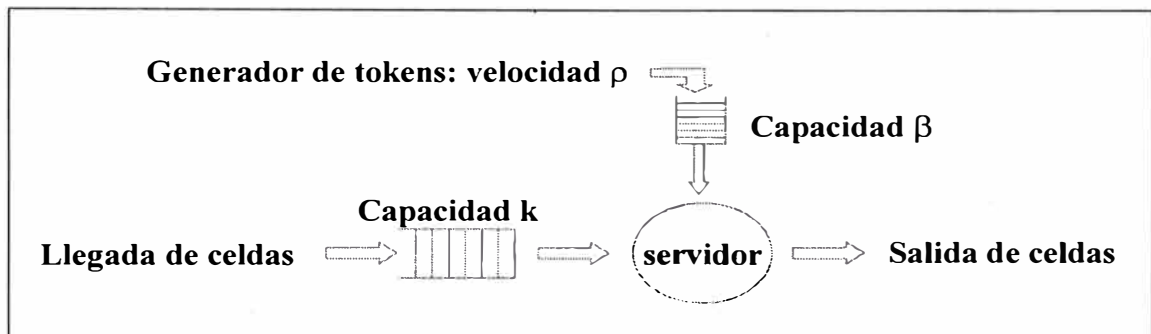


Figura 16 : Modelamiento de tráfico

El resultado de este esquema es que si hay una acumulación de celdas y el bucket está vacío, hasta que se acaba la acumulación, las celdas son transmitidas a un flujo suavizado de ρ celdas por segundo sin variaciones en el retardo.

1.5.8.5. Control de Prioridad de Pérdida de Celdas

El control de prioridad permite que el usuario establezca prioridades para dos tipos de tráfico mediante el uso del bit de prioridad de pérdida de celdas (CLP)

Cuando un conmutador ATM encuentra congestión, que es determinado por su estado de buffer, comenzará a descartar todas las celdas con Prioridad de Pérdida de Celdas en 1 (CLP=1).

Hay que tener en cuenta que la red no tiene manera de discriminar entre las celdas que han sido etiquetadas de baja prioridad por la fuente y las que han sido marcadas por la UPC.

1.5.8.6.Descarte de Paquetes

Cuando un conmutador ATM encuentra congestión, usa las técnicas de control de congestión Descarte de Paquetes Temprano y Descarte de Paquete Parcial, cuyo uso depende de la severidad de la conexión. Estos esquemas ayudan a minimizar el número de paquetes que se retransmitirían durante la congestión.

En caso de congestión que no es considerada severa (determinada por el estado de los buffer en el conmutador) es usada el Descarte de Paquetes Temprano. En este esquema, las celdas que pertenecen a un nuevo paquete de una determinada conexión virtual que ha excedido su umbral de encolamiento son descartadas. Las celdas de dicha conexión son conmutadas sin tener en cuenta el bit de Prioridad de Pérdida de Celdas hasta que el conmutador identifica la última celda del paquete (como es determinada por el bit 2 de campo de tipo de carga en la celda). Una vez que el conmutador ha ubicado a la última celda del paquete y si la congestión persiste, comenzará a descartar las celdas siguientes sin importar el CLP de la celda. Una vez que las celdas en el buffer bajan sobre el umbral, las celdas de los nuevos paquetes no son más descartados.

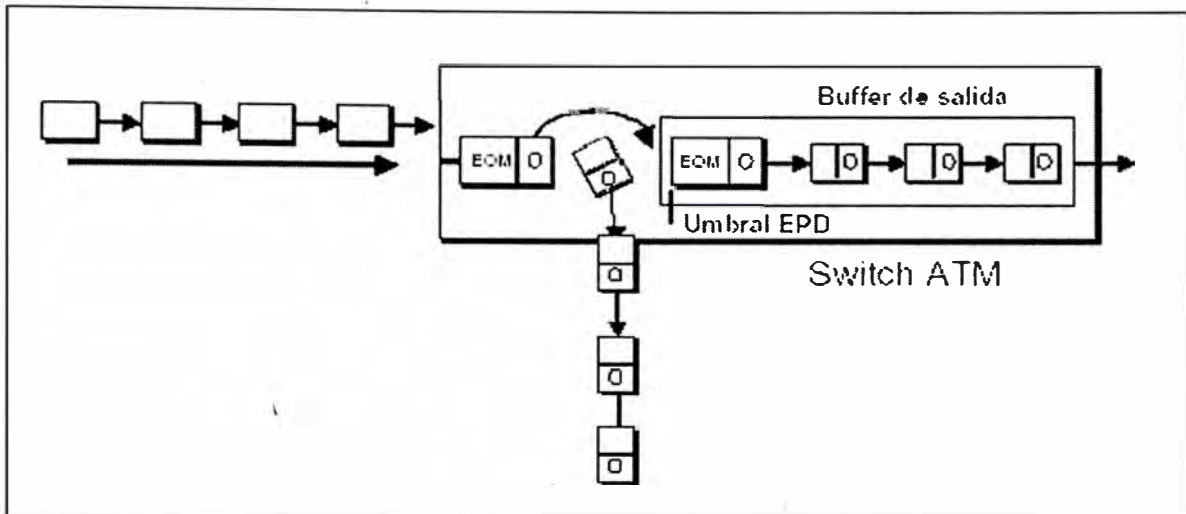


Figura 17 : Descarte de Paquetes Temprano

En caso de congestión severa (nuevamente, determinada por el estado de los buffer del conmutador) el esquema de Descarte de Paquetes Parcial es usado. Este esquema es activado cuando los buffer se desbordan. Si una de las celdas de una paquetes son descartadas, todas las celdas siguientes pertenecientes a ese paquete son descartadas (salvo la última) sin importa el bit CLP.

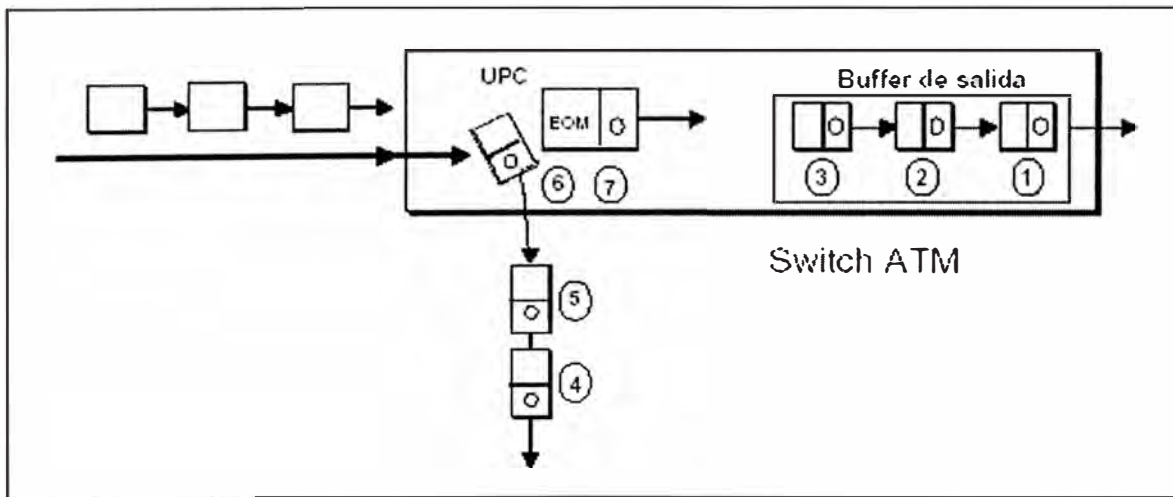


Figura 18 : Descarte de Paquetes Parcial

1.5.8.7. Gestión de Buffer

Cuando una celda esta a punto de salir por un puerto, que excede su capacidad de transmisión, es almacenada en el buffer de salida del puerto de manera

temporal. Una gestión eficiente de los buffer de salida de los puertos puede mantener una calidad de servicios adecuada para cada tipo de tráfico a través de la priorización y asignación inteligente de los buffer.

1.5.9. Administración de Servicio

1.5.9.1. Interfase de Administración Local Interina (ILMI)

ILMI utiliza SNMP para el monitoreo y control de operaciones de la información de administración ATM a través de la Interfase de red - usuario (UNI). Las funciones de administración de información ATM UNI son representadas en una Base de Información de Administración (MIB).

Los tipos de información disponible en los MIB del UNI son:

- Nivel Físico
- Capa ATM
- Estadísticas de la capa ATM
- Conexiones de Camino Virtual
- Conexiones de Canal Virtual
- Información de Registro de Direcciones

También se definen los procedimientos de colección de estadísticas, integridad de enlace y registro de direcciones, así como información de los dispositivos en cuanto a su configuración.

1.5.9.2. Celdas de Operación y Mantenimiento (OAM)

Las celdas OAM permiten al proveedor de servicios ATM y a los usuarios monitorear la ocurrencia de errores, determinar la calidad de conexión y configurar la

medición de los elementos de la red ATM desde una locación central. Las celdas OAM toman el mismo camino a través de la red que las celdas del usuario.

Cinco niveles diferentes de administración de red son distinguidos. Los niveles F1 al F3 son asignados al nivel físico, como por ejemplo al SDH o SONET. El nivel F4 es usado para conexiones de camino virtual y el nivel F5 es asignado para canales virtuales.

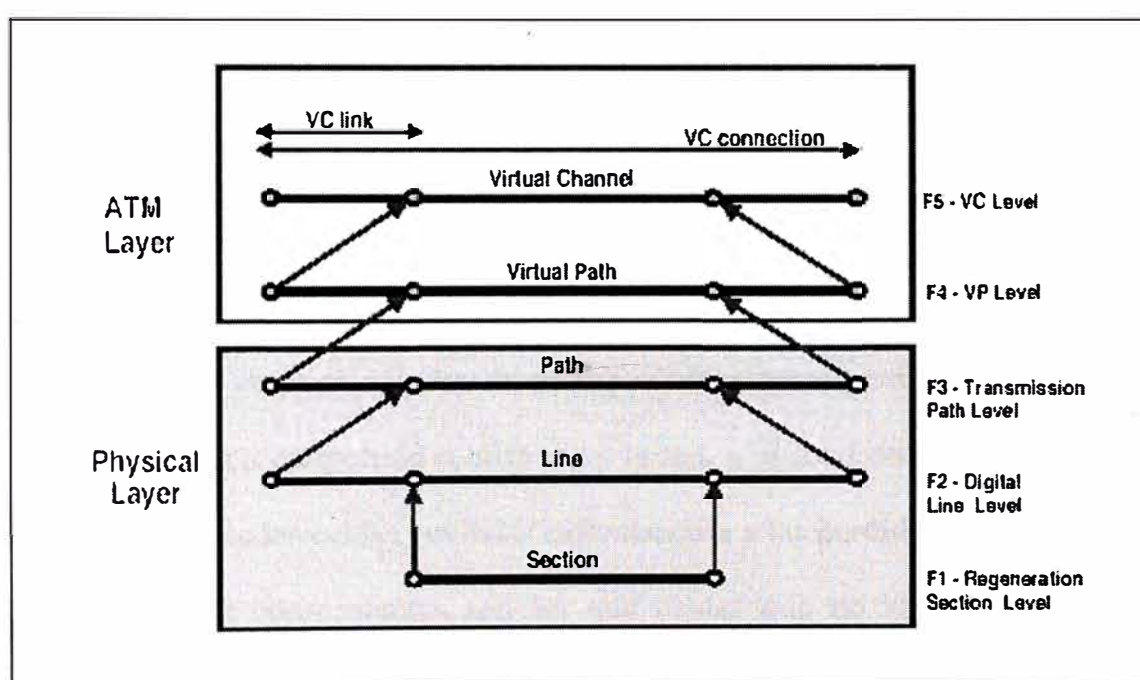


Figura 19 : Niveles de Administración de Red - OAM

1.5.10. Performance del Servicio

La performance del servicio es evaluada por los siguiente parámetros:

- Disponibilidad de Servicio
- Parámetros de Calidad de Servicio (Definidos en el ítem 1.5.5.2)
- Tasa de Celdas Erradas (CER)

1.5.10.1. Disponibilidad de Servicio

Es la tasa entre el tiempo en que el circuito virtual ATM esta operativo y el tiempo programado de servicio, no incluyéndose los tiempos de corte programado para mantenimiento.

Puede ser considerado un periodo de fuera de servicio de la red ATM cuando no es posible entregar un servicio satisfactorio, lo que es evaluado al cumplirse cualquiera de las siguientes condiciones:

- Pérdida total de poder originar, completar o terminar conexiones
- Pérdida de la capacidad de mantener estables todas las conexiones existentes.

1.5.10.2. Tasa de Celdas Erradas

Es la tasa entre el número de celdas conformantes perdidas, que no fueron entregadas debido a congestión o errores en la red, y el total de celdas transmitidas, es decir, la suma de las celdas enviadas exitosamente y las perdidas.

Las celdas conformantes son las que celdas que no violan el contrato de tráfico. Para el servicio CBR, las celdas conformantes se refieren a las celdas aceptadas (CLP=0 y CLP=1) por la red de acuerdo al contrato de tráfico. Para los otros servicios, las celdas conformantes se refieren a las celdas (CLP=0 ó CLP=0+1) que son aceptadas por la red de acuerdo al contrato de tráfico; excepto para el servicio UBR que no tiene garantía de transmisión de celdas, y, por consiguiente, no tiene una tasa celdas erradas definida.

1.6. Resumen de Servicios ATM

Podemos resumir las características de los servicios ATM en la siguiente tabla:

Características del Servicio ATM	
Circuito de Acceso	
Tipo de Puerto de Acceso	
Tipo de Circuito de Acceso	
	Borde a Borde
	Extremo a Extremo
Circuito Virtual ATM	
UNI	
	Versión 3.0
	Versión 3.1
	Versión 4.0
Tipo de Circuito Virtual	
	Circuito Virtual Permanente (PVC)
	Circuito Virtual Conmutada (SVC)
Tipo de Conexión Virtual	
	Conexión de Canal Virtual (VCC)
	Conexión de Camino Virtual (VPC)
Opciones de Circuito Virtual	
	Velocidad del Circuito (Mbps)
	Relación PCR/SCR
	Simetría del Circuito Virtual
	Reenrutamiento
Clase de Servicio	
	CBR
	VBR-rt
	VBR-nrt
	UBR
	ABR
Gestión de Tráfico	
	Control de Parámetros de Usuario (UPC)
	Descarte
	Etiquetado
	Control de Prioridad de Celdas
	Descarte de Paquetes Temprano
	Descarte de Paquetes Parcial
	Gestión de Buffer
Operación y Administración	
	ILMI
	Flujo de celdas OAM F4
	Flujo de celdas OAM F5

<i>Puerto ATM</i>		
	E1	
	T1	
	N*E1	
	N*T1	
	E3 – Mapeo Directo	
	T3 – Mapeo Directo	
	T3 – Mapeo PLCP	
	OC-3 Monomodo Alcance Intermedio	
	OC-3 Monomodo Largo Alcance	
	OC-3 Multimodo	
	STM-1	
	STM-1 Monomodo Alcance Intermedio	
	STM-1 Monomodo Largo Alcance	
	STM-1 Multimodo	
<i>Performance del Servicio</i>		
	Disponibilidad de Servicio	
	Tasa de Pérdida de Celdas (CLR)	
	Retardo de Transferencia de Celdas (CTD)	
	Variación de Retardo de Celdas (CDV)	
	Tasa de Celdas Erradas (CER)	

Tabla 18 : Resumen de Servicios ATM

CAPÍTULO II

ARQUITECTURA DEL SERVICIO

2.1. Requerimiento de la Red

La red debe soportar las características de los servicios ATM especificadas en la tabla 18; además, debe ser escalable y estar preparada para proveer nuevos servicios sobre la misma plataforma con la mínima inversión.

