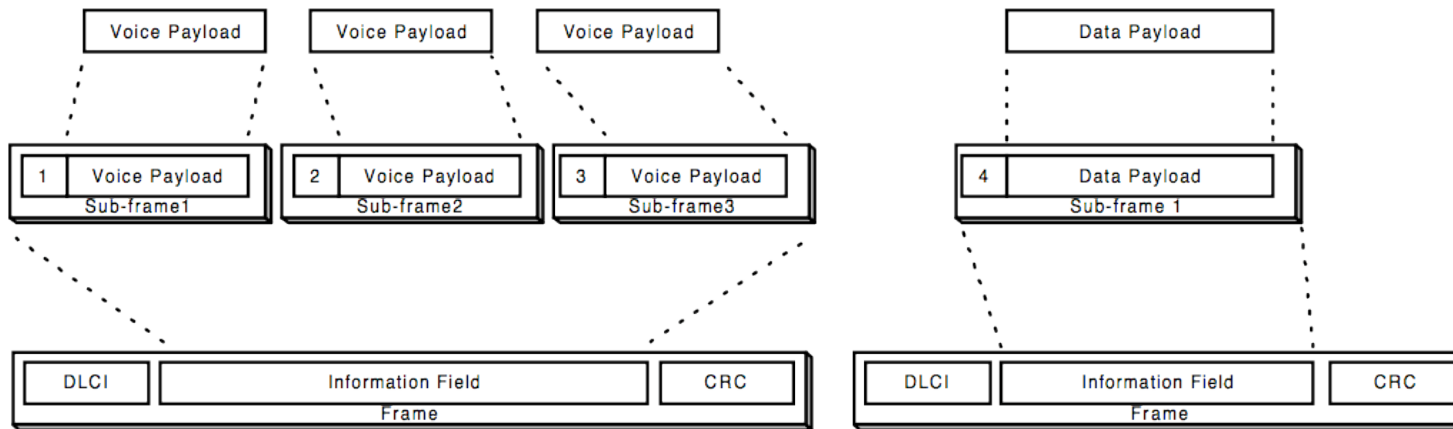


Tema 2 (2ª parte): Transporte de Voz

Hemos visto

- Codecs (G.711, G.723.1, G.726, G.728, G.729a)
- VoFR



- VoATM
 - CES (DBCES): AAL1
 - Trunking con AAL2

Contenido

- Repaso: PSTN TDM
- Introducción
- VoFR y VoATM
- **VoIP**
 - Arquitecturas H.323, SIP, MGCP...
 - QoS y gestión
- **Otras tecnologías para voz en MAN/WAN**
- **Bucle local ADSL**
- **Equipos**