La red ATM debe ser diseñada teniendo en cuenta los requerimientos comerciales que incluyen cobertura, flujo y estimación de tráfico entre los países conformantes de la red, así como también otros requerimientos de alcance técnico como disponibilidad de red y retardos máximo de los circuitos virtuales que permitirán que el servicio ATM sea competitivo con respecto a otros ofertados en el mercado.

- **Cobertura**, la red debe tener presencia en tres países latinoamericanos (País A, B y C) y en USA.
- **Flujo de Tráfico**, el tráfico considerado en un país será solamente saliente con terminación en otro país, ya sea en Latinoamérica o en US; por lo que conmutación de tráfico local no es requerida.
- **Retardo**, a fin de ser competitivo con otros proveedores, el retardo máximo en un sentido (one-way) de los circuitos virtuales debe ser de 100 ms.

- **Disponibilidad**, la red debe ofrecer a los circuitos establecidos una disponibilidad de 99.9%.
- **Estimación de tráfico**, la demanda de circuitos a ser cubierta esta especificada en la siguiente matriz de tráfico. También se incluye el crecimiento esperado año tras año.

	País A	País B	País C	USA
País A	926	187	289	450
País B	187	565	175	203
País C	289	175	1064	600
USA	450	203	600	1253

Tabla 19 : Matriz de Tráfico en Circuitos de 64 Kbps

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Crecimiento	5 %	8 %	10 %	12 %

Tabla 20 : Crecimiento de Demanda Año tras Año

2.2.Arquitectura del Servicio

El servicio ATM permite la interconexión de las locaciones de los clientes a través de circuitos virtuales establecidos sobre la red ATM.

La arquitectura del servicio consiste de:

- Circuito de Acceso
- Puerto ATM
- Circuito Virtual sobre la Red ATM

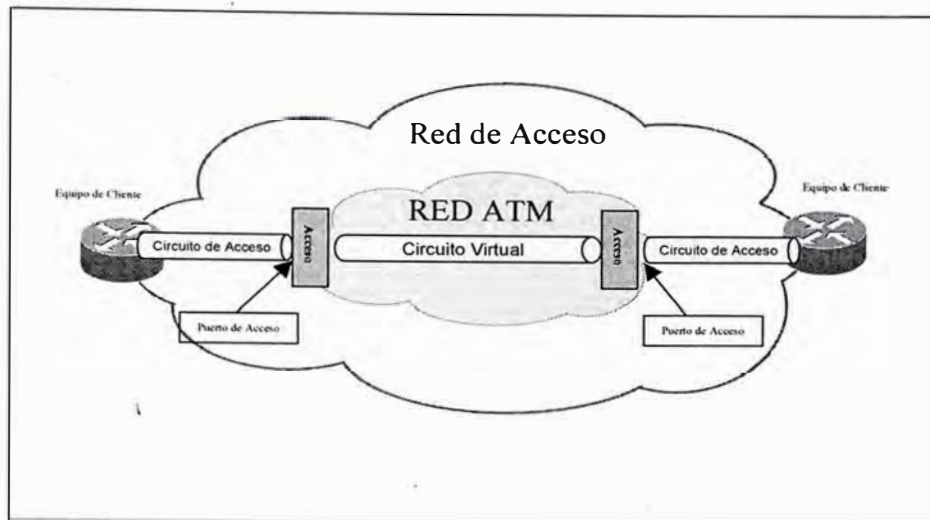


Figura 20 : Arquitectura del Servicio ATM

El equipo del cliente convierte el tráfico de usuario en celdas ATM, que son transportadas por el circuito de acceso desde la locación del cliente hasta el punto de presencia de la red, donde es entregado al puerto ATM del equipo de acceso. Una vez recibidas, se identifica la conexión a la que pertenece y son enviadas a través del circuito virtual ATM correspondiente hasta el equipo de acceso ubicado en el punto de presencia destino que atiende a la locación remota, donde es nuevamente entregado al circuito de acceso para ser transportado hasta el equipo del cliente, que convierte finalmente las celdas ATM en nuevamente tráfico del usuario.

El puerto de acceso ATM debe ser escogido de acuerdo al requerimiento de ancho de banda de los circuitos virtuales que a través de él se establezca, teniendo en cuenta que la suma de estos no debe exceder su capacidad máxima de acuerdo a las tablas 8,9 y 16.

El circuito virtual es especificado por las características indicadas en la tabla 18:

- Tipo de circuito virtual (SVC, PVC)
- Tipo de conexión virtual (VCC, CPC)

- Velocidad
- Simetría
- Clase de Servicio
- Reenrutamiento
- Tipo de Interfases de usuario (UNI 3.0, 3.1 y 4.0)
- Gestión de Tráfico

Las topologías en las conexiones entre las locaciones del cliente pueden ser:

- Punto a Punto

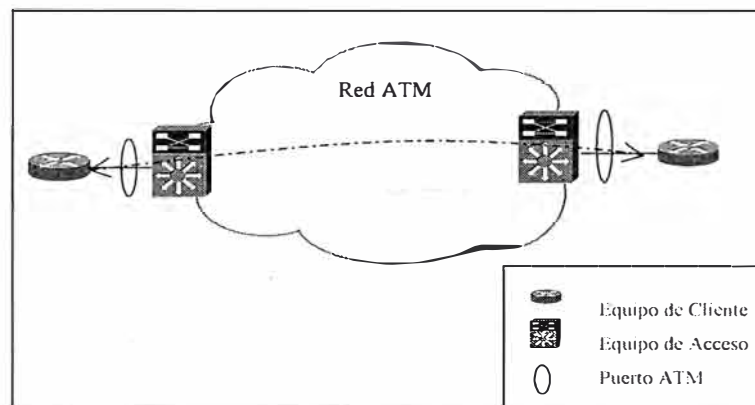


Figura 21 : Topología Punto a Punto

- Punto Multipunto

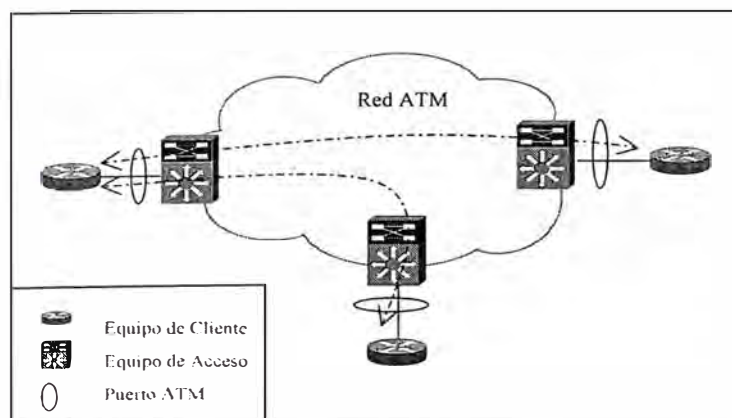


Figura 22 : Topología Punto Multipunto

- Enmallado, que puede ser parcial o total.

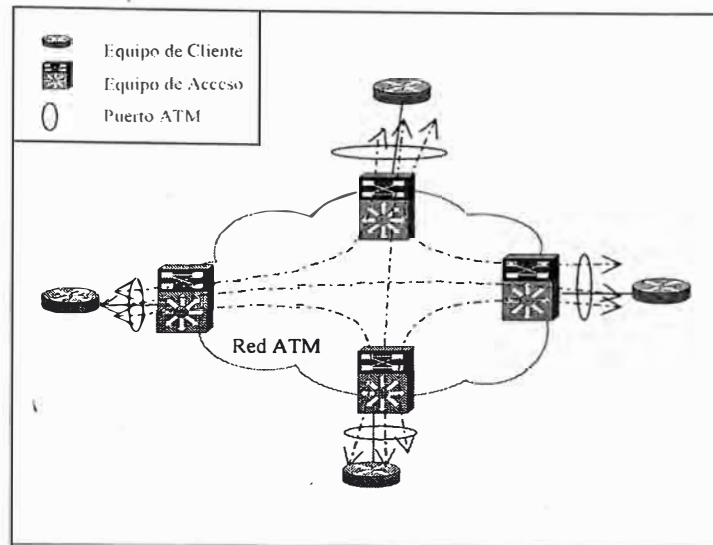


Figura 23 : Topología Enmallado Total

El servicio ATM tiene un alcance de conectividad internacional. Las conexiones locales en la red ATM local es posible pero no es un requerimiento comercial, por lo que no será incluido en la arquitectura del servicio. De lo anterior, la cobertura de las conexiones es la siguiente:

- Todas las locaciones en los países donde la red ATM tiene cobertura
- Locaciones en los países donde la red ATM tiene cobertura y algunas en US.

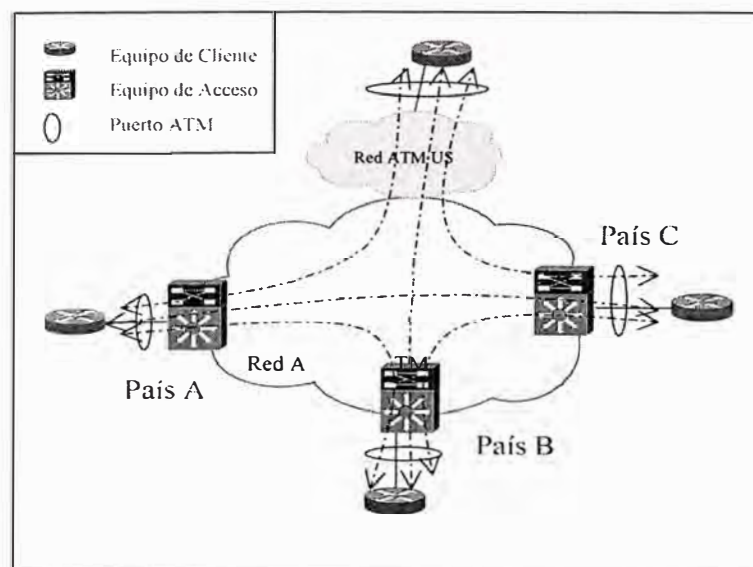


Figura 24 : Tipos de conexiones entre locaciones de cliente

2.3.Arquitectura de Red ATM

La red ATM esta formada por dos capas claramente definidas:

- Capa de Núcleo
- Capa de Acceso

2.3.1. Capa de Núcleo,

Es el corazón de la red ATM que permiten la conmutación a gran velocidad del tráfico de los clientes y la conexión con otros puntos de la red.

La capa de núcleo está formada por conmutadores ATM de gran capacidad interconectados entre sí, a fin de permitir una alta disponibilidad. Existe un único conmutador ATM por punto de presencia en cada país.

Los conmutadores ATM de núcleo deben ser de gran disponibilidad y capacidad, no sólo en la conmutación sino también en su densidad de puertos de alta velocidad para su conexión con otros conmutadores ATM de núcleo y de acceso, así como para conectar clientes con requerimiento de grandes anchos de bandas.

2.3.1.1.Topología

Los conmutadores ATM de núcleo están interconectados en anillo a fin de cumplir con los requerimientos de flujo de tráfico, disponibilidad volumen de tráfico, retardo y disponibilidad.

- **Flujo de Tráfico**, permite establecer la conectividad entre los 4 conmutadores ATM de cada país.

- **Disponibilidad**, en caso de falla de alguno de los circuitos que conectan a los conmutadores ATM, el tráfico es reenrutado a nivel ATM a través de la otra parte del anillo.
- **Volumen de tráfico**, de acuerdo a las tablas 19 y 20 podemos concluir:
 - El grueso del tráfico es hacia USA,
 - El tráfico de los países A y C hacia USA justifican una conexión directa hacia USA.
 - El tráfico de B hacia USA no justifica una conexión directa hacia USA.
 - El tráfico del país C hacia USA es comparable al que aportan conjuntamente A y B hacia USA.
 - El tráfico de A hacia C es justifica una conexión directa pero esta debe ser realizada a través de B, ya que el tráfico de B hacia C es mínimo.
 - Teniendo a un OC-3 como capacidad del anillo, nos permite tener capacidad suficiente para soportar la demanda y ofrecer una misma calidad de servicios en caso de falla de los circuitos internacionales.
 - La conexión entre la capa de núcleo y acceso debe ser de un OC-3 que permite cumplir con los requerimientos de ancho de banda, dándonos un margen para un crecimiento no esperado y una posible expansión para servicios de conmutación de tráfico local.
- **Retardo**, cumplir con el requerimiento de retardo máximo del circuito de 100ms que con la conexión en anillo es cumplido de acuerdo a la tabla 21, el cual tiene en cuenta los retardos ofrecidos por los proveedores de ancho de banda internacional a través del cable submarino que están indicados en la tabla 23.

	País A	País B	País C	USA
País A	0 ms	20 ms	50 ms	70 ms
País B	20 ms	0 ms	30 ms	90 ms
País C	50 ms	30 ms	0 ms	60 ms
USA	70 ms	90 ms	60 ms	0 ms

Tabla 21 : Matriz de Retardo ofrecido por la topología anillo

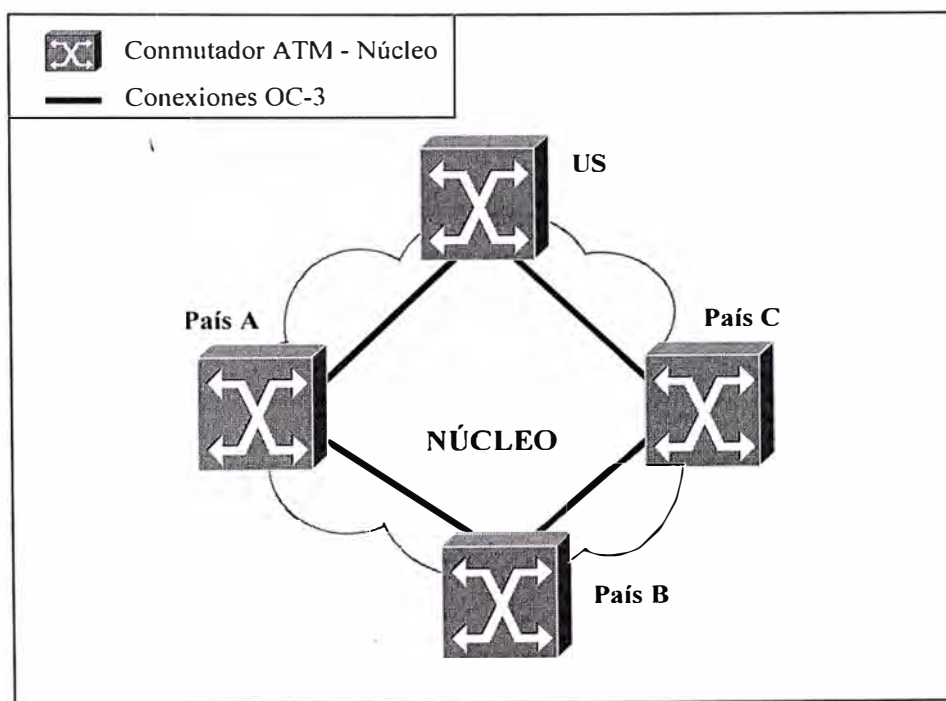


Figura 25 : Topología de la Capa de Núcleo de la Red ATM

2.3.1.2. Interfase de Conexión

Las Interfases de conexión con el proveedor de ancho de banda internacional debe ser OC-3 APS 1+1, ya que esta opción protege frente a problemas de tarjeta y corte de fibra óptica.