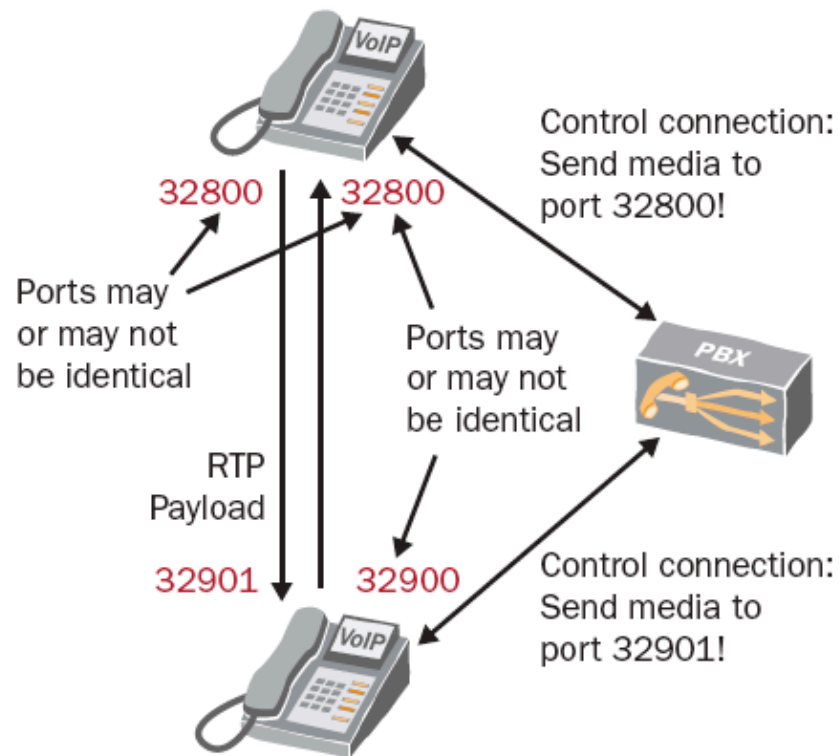


VoIP



Esquema básico de flujos

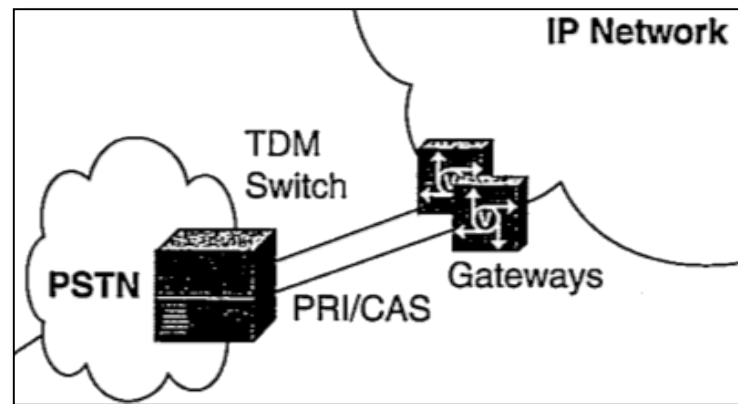
- Elemento central gestiona los flujos:
 - Voz, generalmente directa entre los peers
 - Señalización



Terminología

(Media) Gateway

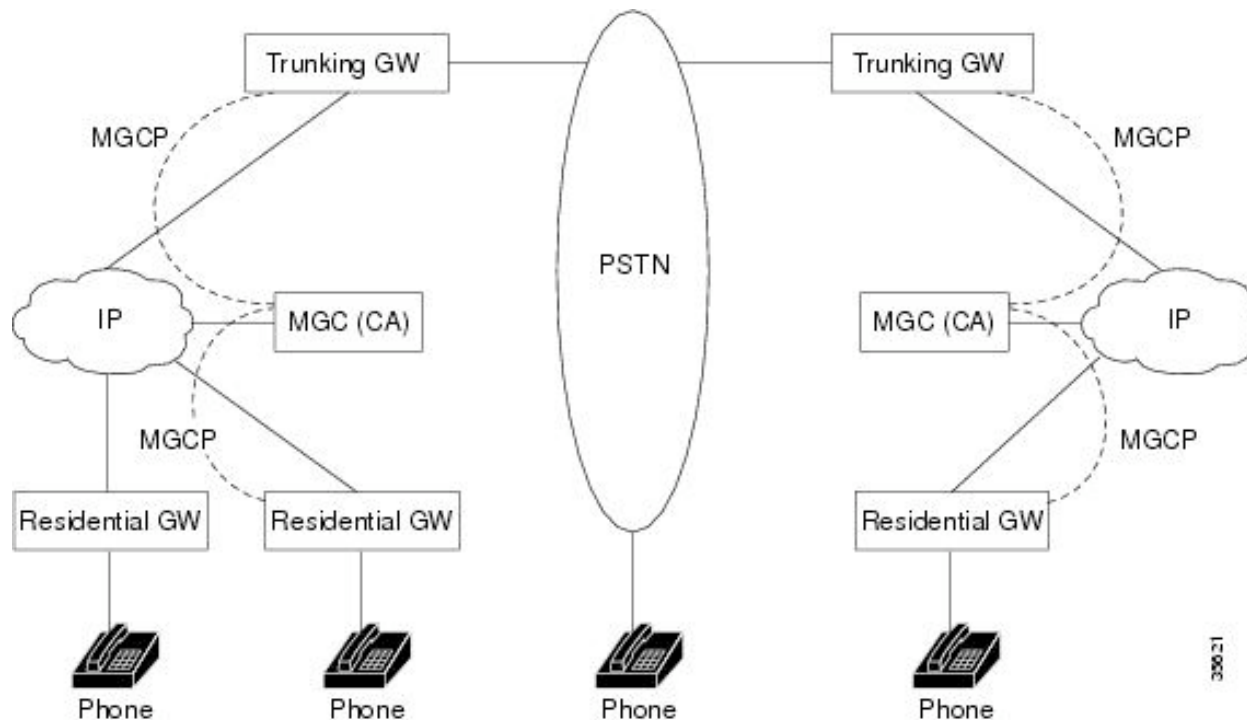
- En cualquiera: H.323, SIP, MGCP, Megaco
- Terminación de llamadas entre un medio y otro
- “Traduce” voz y también la señalización
- Generalmente entre la PSTN y la red de datos
- O puede ser entre dos partes de la red con diferentes requisitos
 - *Transcoding* (cambio de codificador)
 - Diferente señalización (entre SIP y H.323)



Terminología

(Media) Gateway

- Residential Gateway: Interfaz tradicional analógico (RJ11)
- Access Gateways, Business Gateways:
 - De usuario (ISDN o analógico) o PBX a IP
 - Termina señalización que pasa a un Media Gateway Controller (MGC)

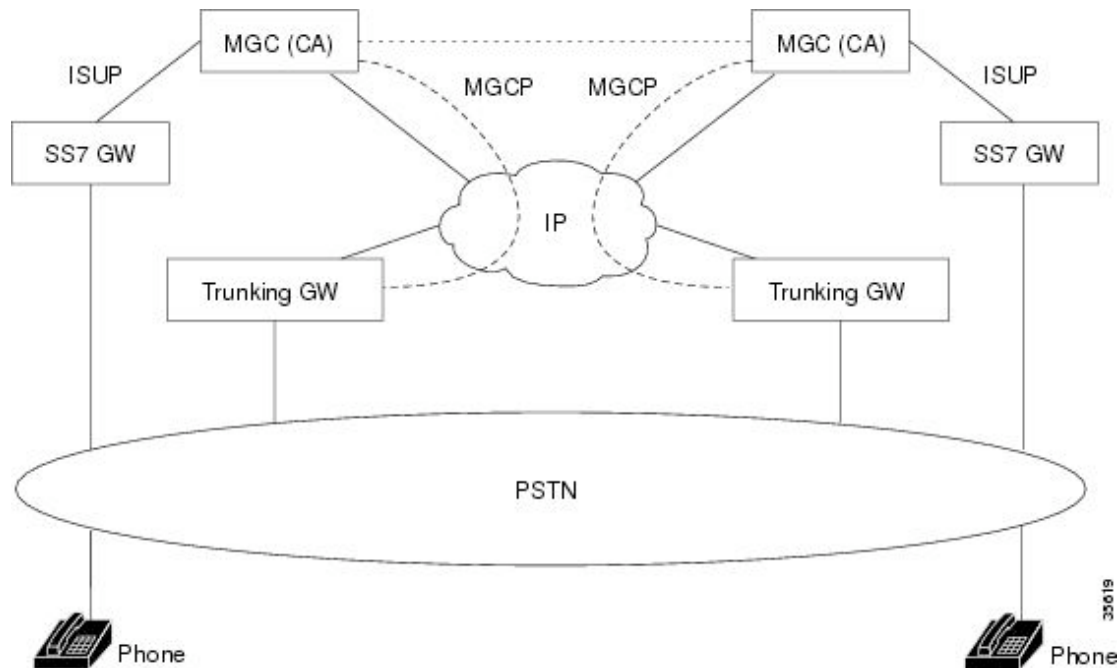


33021

Terminología

(Media) Gateway

- Trunking Gateways: de PSTN a IP, enlaces de trunk
- Voice over ATM gateways
- Network Access Servers: con modem
- Signaling Gateway
 - Termina señalización de la red de circuitos (Ej: SS7)
 - Transporta los mensajes al MGC



Terminología

Media (Gateway) Controller

- Controla Media Gateways para proveer llamadas extremo a extremo
- Registro de llamadas, autenticación, autorización, encaminamiento, facturación, gestión de recursos ...
- Traducción de direcciones (de nº telef., URL, e-mail, etc a dirección IP)
- Cada MGC controla una *zona*
- Media Gateway Controller en Megaco/H.248.1
- A.k.a. Call Agent en MGCP, a.k.a Gatekeeper en H.323
- Media Server, Telephony Server, Call Manager, Virtual Switch, Softswitch...