2.3.2. Capa de Acceso

Es la periferia de la red y permite el acceso de los clientes a la red ATM para la provisión del servicio.

La capa de acceso de acceso esta formada por conmutadores ATM que poseen Interfases de usuario y están conectados en estrella a los conmutadores ATM de núcleo.

La Interfase de conexión con los conmutadores de núcleo debe ser OC-3 APS 1+1, esta opción es justificada ya que la conexión es local y, además, la tecnología APS 1+1 protege frente a problemas de tarjeta y corte de fibra óptica.

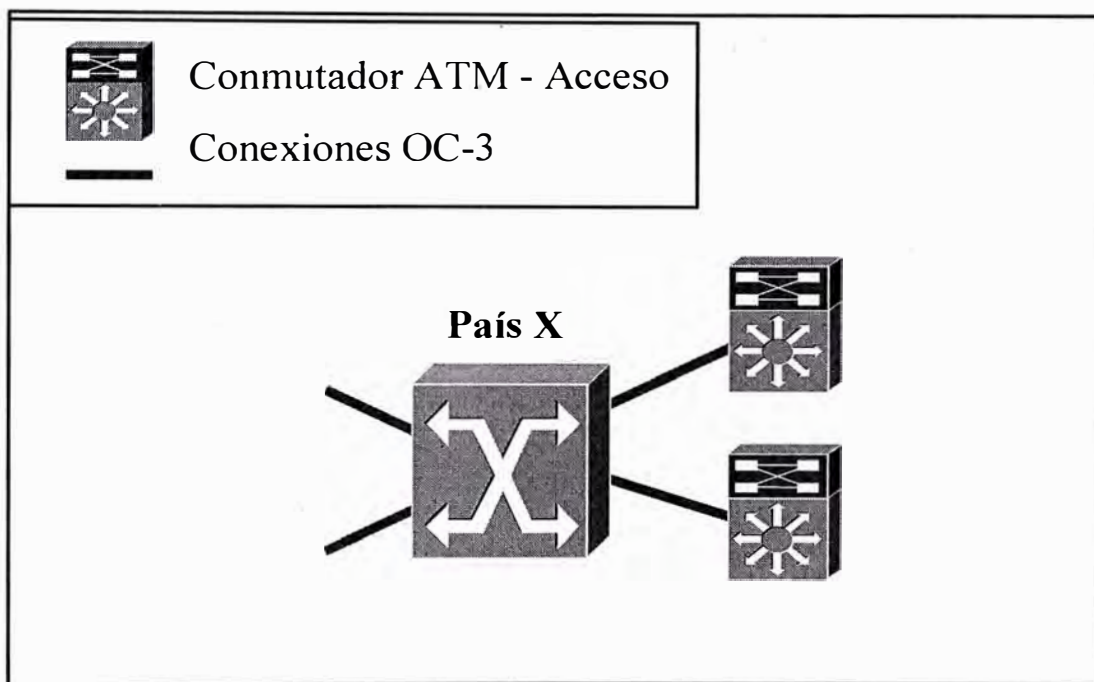


Figura 26 : Topología de la Capa de Acceso de Red ATM

Los conmutadores ATM de la capa de acceso deben tener una gran densidad de puertos de baja velocidad para la conexión de los clientes del servicio ATM y capacidad para soportar Interfases de alta velocidad tanto para su conexión con los conmutadores ATM de núcleo como para acceso de usuarios.

El número de conmutadores ATM de acceso por punto de presencia es estimado dependiendo de la capacidad de conmutación y del número de puertos necesario para cubrir la demanda.

2.3.3. Topología Red ATM

De acuerdo con la topología de las capas de acceso y de núcleo, podemos esbozar la topología total de la red ATM.

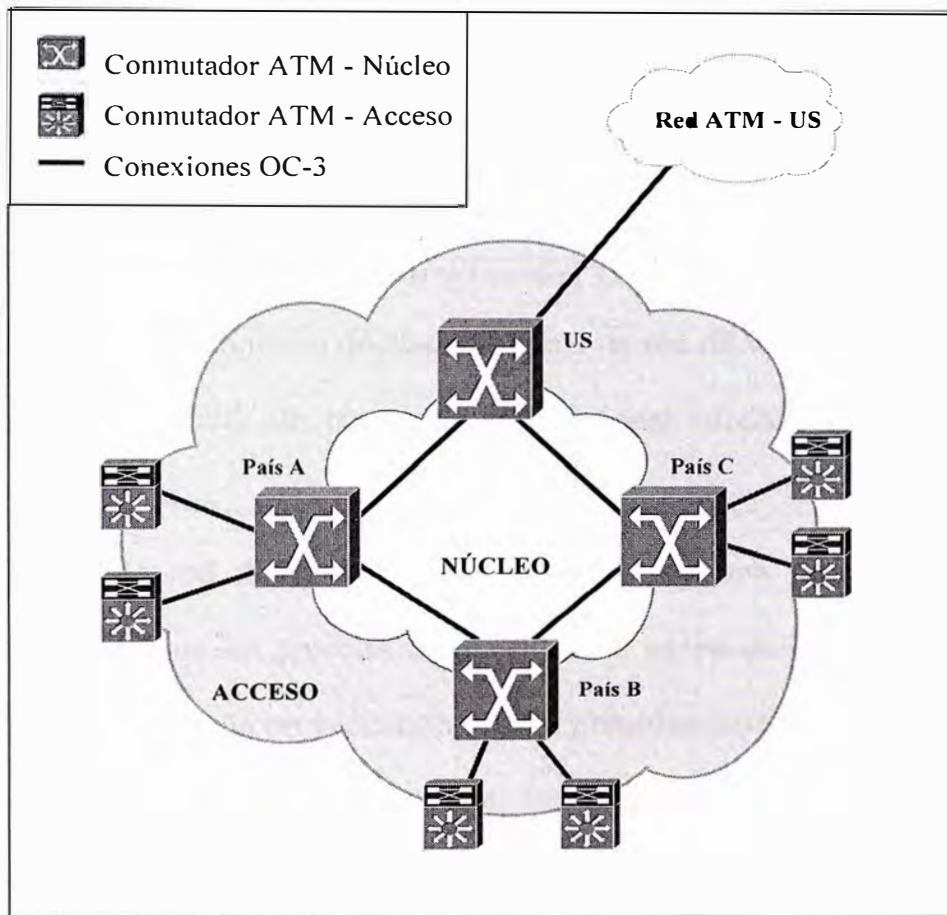


Figura 27 : Topología de la Red ATM

2.4. Circuitos de Transporte Internacional

Un proveedor de ancho de banda internacional (PABI) a través de cable submarino provee el circuito de transporte internacional que permite la conexión entre los conmutadores de núcleo de los puntos de presencia de cada país.

La capacidad del circuito de transporte internacional es un OC-3, teniendo la interfase la siguiente especificaciones físicas:

Características OC-3	Valores
Interfase	Interfase óptica con código de línea NRZ de acuerdo a T1.105-1991/ G.957 Fibra Monomodo de alcance intermedio (SMF IR)
Niveles de Señal TX RX	<u>Min dBm</u> <u>Max dBm</u> TX -15 -8 Rx -28 -8
Trama	STM-1 AU4
Señalización	-
Velocidad (Mbps)	155.52 Mbps
Impedancia	-
Conectores	SC
Máxima longitud de cable	SMF IR (~ 20Km)
Esquema de Protección	APS 1+1

Tabla 22 : Especificaciones Físicas de la Interfase STM-1 del circuito internacional

Debido al requerimiento de disponibilidad de red de 99,9%, es necesario que el proveedor del circuito de transporte internacional ofrezca una disponibilidad mayor a este valor.

Además, la red de este proveedor debe tener una gran capacidad de transporte a fin de que los posibles incrementos de ancho de banda generados por una mayor demanda que la proyectada, sea fácil y rápidamente aprovisionada.

Entre las tecnologías usadas por los proveedores de ancho de banda internacional se tiene a la SDH / SONET o DWDM; que permite una alta capacidad de transporte y una alta disponibilidad ya que implementan múltiples opciones de supervivencia y generalmente se implementan en anillos.

Los retardos promedio ofrecidos por los proveedores de ancho de banda internacional están especificados en la tabla 23.

	País A	País B	País C	USA
País A	0 ms	20 ms	10 ms	70 ms
País B	20 ms	0 ms	30 ms	60 ms
País C	10 ms	30 ms	0 ms	60 ms
USA	70 ms	10 ms	60 ms	0 ms

Tabla 23 : Matriz de Retardo ofrecido por el proveedor internacional

2.5.Red de Sincronización

La red de sincronización es usada para proveer de una señal de temporización de referencia única que sincronice a toda la red ATM.

La calidad de la señal de temporización debe ser Stratum 1 y esta puede ser tomada del sistema de posicionamiento global (GPS). El equipo GPS, además, debe tener un oscilador interno de rubidio Stratum 2E, que permite proveer en caso de falla de la recepción de los satélites, una sincronización Stratum 1 por casi 3 semanas en promedio.

Los conmutadores ATM deben tener como referencia primaria y secundaria a los equipos GPS instalados en cada punto de presencia, siendo su última opción la sincronización interna del conmutador ATM de nivel Stratum 3.

En caso de falla de la referencia primaria de sincronización, los conmutadores ATM deben conmutar hacia la referencia secundaria de menor calidad, pero deben conmutar nuevamente hacia la referencia principal, cuando esta este disponible.

La Interfase del GPS debe ser E1, con una capacidad mínima de 2 y debe permitir la instalación de paneles de expansión de 20 E1.

2.6.Diseño del Punto de Presencia (POP)

El punto de presencia de presencia esta formado por:

- Los conmutadores ATM de núcleo
- Los conmutadores ATM de acceso
- La interconexión con el proveedor de ancho de banda internacional
- La interconexión con los proveedores de los circuitos de acceso

- La conexión a la red de sincronismo

El punto de presencia de la red debe estar ubicado dentro del local del proveedor de ancho de banda internacional, donde también los proveedores de los circuitos de acceso locales instalarán un punto de presencia.

2.6.1. Interconexión entre conmutadores ATM y red de sincronismo

La interconexión entre los conmutadores ATM es local a través de una Interfase OC-3 con esquema de protección APS 1+1 (Conmutación de Protección Automática). Para este tipo de conexión se necesitan dos pares hilos de fibra óptica.

El GPS es conectado a los conmutadores ATM a través de 02 E1 sobre cable coaxial.

En ambos casos es necesario que los cables de fibra óptica y coaxial sean enrutados por diferentes caminos.

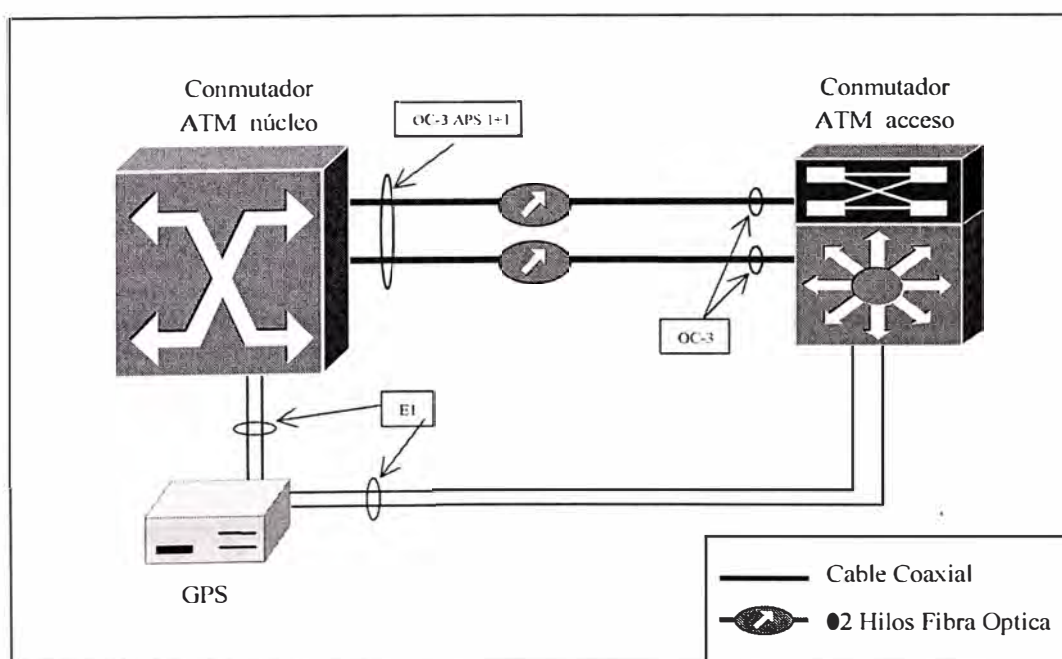


Figura 28 : Interconexión entre conmutadores ATM y la red de sincronismo

2.6.2. Interconexión con el proveedor de ancho de banda internacional

La interconexión entre el conmutador ATM de núcleo y el equipo óptico (SDH / SONET / DWDM) de acceso del proveedor de ancho de banda internacional es local a través de Interfases OC-3 con esquema de protección APS 1+1(Conmutación de Protección Automática 1+1). Para este tipo de conexión se necesitan dos pares de hilos de fibra óptica, que deben enrutados por diferentes caminos y debe usarse un ODF (panel de distribución óptico) para el ordenamiento de los cables.

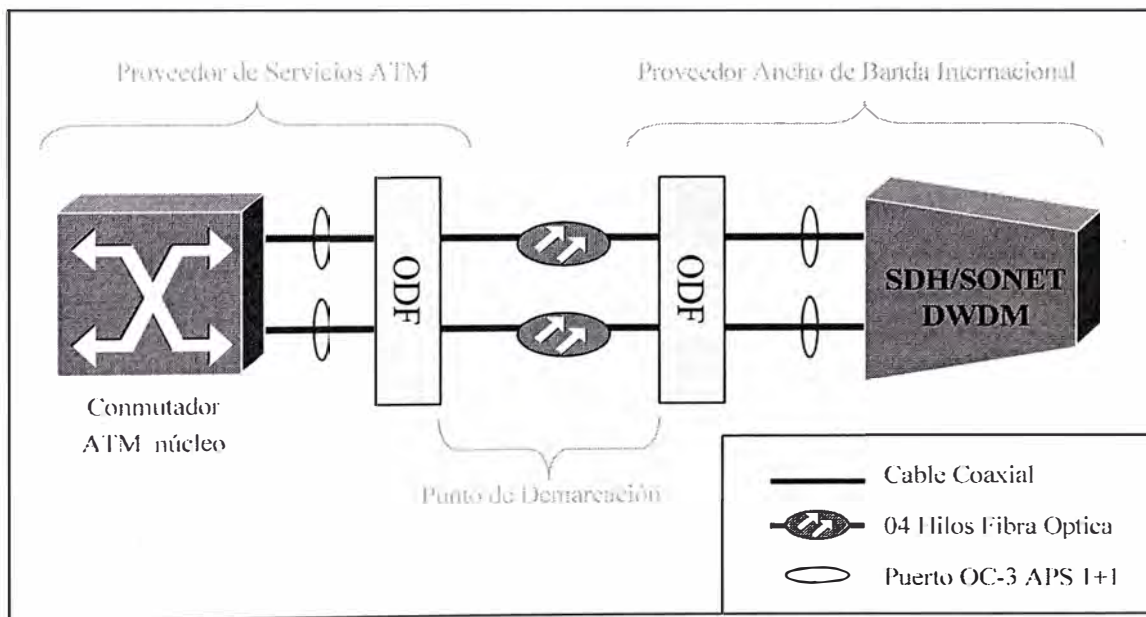


Figura 29 : Interconexión con el proveedor de ancho de banda internacional

2.6.3. Interconexión con los proveedores de los circuitos de acceso

La interconexión con los proveedores de los circuitos de acceso locales será a través de cables de fibra óptica y coaxial, cuyo uso va a depender del tipo de Interfase a proveer al cliente.

Para el ordenamiento del cableado de fibra óptica se debe usar un ODF (panel de distribución óptico), mientras que para el del tipo coaxial se debe usar un DDF (panel de distribución digital). Cualquier otro tipo de cable requerido por el tipo de Interfase debe necesitar de un panel de distribución adecuado.

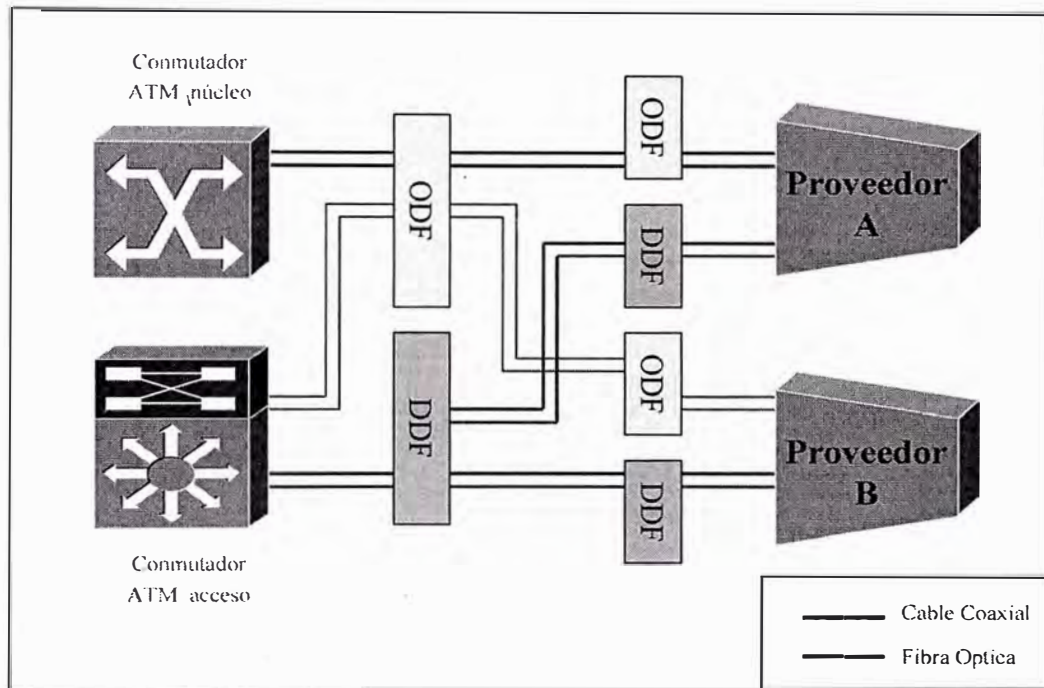


Figura 30 : Interconexión con los Proveedores de Circuitos de Acceso Locales

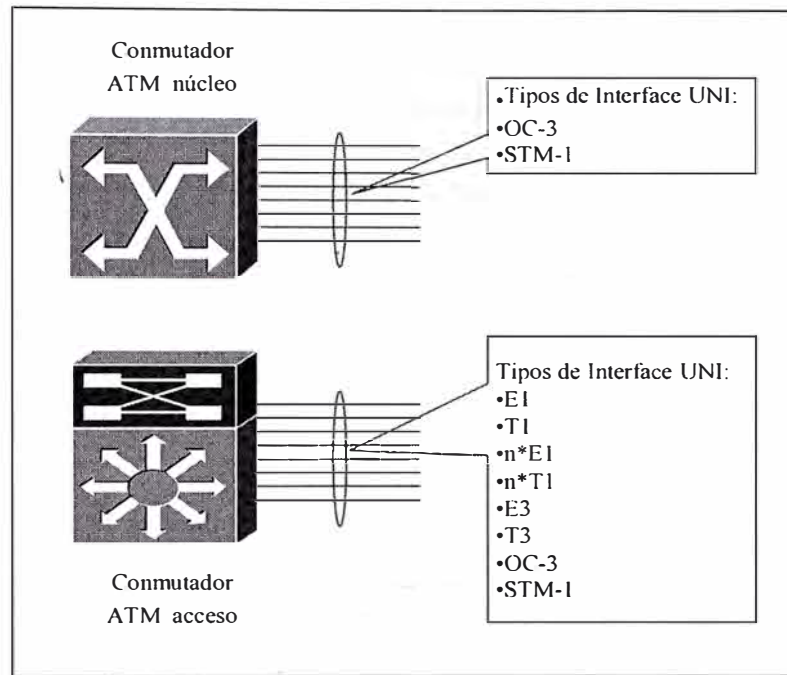
2.7.Arquitectura de Acceso de los Clientes

El equipo del cliente accederá a la red ATM a través de las Interfases proveídas por el conmutador ATM de acceso.

Debido que la conexión de acceso es un posible punto de falla, los clientes pueden pedir variar circuitos de acceso o implementar protección óptica como APS y MSP en el caso de Interfase OC-3/STM-1.

En el caso especial en el que ancho de banda de las conexiones requeridas por un puerto STM-1/OC-3 exceda los 60 Mbps, el equipo de cliente debe ser conectado

directamente al conmutador ATM de núcleo para evitar la sobrecarga del equipo de acceso y la reserva excesiva de recursos en la troncal de conexión entre los conmutadores ATM de acceso y núcleo.



2.8. Conmutadores ATM

2.8.1. Conmutadores ATM de Núcleo

2.8.1.1. Especificaciones Técnicas

Especificaciones Técnicas	
Capacidad del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de Bus: 19.2 Gbps • 16 Ranuras • 2 Ranuras para los CPU • 2 Ranura para alarmas
Características ATM	<ul style="list-style-type: none"> • ATM Forum UNI 3.0, 3.1 y 4.0 • ITU-T Q.2961, Q.271, Q.2931 • Tipos de Circuitos: PVC / SVC / SPVC • Tipos de Conexiones: VCC, VPC • Circuitos simétricos o asimétricos • Reenrutamiento automático de conexiones • Formato de direcciones E.164-NSP, DCC e ICD

Especificaciones Técnicas	
Características ATM	<ul style="list-style-type: none"> • Clase de Servicio: ABR, VBR, CBR, UBR • ATM Forum PNNI 1.0 • IISP • B-ISUP, B-ICI 2.0 • ILMI 3.1/4.0 • OAM • Control de Admisión de Conexiones (CAC) • Control de Parámetros de Usuario (UPC) • Descarte de paquetes Temprano (EPD) • Descarte parcial de paquetes (PPD) • ATM Forum Traffic Management 4.0.
Módulos de Interfase de Red y Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Puerto STM-1/OC-3 Monomodo (LR, IR) • 2 Puerto MSP 1+1 STM-1 Monomodo (LR, IR) • 4 Puerto STM-1/OC-3 Multimodo • 2 Puerto APS 1+1 OC-3 Monomodo (LR, IR) • 8 Puertos T3 ATM • 8 Puertos E3 ATM • 2 Puerto OC-12/STM-4 • 1 Puerto APS 1+1 OC-12 • 1 Puerto MSP 1+1 STM-4 • 2 Puerto OC-48/STM-16
Sincronización de Red	<ul style="list-style-type: none"> • Sincronización interna: Reloj Stratum 3 • Sincronización externa: Señales BITS E1/T1 externa o sincronización de línea
Redundancia/Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de poder redundantes • Módulos de Procesamiento y Sincronización redundantes • Redundancia de Placa Madre (back plane) ATM • Protección de Conmutación Automática SDH-SONET 1+1 y 1:1 (APS, MSP). • Cambio de tarjeta en caliente (hot swappable)
Alimentación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • DC : nominal 48V, operativa en rango 42-57V • Potencia: 1400W
Condiciones Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de Operación: 0 - 40° C • Temperatura de Almacenamiento: -40 – 70 °C • Humedad de Operación: 5-95% • Rango de Altitud: -350 – 9150m
Gestión de Red	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de conexiones: Puerto de consola en el CPU (Para cable RS-232 o módem de acceso telefónico), puerto Ethernet en el CPU, conexión ATM en banda (in-band). • Métodos de Gestión: Interfase de consola por el puerto de consola, Interfase de consola vía sesión telnet (acceso a través del puerto Ethernet o conexión ATM en banda), SNMP a través del puerto Ethernet o conexión ATM en banda • Almacenamiento de archivo de configuración o cambio de versión vía FTP

Tabla 24 : Especificaciones Técnicas del Conmutador ATM de Núcleo

2.8.1.2. Configuración

Ranura	Tarjetas	Conectada a
1	Tarjeta Procesadora (CPU)	-
2	Tarjeta Procesadora (CPU)	-
3	Tarjeta de 2 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo óptico PABI
4	Tarjeta de 2 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo óptico PABI
5	Tarjeta de 2 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo de Acceso ATM
6	Tarjeta de 2 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo de Acceso ATM
7	Tarjeta de 2 Puerto OC-3 APS 1+1	Repuesto
8	Tarjeta de 4 Puerto STM-1/OC-3	Clientes
9	Tarjeta de Temporización	GPS
10	Tarjeta de Temporización	GPS
11	Fuente de Poder DC 48V	Red Eléctrica
12	Fuente de Poder DC 48V	Red Eléctrica

Tabla 25 : Configuración de Conmutador ATM de Núcleo

2.8.2. Conmutadores ATM de Acceso

2.8.2.1. Especificaciones Técnicas

Especificaciones Técnicas	
Capacidad del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de Bus: 2.4 Gbps • 20 Ranuras para tarjetas • 2 Ranura para los módulos de Stratum 3-4 • 2 Ranuras para las fuentes de poder • 2 Ranuras para los CPU
Características ATM	<ul style="list-style-type: none"> • ATM Forum UNI 3.0, 3.1 y 4.0 • ITU-T Q.2961, Q.271, Q.2931 • Tipos de Circuitos: PVC / SVC / SPVC • Tipos de Conexiones: VCC, VPC • Circuitos simétricos o asimétricos • Reenrutamiento automático de conexiones • Formato de direcciones E.164-NSP, DCC e ICD • Clase de Servicio: ABR, VBR, CBR, UBR • ATM Forum PNNI 1.0 • IISP • B-ISUP, B-ICI 2.0 • ILMI 3.1/4.0 • OAM • Control de Admisión de Conexiones (CAC) • Control de Parámetros de Usuario (UPC) • Descarte de paquetes Temprano (EPD) • Descarte parcial de paquetes (PPD) • ATM Forum Traffic Management 4.0.
Otros Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Emulación de Circuitos con soporte de CAS y CCS • Asignación de ancho de banda dinámica sobre AAL-1 • Compresión de voz sobre AAL-2 • Transporte de tramas HDLC / SDLC sobre AAL-5

Especificaciones Técnicas	
Otros Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Frame Relay (FR.5 y FR.8) • Transporte ruteado y bridgeado sobre AAL-5 • Conmutación de celdas ATM nativas
Módulos de Interfase de Red y Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Puerto STM-1/OC-3 Monomodo (LR, IR) • 1 Puerto MSP 1+1 STM-1 Monomodo (LR, IR) • 1 Puerto STM-1/OC-3 Multimodo • 1 Puerto APS 1+1 OC-3 Monomodo (LR, IR) • 2 Puertos T3 ATM; 1 Puerto T3 Frame Relay • 1 Puerto Canalizado T3 multiservicios • 1 Puerto T3 Emulación de Circuitos • 2 Puertos E3 ATM; 1 Puerto E3 Frame Relay • 1 Puerto Canalizado E3 multiservicios • 1 Puerto E3 Emulación de Circuitos • 8 Puertos T1 IMA; 8 Puertos E1 IMA • 21 Puertos E1 multiservicios • 21 Puertos T1 multiservicios • 6 Puertos Seriales • 5 Puertos Ethernet / Fast Ethernet • 1 Puerto OC-12 /STM-4 • 1 Puerto APS 1+1 OC-12 ; 1 Puerto MSP 1+1 STM-4
Sincronización de Red	<ul style="list-style-type: none"> • Reloj interno: Módulos redundantes de Stratum 3 con recuperación y "hold-over". • Sincronización externa: Señales BITS E1/T1 externa o sincronización de línea
Redundancia/Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de poder redundantes • Módulos de Procesamiento y Sincronización redundantes • Redundancia de Placa Madre (backplane) ATM • Protección de Conmutación Automática SDH-SONET 1+1 y 1:1 (APS, MSP) • Cambio de tarjeta en caliente (hot swappable)
Alimentación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • AC : Nominal 110V, operativa en rango 90-130V • AC : Nominal 220V, operativa en rango 180-260V • DC : nominal 48V, operativa en rango 42-57V • Potencia: 480W
Condiciones Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de Operación: 0 – 40° C • Temperatura de Almacenamiento: -40 – 70 °C • Humedad de Operación: 5-95% • Rango de Altitud: -350 – 9150m
Gestión de Red	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de conexiones: Puerto de consola en el CPU (Para cable RS-232 o módem de acceso telefónico), puerto Ethernet en el CPU, conexión ATM en banda (in-band). • Métodos de Gestión: Interfase de consola por el puerto de consola, Interfase de consola vía sesión telnet (acceso a través del puerto Ethernet o conexión ATM en banda), SNMP a través del puerto Ethernet o conexión ATM en banda • Almacenamiento de archivo de configuración o cambio de versión vía FTP

Tabla 26 : Especificaciones Técnicas del Conmutador ATM de Acceso

2.8.2.2. Configuración

Ranura	Tarjetas	Conectada a
1	Tarjeta Procesadora (CPU)	-
2	Tarjeta Procesadora (CPU)	-
3	Tarjeta de 1 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo de Núcleo ATM
4	Tarjeta de 1 Puerto OC-3 APS 1+1	Equipo de Núcleo ATM
5	Tarjeta de 1 Puerto OC-3 APS 1+1	Repuesto
6	Tarjeta de 21 Puertos E1 Multiservicios	Clientes
7	Tarjeta de 21 Puertos T1 Multiservicios	Clientes
8	Tarjeta de 2 Puertos E3 ATM	Clientes
9	Tarjeta de 2 Puertos T3 ATM	Clientes
10	Tarjeta de 1 Puerto STM-1/OC-3 Monomodo	Clientes
11	Tarjeta de 1 Puerto STM-1/OC-3 Monomodo	Clientes
12	Tarjeta de Temporización	GPS
13	Tarjeta de Temporización	GPS
15	Fuente de Poder DC 48V	Red Eléctrica
16	Fuente de Poder DC 48V	Red Eléctrica

Tabla 27 : Configuración del Conmutador ATM de Acceso

2.9. Plan de Direccionamiento, Señalización y Ruteo ATM

2.9.1. Plan de Direccionamiento

2.9.1.1. Formato de Direcciones

El ATM Forum especifica cuatro tipos diferentes de direcciones:

- **ICD (International Code Designator)**, usado identificar organizaciones internacionales. La autoridad encargada del registro de estas direcciones es BSI (British Standards Institute).
- **DCC (Data Country Codes)**, usado para redes privadas. Los códigos son dados en la norma ISO 3166.
- **E.164**, usado para redes públicas. Hay dos opciones bajo este formato:
 - **E.164 Nativo**, fue definida por la ITU-T. Especifica los números ISDN definidos por la ITU-T de acuerdo al formato internacional (referidos a la

Recomendación E.164 de la CCITT), seguidos por el identificador de la estación final (ESI).

- **E.164 NSAP (Network Service Access Point)**, fue definida por el ATM Forum. Los números son asignados por los PTT o autoridades administrativas como la FCC (USA).

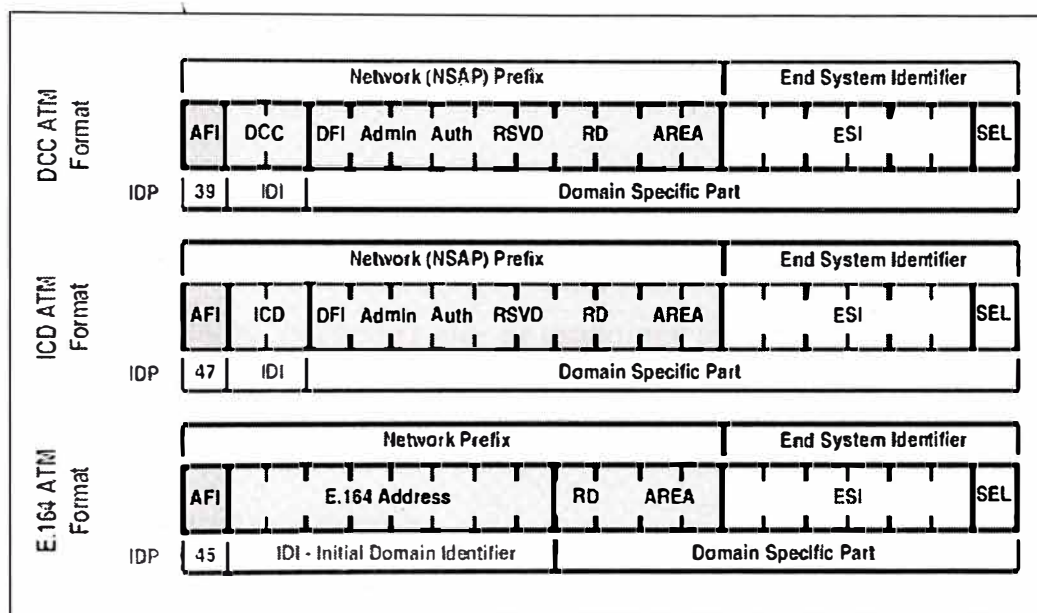


Figura 31 : Formato de Direcciones ATM

Las direcciones ATM contienen dos partes claramente definidas, IDP (Initial Domain Part) y DSP (Domain Specific Part).

- IDP, especifica a la autoridad administrativa que tiene la responsabilidad de asignar los valores de la DSP. Esta formado por AFI (Authority and Format Identifier) e IDI (Initial Domain Identifier).
- AFI, especifica el formato de direcciones usados en este puerto, definiéndose los valores 0x39 (DCC), 0x47 (ICD) y 0x45 (E.164 NSAP)
- DSP esta dividido en HO-DSP (High order DSP) y LO-DSP (Low order DSP).

- DFI (Domain Format Identifier), especifica la estructura y requerimiento administrativos de las direcciones.
- ADM-AUTH, (Administrative Authority Format), es usada para identificar la entidad responsable de asignar la dirección restante.
- RSVD, reservada para futuro uso.
- RD (Routing Domain), especifica un dominio único del esquema dentro del esquema de direccionamiento en uso.
- AREA (Área), identifica un área única dentro del dominio de ruteo (RD).
- LO-DSP esta formado por el ESI (End System Identifier) que identifica al sistema final y SEL (Selector) que es usado por sistemas finales pero no en el ruteo ATM

2.9.1.2. Plan de Direccionamiento

El plan de direccionamiento a usar se basa en el formato de direcciones ICD (International Code Designator). La asignación de estas direcciones se realiza a través de ILMI.

El formato de las direcciones a asignar en la red ATM es:

AFI	ATT	Plan ID	Espacio de Ruteo	ESI	Sel
4	7	0030	0405		

Figura 32 : Formato de Dirección usado en la red ATM

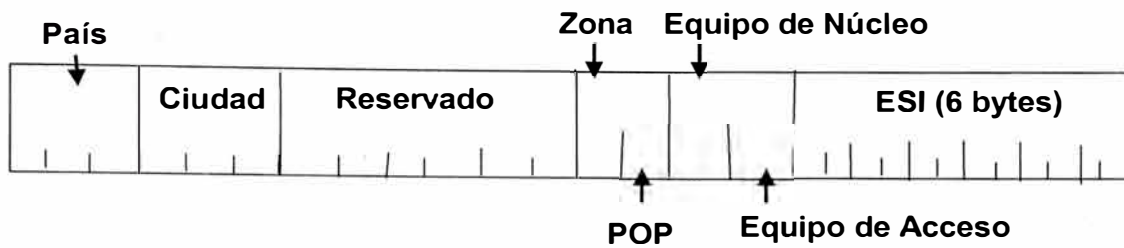


Figura 33 : Formato de Campo de Ruteo de la Dirección ATM

Los valores de los campos asignados son los siguientes:

Campo	Valor	Longitud (bits)
Prefijo ICD asignado a la red ATM	0x47 0x0030 0x04 0x05	40
País	Código E.164 de los países	12
Ciudad	Código de ciudad asignado.	12
Reservado	Uso Reservado	24
Zona	Código de zona de la ciudad asignado	4
Punto de Presencia	Código de POP dentro de Zona	4
Equipo de Núcleo	Código del equipo de núcleo en el POP	4
Equipo de Acceso	Código del equipo de Acceso en el POP	4
ESI (End System Identifier)	Asignado vía ILMI	48
SEL (Selector)	0x00	8

Tabla 28 : Campos de la Direcciones ATM

Los campos de ICD corresponden:

Valor	Observación
0x47	Indica que es una dirección ICD
0x0030	Asignado a la red ATM
0x04	Asignado por el administrador NSAP
0x05	Asignado a la red ATM Latinoamérica

Tabla 29 : Campos de ICD

Los códigos a ser asignados a los países en Latinoamérica de acuerdo al código E.164 de país son:

País	Código	País	Código
Brasil	055	Bolivia	591
Argentina	054	Ecuador	593
Chile	056	Colombia	057
Uruguay	598	Venezuela	058
Paraguay	594	Guyana	592
Perú	051	Surinam	597

Tabla 30 : Código E.164 de los países Latinoamericanos

Los códigos de ciudad tienen una longitud de 12 bits, es decir, nos permite soportar hasta 4096 ciudades; siendo posible asignar códigos consecutivos a ciudad cuya demanda proyectada es bastante alta.

Los campos siguientes ayudan a determinar una ubicación geográfica detallada.

2.9.2. Señalización y Ruteo

La red ATM usará PNNI v1.0 como protocolo integrado de señalización y ruteo. El protocolo de señalización establece las conexiones a través de la red ATM, mientras que el protocolo de ruteo redistribuye la información de la topología y agrupamiento de los conmutadores ATM que conforman la red.

El PNNI como protocolo de ruteo:

- Distribuye el acceso e información de la topología entre los switches
- Reenrutamiento dinámico ante fallas
- Ruteo para acceso basado en OSPF
- Peer Groups son análogos a área de OSPF
- PNNI permite una organización jerárquica

El PNNI como protocolo de señalización:

- Provee un enlace que satisface QoS requerido.
- Negocia las métricas como AvCR (average cell rate) , MCTD (maximum cell transfer delay), MCLR (maximum cell loss ratio)
- Usa Control de Admisión de Conexiones (CAC)
- Usa el proceso Crank back (Identifica nodos que fallen en la red y busca rutas alternativas) para reenrutar un enlace alternativo

2.9.2.1. Jerarquías PNNI

La red ATM es jerárquica al organizar los conmutadores ATM en grupos llamados “peer-groups”.

Cada “peer-group” esta conformado por los conmutadores ATM de núcleo y acceso de cada país, los cuales comparten una misma base de datos de la topología del grupo y están identificados por identificador común que es derivado de un prefijo común de sus direcciones ATM, que puede ser país y ciudad.

Al definir una red jerárquica podemos interconectar diferentes “peer-groups” para formar una red mayor. Además, al agrupar los conmutadores ATM creamos una base de datos menor, reduciéndose los requerimientos para el procesamiento del PNNI en cada nodo.

Cada uno de los conmutadores ATM mantiene información sobre el “peer-group” al que pertenece, por lo que para comunicarse con otro “peer-group” debe realizar la consulta al líder del “peer-group” que si intercambia información los otros líderes manteniendo una base de datos de la topología de toda la red ATM. Los líderes de cada “peer-group” son los conmutadores ATM de núcleo.

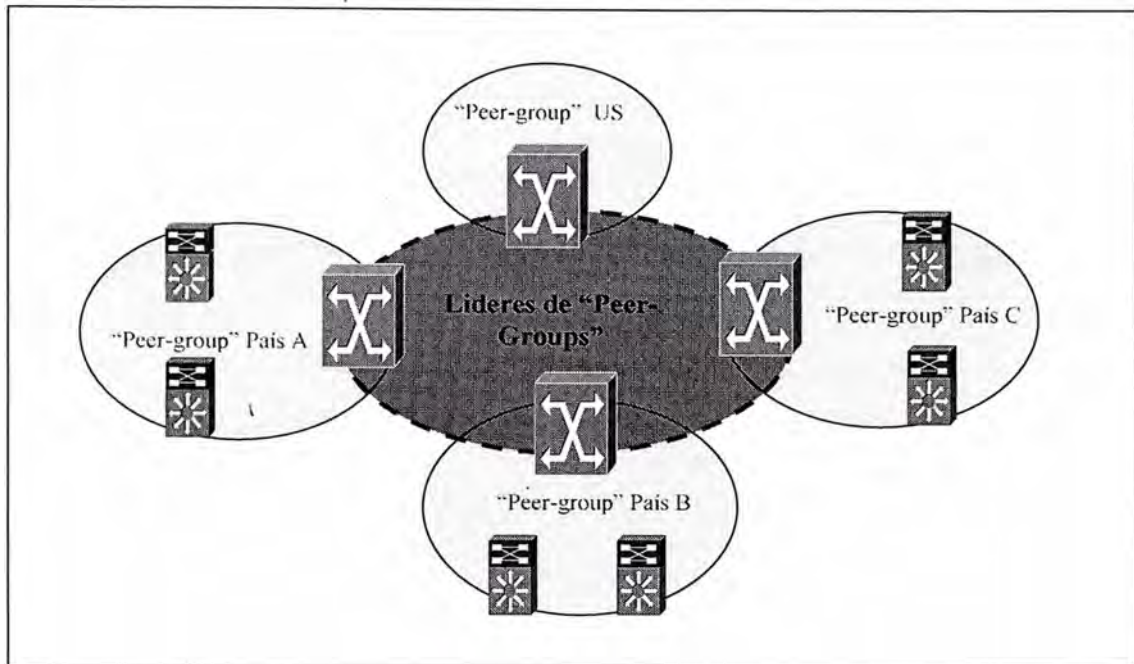


Figura 34 : Red ATM Jerárquica PNNI

2.10. Interconexión de otros proveedores ATM

A fin de terminar circuitos fuera de la red ATM, con destinos en US y el resto del mundo, necesitamos interconectarnos con proveedores internacionales de servicios ATM. Así el tráfico de estos circuitos atravesaría varias redes ATM, definiéndose modelos de servicios bilaterales.

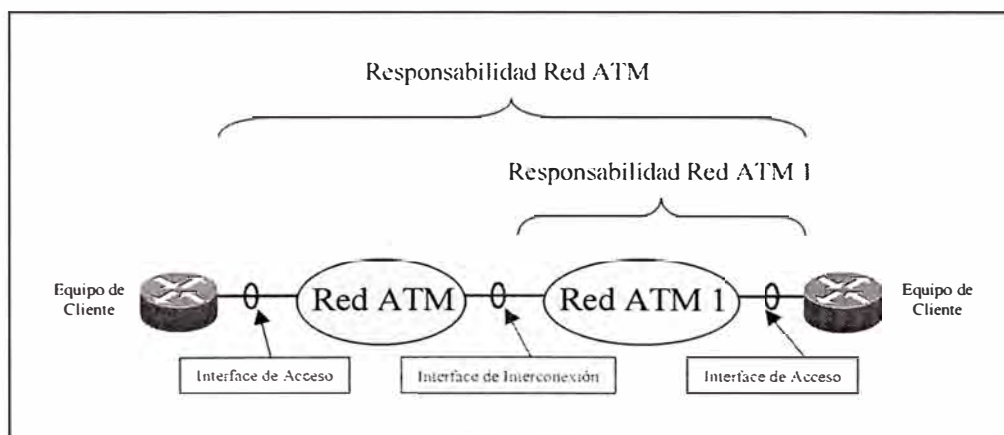


Figura 35 : Modelo de Servicio Bilateral

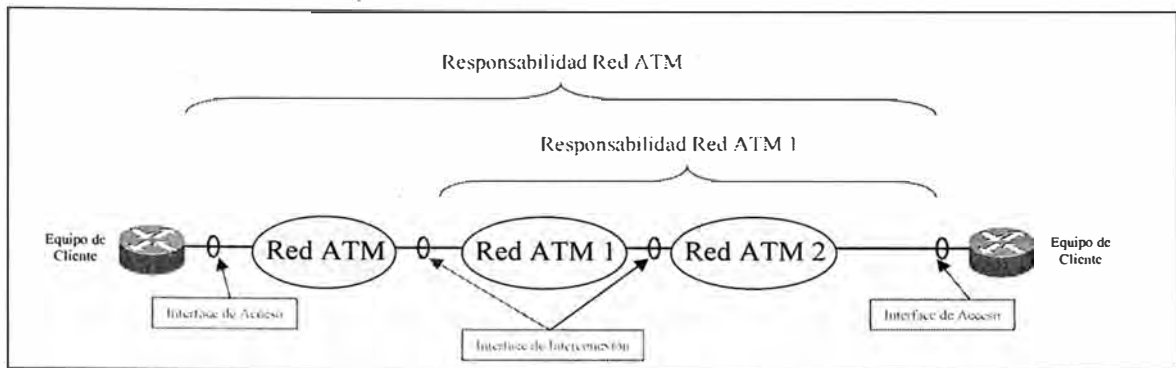


Figura 36 : Modelo de Servicio Bilateral con Red de Tránsito

2.10.1. Interconexión ATM

El equipo de interconexión con los proveedores internacionales de servicios ATM será el conmutador ATM de núcleo del punto de presencia en US. Teniendo como Interfase física de interconexión un puerto OC-3, con la posibilidad de usar tecnología de restauración como APS 1+1 o APS 1:1.

El tipo de Interfase ATM para la interconexión será UNI versión 3.1, con el registro de direcciones ILMI desactivado. A través de esta Interfase se van a cursar el tráfico de todos los circuitos virtuales con terminación en este proveedor internacional.

El manejo de tráfico en este enlace será a través de Control de Parámetros de Red (NPC). NPC es similar al Control de Parámetros de Usuario (UPC), sin embargo, los parámetros de NPC son diferentes a los del UPC y deben ser definidos basado en acuerdo mutuo de ingeniería.

2.10.2. Servicios ATM

Las características del circuito contratado al proveedor internacional deben ser las mismas que el circuito contratado en la red ATM Latinoamericana.

Antes de la interconexión se debe realizar la validación de los servicios ATM, teniendo en cuenta:

- Tipo de circuito virtual (SVC, PVC)
- Tipo de conexión virtual (VCC, CPC)
- Parámetros de Tráfico
- Parámetros de Calidad de Servicio
- Velocidad
- Simetría
- Clase de Servicio
- Enrutamiento
- Tipo de Interfases de usuario (UNI 3.0, 3.1 y 4.0)
- Gestión de Tráfico
- Administración de servicio
- Performance del Servicio.

2.11. Red de Administración

2.11.1. Arquitectura de la Red de Administración

La red de administración permite la conectividad entre los elementos de red individuales y el Centro de Operaciones de Red (NOC), donde se encuentra la plataforma de administración. El protocolo de comunicación es el TCP/IP, que permite el acceso por telnet y la gestión por SNMP.

El ruteador existente en cada punto de presencia permite esta conectividad, a través de puertos Ethernet o de manera indirecta a través de Interfases asíncronas o de consola, según sea el caso.

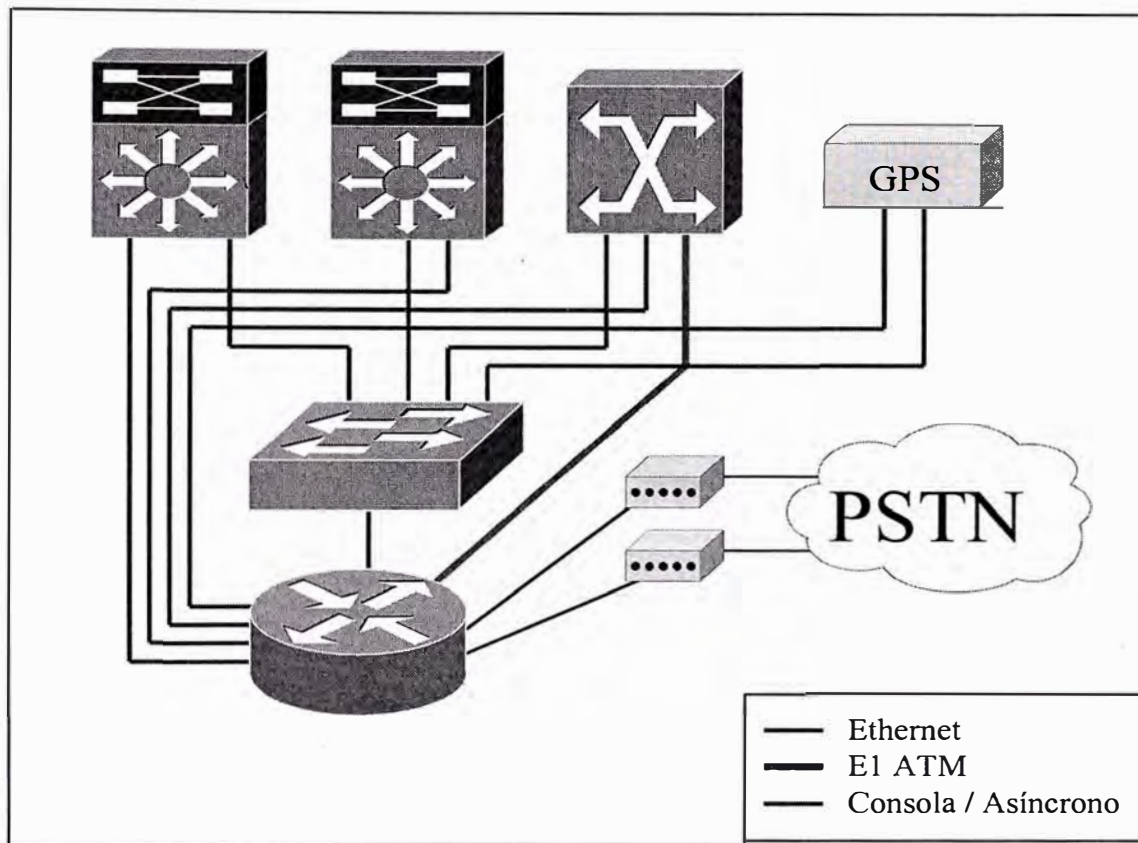


Figura 37 : Red de Administración - Punto de Presencia

De manera similar en el Centro de Operación de Red, la red LAN donde se encuentra la plataforma de administración se conecta a los 02 ruteadores de la red de administración.

La conexión entre los ruteadores de la red de administración se realiza a través de circuitos virtuales permanentes (PVC) establecidos a través de la red ATM, es decir, tenemos una administración en banda. La solución de respaldo en caso de falla de estos enlaces, son conexiones vía módems.

Las Interfases de conexión de los ruteadores de los puntos de presencias con los equipos de acceso de la red ATM es a través de puertos E1 ATM, mientras que

las Interfases de conexión de los ruteadores del Centro de Operaciones de Red con los equipos de núcleo son OC-3.

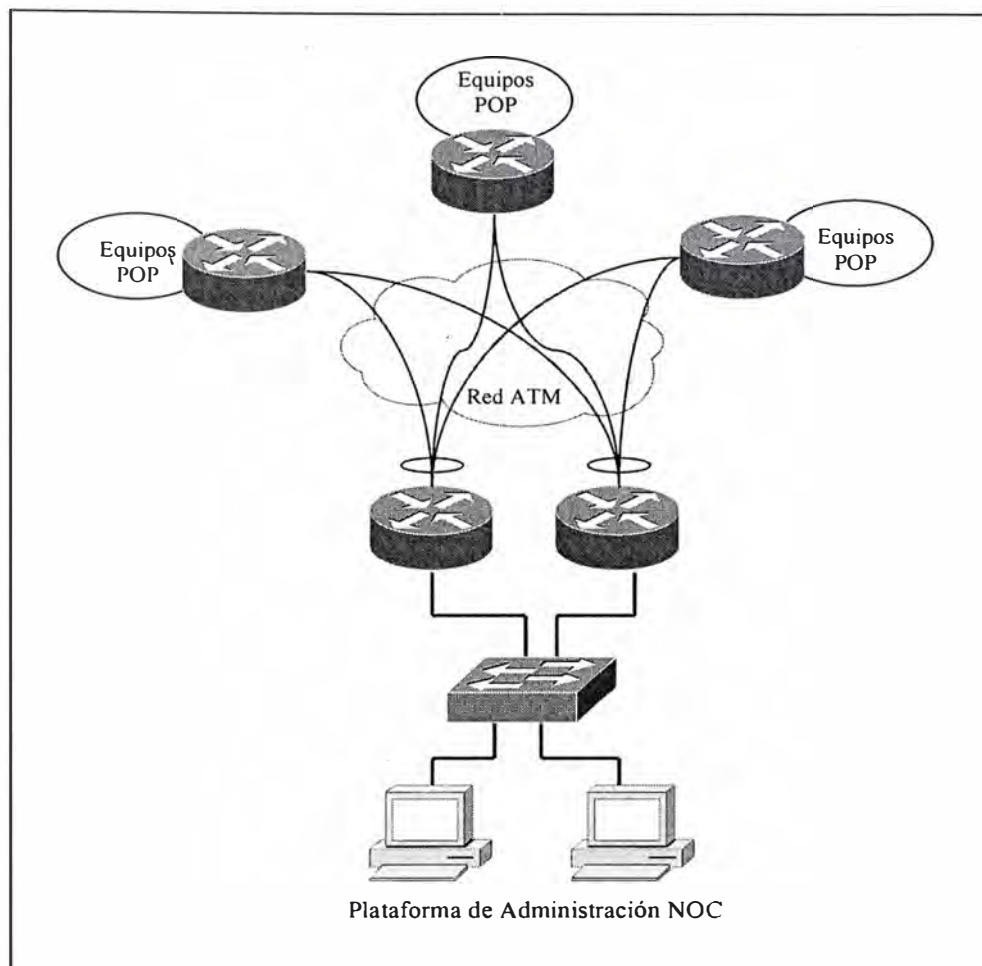


Figura 38 : Red de Administración

2.11.2. Plataforma de Gestión de Red ATM

Para la gestión de la red ATM, se emplea un elemento gestor de red que puede ser estandarizado (compatible con SNMP) o una solución propietaria de los fabricantes de los equipos de red.

En ambos casos, el sistema de gestión centralizado debe cumplir con características mínimas:

- **Administración del Sistema**

- Gestión en banda de los equipos remotos
- Bases de Datos Replicadas
- Niveles de Acceso por privilegios y equipos
- Log de operaciones
- **Administración de configuración**
 - Configuración de red, equipos y tarjetas
 - Administración remota desde terminales vía TCP/IP.
- **Administración de Fallas y Alarmas**
 - Generación de alarmas audibles y visuales
 - Distribución de alarmas por prioridad
 - Histórico de alarmas
 - Filtro de alarmas
- **Administración Estadística y Performance**
 - Obtención de datos relevantes para estadísticas (Porcentaje de uso de CPU, memoria, etc.)
 - Medición de performance del sistema. Generación de gráficos estadísticos y en tiempo real
- **Administración del Mantenimiento**
 - Capacidad de obtener datos y estado de alarmas en línea.
 - Activación y bloqueo de servicios.
 - Pruebas y lazos en los diferentes bloques o subsistemas
 - Programación de eventos.

2.12. Arquitectura de Restauración

2.12.1. Transporte Internacional

El proveedor de ancho de banda internacional debe tener un diseño de red de restauración bastante robusto a fin de que asegure una disponibilidad mayor al 99.9 % que ofrece la red ATM y debe ofrecer un tiempo de reparación de fallas bastante corto

2.12.2. Conmutadores ATM

Los conmutadores ATM deben tener un tiempo promedio entre fallas bastante alto (MTBF), este parámetro nos da una idea de lo robusto que puede ser un equipo. Además, debe tener disponibles tarjetas procesadoras y fuentes de poder redundantes; así como la posibilidad de usar diferentes esquemas de protección sobre sus Interfases de acceso como son APS, MSP, cable Y, entre otros.

2.12.3. Restauración ATM

La red ATM ante la falla de una de las troncales OC-3 que conforman el anillo, reenruta todas las conexiones por el resto de troncales.

A fin de no afectar la calidad del servicio ofrecida a los usuarios se debe dimensionar la capacidad de las troncales para que puedan soportar los requerimientos de ancho de banda de las conexiones reenrutadas.

El tiempo que demora el reenrutamiento de las conexiones ATM dependerá de la cantidad de conexión establecidas, pudiendo tomarle a la red algunos minutos.

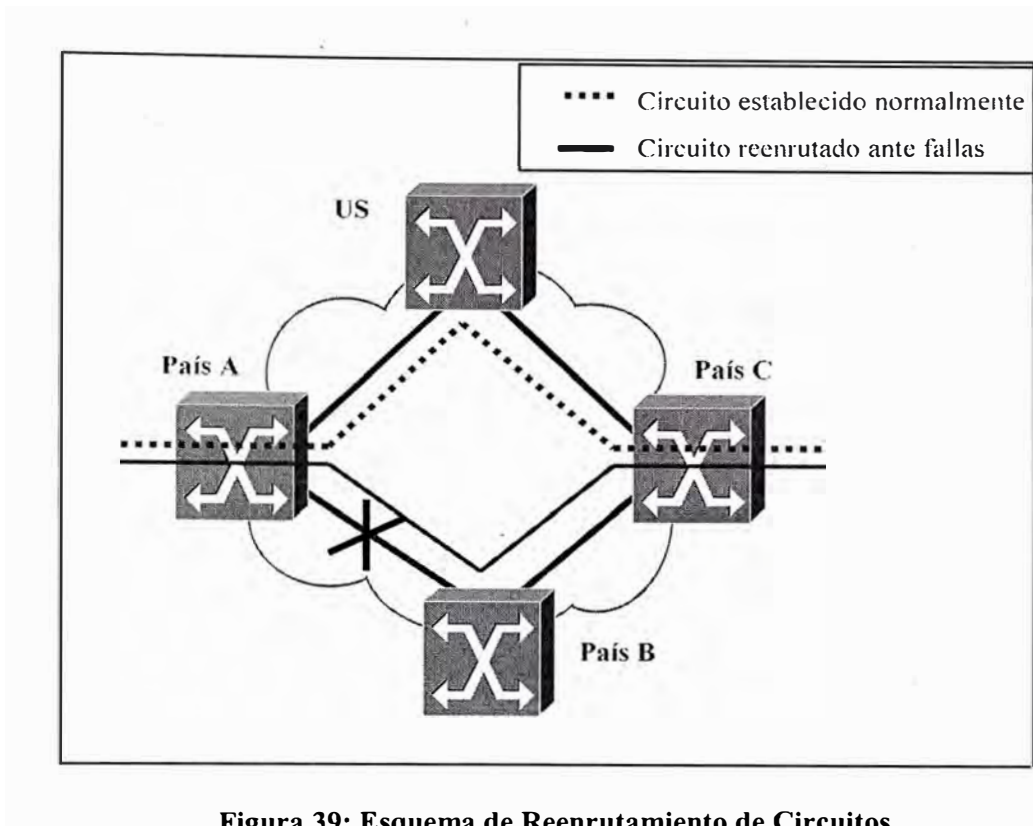


Figura 39: Esquema de Reencaminamiento de Circuitos

2.12.4. Conmutación de Protección Automática 1+1 (APS 1+1)

La conmutación de protección automática protege contra cortes de fibra óptica y fallas en las tarjetas. El esquema de protección APS 1+1 requiere que por cada línea en servicio, exista una línea de protección redundante. El tráfico es llevado simultáneamente por las líneas en servicio y de protección.

Ya que el tráfico es llevado simultáneamente por ambas líneas, el receptor que termina el APS 1+1 debe seleccionar de cualquiera de las líneas y envía un flujo de tráfico consistente. El extremo receptor puede conmutar de la línea de protección sin coordinar con el extremo transmisor, ya que ambas líneas transmiten la misma información.

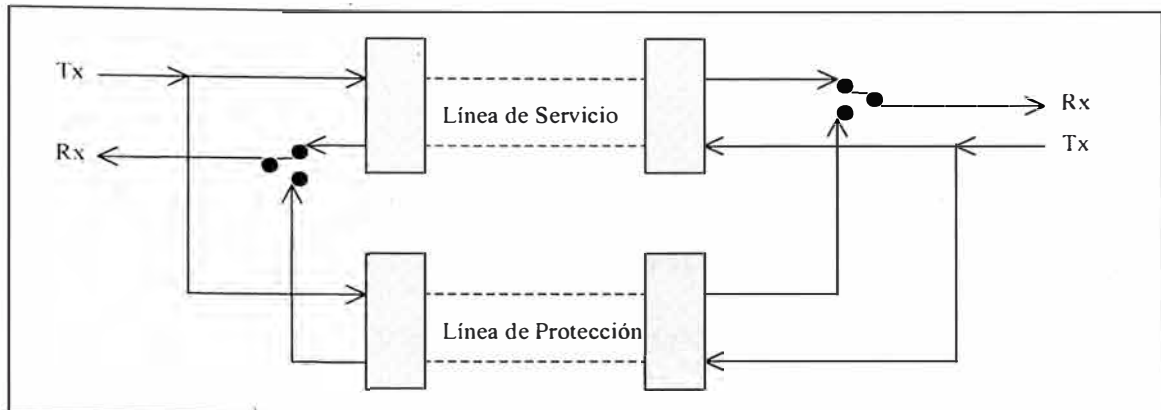


Figura 40 : Esquema de Operación SONET APS 1+1

El tiempo de conmutación ante fallas depende del tipo de esta:

- Si existe un corte de fibra en la línea de operación, la información es reenrutada hacia la línea de protección en menos de 60ms.
- Si existe una falla en la tarjeta a nivel óptico y solo involucra al puerto en operación, la información es reenrutada hacia la línea de protección en menos de 60ms.
- Si existe otro tipo de falla en la tarjeta, la información es reenrutada hacia la línea de protección en aproximadamente 250ms.

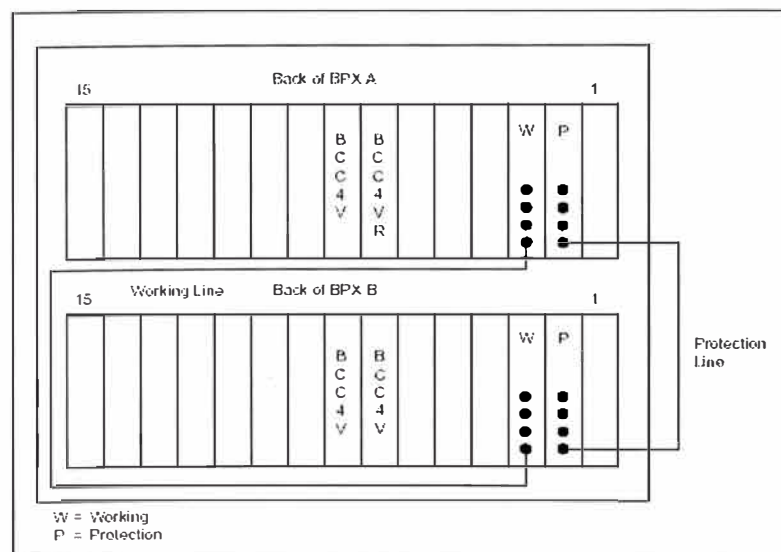


Figura 41 : Conexión entre conmutadores ATM usando SONET APS 1+1

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1. Demanda Proyectada

La demanda proyectada de usuarios para ser usado como base para el diseño de redes puede ser entregada en número de circuitos básicos (64 Kbps) o en número de puertas de acceso.

La demanda inicial entregada para la red de servicios ATM diseñada fue expresada en número de circuitos de 64 Kbps:

	País A	País B	País C	US
País A	926	187	289	450
País B	187	565	175	203
País C	289	175	1064	600
US	450	203	600	1253

Tabla 31: Demanda Inicial de la Red ATM en circuitos de 64 Kbps

Lo anterior expresa el mercado objetivo que va a tomar los servicios de esta red, y es calculado al aplicar un factor de penetración al mercado total disponible.

Para apreciar mejor el tamaño de la demanda, podemos expresarla en su equivalencia de E1:

	País A	País B	País C	US
País A	31.95	6.45	9.97	15.53
País B	6.45	18.53	6.04	6.04
País C	9.97	6.04	36.71	20.70
US	15.53	6.04	20.70	42.27

Tabla 32 : Demanda Inicial de la Red ATM en E1

El crecimiento anual proyectado en el número de circuitos es:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Crecimiento	5 %	8 %	10 %	12 %

Tabla 33 : Crecimiento Anual Proyectado

De las tablas anteriores, la cantidad y el crecimiento en el tiempo de los circuitos de 64 Kbps. cuyos ambos extremos están dentro de la red ATM y los que tienen terminación en US es:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Intra-Red	651	684	739	813	911
Acumulado	651	684	739	813	911
Nuevos	651	33	55	74	98

Tabla 34 : Número de Circuito Intra-Red y su crecimiento año tras año

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
US	1225	1287	1390	1529	1713
Acumulado	1225	1287	1390	1529	1713
Nuevos	1225	62	103	139	184

Tabla 35 : Número de Circuitos con terminación en US y su crecimiento año tras año

Teniendo en cuenta que un circuito con terminación en US sólo nos exige un puerto de acceso en la red, mientras que los circuitos con terminación dentro de la red requieren dos puertos; podemos estimar la cantidad de puertas de la red ATM para su uso dentro del análisis económico.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Acumulados	2527	2655	2868	3155	3535
Nuevos	2527	128	213	287	380

Tabla 36 : Número de Puertas de Acceso en la Red y su crecimiento año tras año

La contratación de circuitos no involucra el uso de una puerta de acceso por cada uno de ellos, debido a que por una sola puerta podemos tener varios circuitos, pero este modelo es válido para realizar una evaluación económica.

3.2. Resumen Económico

La evaluación económica podemos resumirla al determinar el flujo de caja año tras año. Esta es calculada al determinar los ingresos y restarle los gastos e inversiones hechas en cada año.

Costo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Ingresos	\$31,087,700	\$64,927,000	\$69,178,516	\$75,424,020	\$83,759,472
Gastos	\$29,043,000	\$44,060,276	\$45,791,460	\$48,355,184	\$51,779,380
Inversión	\$30,776,725	\$1,929,950	\$2,909,475	\$2,915,575	\$3,762,600
Flujo de Caja	-\$28,732,025	\$18,936,774	\$20,477,581	\$24,153,261	\$28,217,492

Tabla 37 : Flujo de Caja

Usando el flujo de caja, se debe determinar el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Además, debemos tomar una tasa de descuento (Td) que constituye el valor esperado de rentabilidad, y que es fijado dependiendo de las condiciones del negocio.

Valor Actual Neto (VAN)	\$14,480,854.49
Tasa Interna de Retorno (TIR)	63.46%
Tasa de Descuento (Td)	30.00%

Tabla 38 : VAN, TIR y Td

De lo anterior podemos concluir que la implantación de la red ATM diseñada va a ser rentable ya que el valor actual neto (VAN) es positivo y la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la tasa de descuento (Td).

Pero las conclusiones anteriores dependen del cumplimiento de la demanda proyectada en el tiempo. Por lo anterior, en las evaluaciones económicas se toman los peores escenarios tanto comerciales como técnicos, ya que al asegurar rentabilidad en los peores escenarios nos da una mayor probabilidad de éxito en el negocio.

3.3.Ingresos

Los ingresos proyectados provienen de la renta de los circuitos contratados así como del pago por la instalación de los mismos.

El precio considerado como renta mensual para los circuitos de 64 Kbps cuyas terminaciones están dentro de la red ATM en Latinoamérica es de \$2500 dólares. Mientras que la renta mensual promedio para los circuitos de 64 Kbps cuya terminación sea en US es de \$3460 dólares. Este valor debe ser actualizado dependiendo del costo variable del circuito de última milla en US.

Los precios de instalación de los circuitos son de \$2700 dólares, sin tener en cuenta el lugar de terminación del circuito.

Dentro de los ingresos, se debe considerar el porcentaje de “churn” que es definido como el porcentaje de clientes que se puedan dar de baja o terminen su contrato dentro del tiempo considerado para la evaluación económica. El porcentaje de “churn” considerado es del 10%, un valor bastante alto considerando el tipo de cliente al que esta orientado este servicio.

Los valores unitarios usados para calcular los ingresos son:

Instalación Circuito Latinoamérica	ICL	\$2,700.00
Instalación Circuito US	ICU	\$2,700.00
Renta por Circuito Intra-Red	RCIR	\$2,500.00
Renta por Circuito US	RCUS	\$3,460.00
Porcentaje de Churn	PDC	10.00%

Tabla 39 : Valores Unitarios de Ingresos

El resumen de ingresos es:

Ingreso	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Renta Cto. Intra-Red	\$8,137,500	\$17,989,500	\$19,155,500	\$20,878,000	\$23,176,000
Inst. de Cto. Intra-Red	\$1,757,700	\$89,100	\$148,500	\$199,800	\$264,600
Alquiler Circuito US	\$21,192,500	\$46,848,400	\$49,874,516	\$54,346,220	\$60,318,872
Inst. Circuito US	\$3,307,500	\$167,400	\$278,100	\$375,300	\$496,800
Total	\$31,087,700	\$64,927,000	\$69,178,516	\$75,424,020	\$83,759,472

Tabla 40 : Resumen de Ingresos

3.4.Gastos

Los gastos considerados son:

- Renta mensual de los cuatro circuitos internacionales con capacidad de un STM-1.
- Renta mensual del puerto STM-1 de interconexión con la red ATM en US
- Renta mensual de los circuitos locales de última milla en Latinoamérica
- Renta mensual de los circuitos locales de última milla en US, cuyo valor es variable dependiendo de la región donde se termine el circuito en US.
- Alquiler mensual del espacio donde se instalan los equipos, así como de la energía eléctrica
- Costo operativo para el monitoreo y mantenimiento de cada una de las puertas contratadas.

Los valores unitarios usados para el cálculo de los gastos son:

Renta Mensual de un Circuito STM-1 Internacional	RCSI	\$ 350000
Renta Mensual del Puerto STM-1 de Interconexión US	RSIU	\$ 23900
Renta Mensual Ultima Milla Latinoamérica	RUML	\$ 260
Renta Mensual Ultima Milla US (Variable)	RUMU	\$1200
Renta mensual espacio energía	REE	\$ 1200
Costo Operativo por monitoreo y mantenimiento por puerta	COM	\$100

Tabla 41 : Valores Unitarios de Gastos

El resumen de gastos es:

Gastos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Ctos. Internacionales	\$16,800,000	\$16,800,000	\$16,800,000	\$16,800,000	\$16,800,000
Espacio y Energía	\$57,600	\$57,600	\$57,600	\$57,600	\$57,600
Ctos. Locales Lat.	\$3,285,100	\$7,262,216	\$7,732,140	\$8,426,444	\$9,353,240
Ctos. Locales US.	\$7,350,000	\$16,248,000	\$17,297,520	\$18,848,400	\$20,919,840
Costo Operativo	\$1,263,500	\$3,405,660	\$3,617,400	\$3,935,940	\$4,361,900
Circuito Interconexión	\$286,800	\$286,800	\$286,800	\$286,800	\$286,800
Total	\$29,043,000	\$44,060,276	\$45,791,460	\$48,355,184	\$51,779,380

Tabla 42 : Resumen de Gastos

3.5. Inversiones

Las inversiones consideradas son:

- Instalación de los cuatro circuitos internacionales con capacidad de transporte de un STM-1
- Instalación del puerto STM-1 de interconexión con la red ATM de US
- La plataforma de administración de la red
- La red de administración
- Instalación de los circuitos y puertos de los circuitos locales de últimas millas en Latinoamérica
- Instalación de los circuitos y puertos de los circuitos locales de últimas millas en US
- Instalación de los conmutadores ATM en cada país, incluyendo aditamentos.
- Compra inicial de los conmutadores ATM, que consiste en los chasis, tarjetas procesadoras y tarjetas troncales de los primeros conmutadores ATM.
- Compra de conmutadores ATM adicionales, puertas de acceso y de tarjetas troncales necesarios para expansión y atención de clientes.

Los valores unitarios usados para el cálculo de las inversiones son:

Instalación de un Circuito STM-1 Internacional	\$ 3500000
Instalación del Puerto STM-1 de Interconexión US	\$ 50000
Plataforma de Administración	\$ 500000
Red de Administración	\$ 100000
Instalación Puerto y Circuito Latinoamérica	\$ 1300
Instalación Puerto y Circuito US	\$1025
Instalación de un equipo	\$ 2000

Tabla 43 : Valores Unitarios de Inversiones

El resumen de las inversiones es:

Inversiones	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0
Equipos	\$2,710,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Instalación de Equipos	\$36,000	\$0	\$6,000	\$0	\$4,000
Instalación de Circuito de Interconexión	\$50,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Instalación de Circuito de Internacionales	\$14,000,000	\$0	\$0	\$0	\$0
Instalación de Circuitos Locales Latinoamérica	\$3,285,100	\$166,400	\$276,900	\$373,100	\$494,000
Instalación de Circuitos Locales US	\$1,255,625	\$63,550	\$105,575	\$142,475	\$188,600
Puertas	\$8,840,000	\$1,700,000	\$2,521,000	\$2,400,000	\$3,076,000
EMS	\$500,000				
Red Administración	\$100,000				
Total	\$30,776,725	\$1,929,950	\$2,909,475	\$2,915,575	\$3,762,600

Tabla 44 : Resumen de Inversiones

3.5.1. Equipamiento

El resumen de inversión por equipamiento es:

Costo Total	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Conmutador de Acceso	\$870,000	\$8,160,000	\$1,700,000	\$2,385,000	\$2,400,000	\$2,940,000
Conmutador de Núcleo	\$1,840,000	\$680,000	\$0	\$136,000	\$0	\$136,000
Total	\$2,710,000	\$8,840,000	\$1,700,000	\$2,521,000	\$2,400,000	\$3,076,000

Tabla 45 : Resumen de Inversión por Equipamiento

3.5.1.1. Estimación de Puertas por País

Teniendo en cuenta la demanda de tráfico en circuitos de 64 Kbps de la tabla 31 y el número de puertas de la tabla 36, podemos obtener la cantidad de puertas por país y su crecimiento en el tiempo, lo que va a permitir determinar el equipamiento necesario.

Puertas	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
País A	926	973	1051	1157	1296
País B	537	564	610	671	752
País C	1064	1118	1208	1329	1489
Acumulados	2527	2655	2869	3157	3537
Nuevos	2527	128	214	288	380

Tabla 46 : Distribución de Puertas por País

3.5.1.2. Capa de Acceso

Los equipos de acceso disponibles en el mercado pueden atender en promedio hasta 200 clientes por chasis usando tarjetas de alta densidad de 10 puertos de acceso.

De acuerdo con la demanda de puertos de la tabla 45, podemos estimar un equipamiento inicial en la capa de acceso, el cual no incluye tarjetas de puertos de acceso de clientes.

Equipamiento	País A	País B	País C	Total
Chasis	2	2	2	6
Tarjeta Procesadora	4	4	4	12
Tarjeta de Temporización	4	4	4	12
Fuente de Poder	4	4	4	12
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	2	2	2	6
Tarjeta Acceso Clientes Nuevos	0	0	0	0

Tabla 47 : Equipamiento Inicial Capa de Acceso

Además, se puede estimar la cantidad de tarjetas de acceso y el número de chasis que necesitamos para cubrir la demanda proyectada por país.

País A	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	2	3	0	1	0	1
Tarjeta Procesadora	4	10	10	12	12	14
Tarjeta de Temporización	4	10	10	12	12	14
Fuente de Poder	4	10	10	12	12	14
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	2	5	5	6	6	7
Tarjeta Acceso Clientes Nuevos	0	47	2	4	5	7
Chasis Acumulado	2	5	5	6	6	7
Tarj. Acceso Clientes acumulado	0	47	49	53	58	65

Tabla 48 : Equipamiento de Acceso País A

País B	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	2	1	0	1	0	0
Tarjeta Procesadora	4	6	6	8	8	8
Tarjeta de Temporización	4	6	6	8	8	8
Fuente de Poder	4	6	6	8	8	8
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	2	3	3	4	4	4
Tarjeta Acceso Clientes Nuevos	0	27	2	2	3	4
Chasis Acumulado	2	3	3	4	4	4
Tarj. Acceso Clientes acumulado	0	27	29	31	34	38

Tabla 49 : Equipamiento de Acceso País B

País C	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	2	4	0	1	0	1
Tarjeta Procesadora	4	12	12	14	14	16
Tarjeta de Temporización	4	12	12	14	14	16
Fuente de Poder	4	12	12	14	14	16
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	2	6	6	7	7	8
Tarjeta Acceso Clientes Nuevos	0	54	2	5	6	8
Chasis Acumulado	2	6	6	7	7	8
Tarjetas Acceso Clientes Acumuladas	0	54	56	61	67	75

Tabla 50 : Equipamiento de Acceso País C

El equipamiento total de la capa de acceso de la red ATM y su proyección en el tiempo es:

Total Países	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	6	8	0	3	0	2
Tarjeta Procesadora	12	28	28	34	34	38
Tarjeta de Temporización	12	28	28	34	34	38
Fuente de Poder	12	28	28	34	34	38
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	6	14	14	17	17	19
Tarjeta Acceso Clientes Nuevos	0	128	6	11	14	19

Tabla 51 : Equipamiento de Acceso Total

Los precios de los equipos de acceso y los descuento por volumen ofrecidos son:

Equipos de Acceso	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	\$45,000	\$45,000	\$45,000	\$45,000	\$45,000	\$45,000
Tarjeta Procesadora	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000
Tarjeta de Temporización	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500
Fuente de Poder	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000
Tarjeta 1 OC-3 APS 1+1	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000
Tarj. Acceso Clientes Nuevos	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
Descuento Volumen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Tabla 52: Precio de Equipamiento de Acceso

La inversión para la compra de los equipos de acceso es:

Equipos de Acceso	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	\$270,000	\$360,000	\$0	\$135,000	\$0	\$90,000
Tarjeta Proces.	\$300,000	\$700,000	\$700,000	\$850,000	\$850,000	\$950,000
T. Temporiz.	\$90,000	\$210,000	\$210,000	\$255,000	\$255,000	\$285,000
Fuente de Poder	\$60,000	\$140,000	\$140,000	\$170,000	\$170,000	\$190,000
T. OC3 APS 1+1	\$150,000	\$350,000	\$350,000	\$425,000	\$425,000	\$475,000
Tarj. Acceso Cliente Nuevos	\$0	\$6,400,000	\$300,000	\$550,000	\$700,000	\$950,000
TOTAL	\$870,000	\$8,160,000	\$1,700,000	\$2,385,000	\$2,400,000	\$2,940,000

Tabla 53 : Inversión en Equipamiento de Acceso

3.5.1.3.Capa de Núcleo

Los equipos de núcleo pueden soportar hasta 10 equipos de acceso a través de puertos OC-3 APS.

De acuerdo con el crecimiento de equipos de acceso, el equipamiento de la capa de núcleo por país es:

País A	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	1	0	0	0	0	0
Tarjeta Procesadora	2	0	0	0	0	0
Tarjeta de Temporización	2	0	0	0	0	0
Fuente de Poder	2	0	0	0	0	0
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1	4	4	0	0	0	2
Chasis Acumulado	1	1	1	1	1	1
Tarjetas 2 OC-3 APS 1+1 Acumuladas	4	8	8	8	8	10

Tabla 54 : Equipamiento de Núcleo País A

País B	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	1	0	0	0	0	0
Tarjeta Procesadora	2	0	0	0	0	0
Tarjeta de Temporización	2	0	0	0	0	0
Fuente de Poder	2	0	0	0	0	0
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1	4	2	0	0	0	0
Chasis Acumulado	1	1	1	1	1	1
Tarjetas 2 OC-3 APS 1+1 Acumuladas	4	6	6	6	6	6

Tabla 55 : Equipamiento de Núcleo País B

País C	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	1	0	0	0	0	0
Tarjeta Procesadora	2	0	0	0	0	0
Tarjeta de Temporización	2	0	0	0	0	0
Fuente de Poder	2	0	0	0	0	0
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1	4	4	0	2	0	0
Chasis Acumulado	1	1	1	1	1	1
Tarjetas 2 OC-3 APS 1+1 Acumuladas	4	8	8	10	10	10

Tabla 56 : Equipamiento de Núcleo País C

País US	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	1	0	0	0	0	0
Tarjeta Procesadora	2	0	0	0	0	0
Tarjeta de Temporización	2	0	0	0	0	0
Fuente de Poder	2	0	0	0	0	0
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1	3	0	0	0	0	0
Chasis Acumulado	1	1	1	1	1	1
Tarjetas 2 OC-3 APS 1+1 Acumuladas	3	3	3	3	3	3

Tabla 57: Equipamiento de Núcleo País US

País US	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	4	0	0	0	0	0
Tarjeta Procesadora	8	0	0	0	0	0
Tarjeta de Temporización	8	0	0	0	0	0
Chasis Acumulado	8	0	0	0	0	0
Tarjetas 2 OC-3 APS 1+1 Acumuladas	15	10	0	2	0	2

Tabla 58 : Equipamiento Total Capa de Núcleo

Los precios de los equipos de núcleo y los descuento por volumen ofrecidos son:

Total Países	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
Tarjeta Procesadora	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000
Tarjeta de Temporización	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000
Chasis Acumulado	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1 Acumulado	\$68,000	\$68,000	\$68,000	\$68,000	\$68,000	\$68,000
Descuento Volumen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Tabla 59 : Precio de Equipamiento de Núcleo

La inversión para la compra de los equipos de núcleo es:

Equipos de Acceso	Inicio	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Chasis	\$400,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Tarjeta Procesadora	\$240,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Tarjeta de Temporización	\$120,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Chasis Acumulado	\$60,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Tarjeta 2 OC-3 APS 1+1 Acumulado	\$1,020,000	\$680,000	\$0	\$136,000	\$0	\$136,000
TOTAL	\$1,840,000	\$680,000	\$0	\$136,000	\$0	\$136,000

Tabla 60 : Inversión en Equipamiento de Núcleo

CONCLUSIONES

ATM es una tecnología unificadora que soporta un rango completo de aplicaciones en una infraestructura de red común, y como resultado, provee servicios que brindan oportunidades a las empresas de cambiar la manera en que hacen negocios y seleccionar una solución integral como tecnología base de sus redes.

ATM expande significativamente las capacidades de tecnologías anteriores. Tiene la capacidad de transportar varios tipos de tráfico, incluyendo tráfico de datos en ráfaga, voz y video; a velocidades mucho mayores a las disponibles en las redes actualmente existentes. ATM como otras tecnologías existentes, puede ser implementada como una red compartida, mientras opera dentro del concepto de conexiones privadas entre las locaciones de los clientes. La arquitectura de red ATM compartida da cabida a la consolidación de diferentes tipos de redes y ha permitido que afloren nuevas aplicaciones complejas y de gran consumo de ancho de banda; permitiendo crecer a las redes de manera evolucionaría, en vez de que lo hagan revolucionariamente.

La tecnología ATM permite múltiples opciones de acceso a diferentes velocidades. Opciones físicas incluyen acceso desde los 2Mbps hasta velocidades de 155Mbps y un amplio rango de tipos de medio pueden ser adaptados al ATM incluyendo cable coaxial, par de cobre trenzado y fibra óptica.

ATM es un protocolo de transporte basado en estándares que combina la eficiencia de ancho de banda de la tecnología de paquetes y la performance esperada de la tecnología de circuitos. Esto hace posible el uso de clases específicas de calidad de servicio para cada tipo de tráfico.

El ATM es una tecnología que es escalable desde Megabits hasta Gigabits y se espera que tenga un ciclo de vida adecuado para soportar las redes más allá del futuro predecible. Contribuye al objetivo de desarrollar una infraestructura de red única y uniforme. Permite la integración de redes separadas en una plataforma única, mejorando la relación precio / performance. Como una plataforma multimedia, ATM provee oportunidades para nuevas aplicaciones y nuevas maneras de hacer negocios.

El ATM permite un manejo robusto del tráfico en caso de congestión con lo que los proveedores pueden ofrecer una gran variedad de servicios y reducir costos, beneficiando en gran manera a los clientes.

Para realizar un diseño eficiente de redes ATM, se debe partir de requerimientos puntuales como el de las características que deben tener los servicios y estimaciones optimistas de demanda de tráfico, a fin de evitar correr el peligro de que la red diseñada no sea escalable ni rentable en el tiempo y, además, no pueda proveer servicios con las suficientes características para hacerlos competitivos en el mercado.

Actualmente la tecnología ATM se encuentra lo suficiente madura para ser implementada como plataforma de las redes de telecomunicaciones, ofreciendo servicios de gran calidad y alta performance, economía de escala y capacidad de crecimiento para soportar las proyecciones de tráfico más optimistas.

ANEXO A

ACRÓNIMOS

AAL	Capa de Adaptación ATM
ABR	Tasa de Bit Disponible
ABT	Transferencia de Bloque ATM
AC	Corriente Alterna
ADM	Mapeo directo sobre ATM
AFI	Identificador de Formato y Autoridad
ANSI	American National Standard Institute
APS	Conmutación de Protección Automática
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono
AvCR	Tasa de Celdas Promedio
BPS	Tasa de Bit por Segundo
BW	Ancho de Banda
B-ICI	Interfase de Banda Ancha Inter - Portadores
CAD	Diseño Asistido por Computadora
CAC	Control de Admisión de Conexión
CAM	Manufactura Asistida por Computadora
CBR	Tasa de Bit Constante
CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CCS	Señalización de Canal Común
CDV	Variación de Retardo de Celdas
CDVT	Tolerancia de Variación de Retardo de Celdas
CER	Tasa de Celdas Erradas
CLP	Prioridad de Pérdida de Celda
CLR	Tasa de Pérdidas de Celdas
CPS	Tasa de Celdas por Segundo
CT	Transferencia Controlada
CTD	Retardo de Transferencia de Celdas
DBR	Tasa de Bit Determinística
DC	Corriente Continua
DCC	Código de Datos de País
DDF	Panel de Distribución Digital
DFI	Identificador de Formato de Dominio
DSP	Parte Específica de Dominio
DWDM	Multiplexación por Longitud de Onda Densa
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
ESF	Super Trama Extendida
ESI	Identificador de Sistema Final
EPD	Descarte de Paquetes Temprano
FTP	Protocolo de Transferencia de Archivo
GCRA	Algoritmo Genérico de Caudal de Celdas
GFC	Control de Flujo Genérico
GFR	Tasa de Trama Garantizada
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HDLC	Control de Enlace de Datos de Alto Nivel
HEC	Verificación de Error de Cabecera

ICD	Designador de Código Internacional
ICP	Protocolo de Control del IMA
IDI	Identificador de Inicio de Dominio
IDP	Parte de Inicio de Dominio
IEEE	Institute of Electric and Electronic Engineers
ILMI	Interfase de Administración Local Interina
IMA	Multiplexación inversa para ATM
IP	Protocolo de Internet
IR	Alcance Intermedio
ITU	International Telecommunications Union
LAN	Red de Área Local
LR	Largo Alcance
MBS	Tamaño de Ráfaga Máxima
MCR	Tasa de Celdas Media
MCTD	Retardo Máximo de Transferencia de Celdas
MLCR	Máxima Tasa de Celdas Pérdidas
MMF	Fibra Óptica Multimodo
MTBF	Tiempo Promedio entre Fallas
MTTR	Tiempo Promedio de Reparación
NNI	Interfase de Nodo de Red
NOC	Centro de Operaciones de Red
NPC	Control de Parámetro de Red
NSAP	Punto de Acceso a Servicios de Red
OAM	Operación y Mantenimiento
OC	Portadora Óptica
ODF	Panel de Distribución Óptica
OSPF	Open Shortest-Path First Interior Gateway Protocol
PABI	Proveedor de Ancho de Banda Internacional
PCR	Tasa de Celdas Pico
PDH	Jerarquía Digital Plesincrona
PLCP	Protocolo de Convergencia de Nivel Físico
PNNI	Interfase de Nodo de Red Privada
POP	Punto de Presencia
PPD	Descarte Parcial de Paquetes
PVC	Circuito Virtual Permanente
QOS	Calidad de Servicio
SBR	Tasa de Bit Estadística
SCR	Tasa de Celdas Sostenida
SDH	Jerarquía Digital Síncrona
SDLC	Control de Enlace de Datos Síncrono
SEL	Selector
SMF	Fibra Óptica Monomodo
SNMP	Protocolo de Administración Simple de Red
STM	Modo de Transferencia Síncrono
SVC	Circuito Virtual Conmutado
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
TDM	Modulación por División en el Tiempo
TELNET	Protocolo de Login Remoto
UBR	Tasa de Bit no Especificada
UNI	Interfase Red - Usuario
UPC	Control de Parámetros de Usuario
VBR	Tasa de Bit Variable
VC	Canal Virtual
VCC	Conexión de Canal Virtual
VCI	Identificador de Canal Virtual
VP	Camino Virtual
VPC	Conexión de Camino Virtual

VPI
WAN

Identificador de Camino Virtual
Red de Área Extendida

BIBLIOGRAFÍA

- [1] The Applied Technologies Group ATG, “ATM Service”, 1997. En <http://www.techguide.com>
- [2] The Applied Technologies Group ATG, “Simplified ATM Access at the Customer Premises”, 1997. En <http://www.techguide.com>
- [3] The Applied Technologies Group ATG, “ATM Traffic Management”, 1997. En <http://www.techguide.com>
- [4] ORESIS Communications, “Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Market Overview”, 2001. En <http://www.oresis.com>
- [5] Quick Eagle Networks, “Inverse Multiplexing over ATM”, 2001. En <http://www.quickeagle.com>
- [6] Stephan Schultz, Wandel & Goltermann GmbH & Co, “ATM Pocket Guide”, 1999. En <http://wg.com>
- [7] Ryutaro Kawamura y Hiroshi Ohta, “Architecture for ATM Network Survivability and Their Field Deployment”, IEEE Communications Magazine, August 1999. En <http://www.comsoc.org>
- [8] Ryutaro Kawamura, “Architectures for ATM Network Survivability”, IEEE Communications Surveys, Fourth Quarter 1998, Vol. 1 No. 1. En <http://www.comsoc.org/pubs/surveys>
- [9] Cisco System, “Introduction to PNNI”, Part Number 78-13543-01 Rev. C0, January 2001, En <http://www.cisco.com>
- [10] Cisco System, “SONET Automatic Protection Switching (APS)”, 1999. En <http://www.cisco.com>
- [11] CRIHAM, “ATM Course Version 2.2”, Notas de Curso, March 1999. En <http://www.criham.com>
- [12] Ramon Fabregat, “Redes Digitales de Servicios Integrados”, Universidad de Girona – España, Notas de Curso, 1999.
- [13] Alfredo Rodríguez, “Redes de Telecomunicaciones”, Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Notas de Curso, 2001
- [14] The ATM Forum Technical Committee, “ATM User Network Interface Version 3.1”, af-uni-0010.002, 1994
- [15] The ATM Forum Technical Committee, “ATM User Network Interface (UNI) Signalling Specification Version 4.0”, af-sig-0061.000, 1996

- [16] The ATM Forum Technical Committee, "Private Network-Network Interface Specifications, Version 1.0", af-pnni-0055.000, 1996
- [17] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification Version 4.0", af-tm-0056.000, 1996
- [18] The ATM Forum Technical Committee, "Native ATM Services Semantic Description Version 1.0", af-saa-0048.000, 1996
- [19] The ATM Forum Technical Committee, "ATM Name System Specification Version 1.0", af-saa-0069.000, 1996
- [20] The ATM Forum Technical Committee, "Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Specification Version 1.1", af-phy-0086.001, 1999
- [21] The ATM Forum Technical Committee, "E1 Physical Interface Specification", af-phy-0064.000, 1996
- [22] The ATM Forum Technical Committee, "DS3 Physical Interface Specification", af-phy-0054.000, 1996
- [23] The ATM Forum Technical Committee, "E3 Public UNI", af-phy-0034.000, 1995
- [24] ITU-T Recommendation G.703, Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces, 1991.
- [25] ITU-T Recommendation G.704, Synchronous Frame Structures Used at Primary and Secondary Hierarch Levels, 1991.
- [26] ITU-T Recommendation G.811, Timing Requirements at the Outputs of Primary Reference Clocks Suitable for Plesiochronous Operation of International Digital Links, 1988.
- [27] ITU-T Recommendation G.812, Timing Requirements at the Outputs of Slave Clocks Suitable for Plesiochronous Operation of International Digital Links, 1988.