Gatekeeper

- H.323
- Implementa el plan de llamadas
- Mapea números de teléfono a direcciones IP

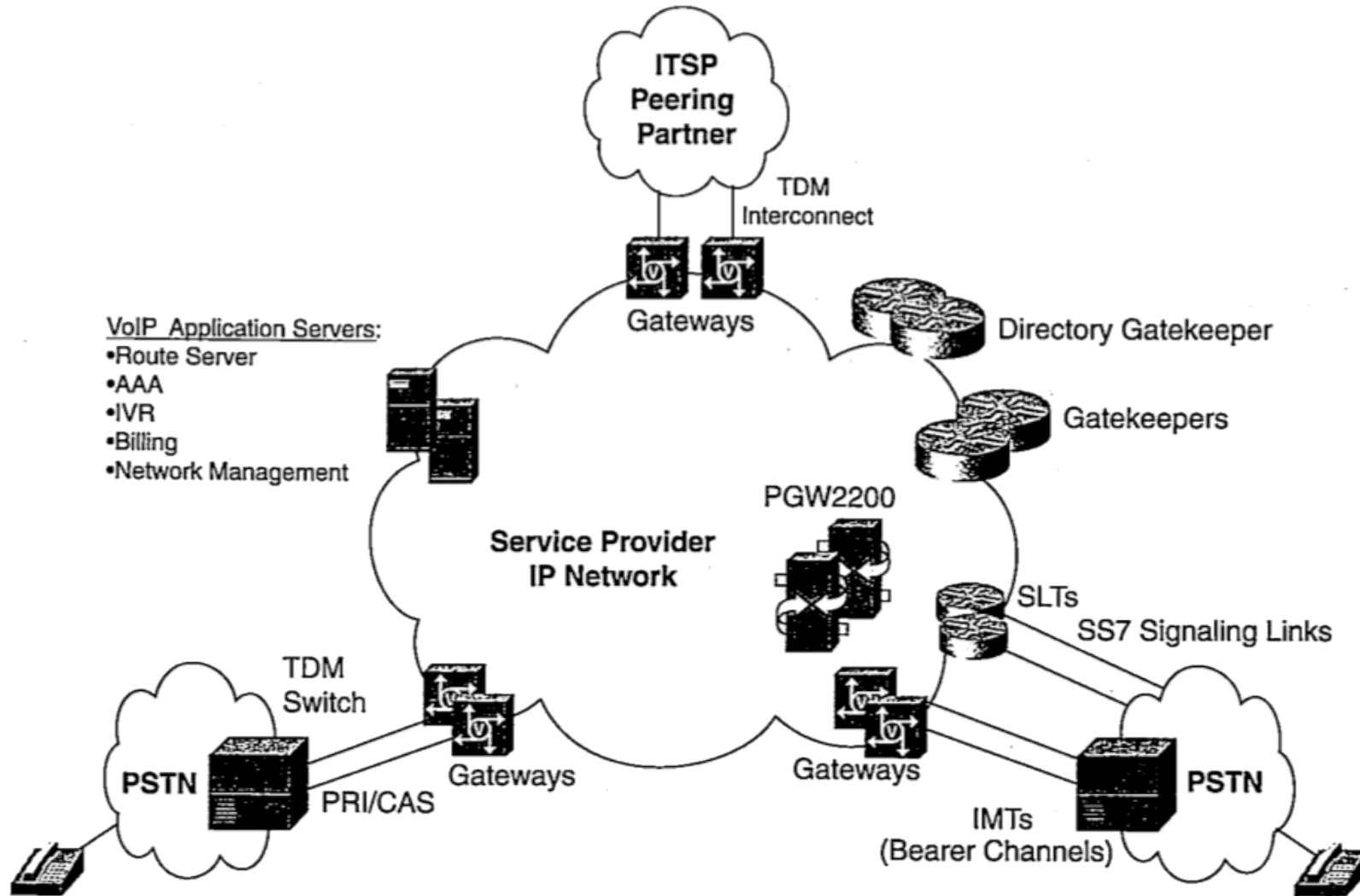
Multipoint Control Unit (MCU)

- Para llamadas/videoconf con más de 2 terminales/gateways participantes (a.k.a. bridge)

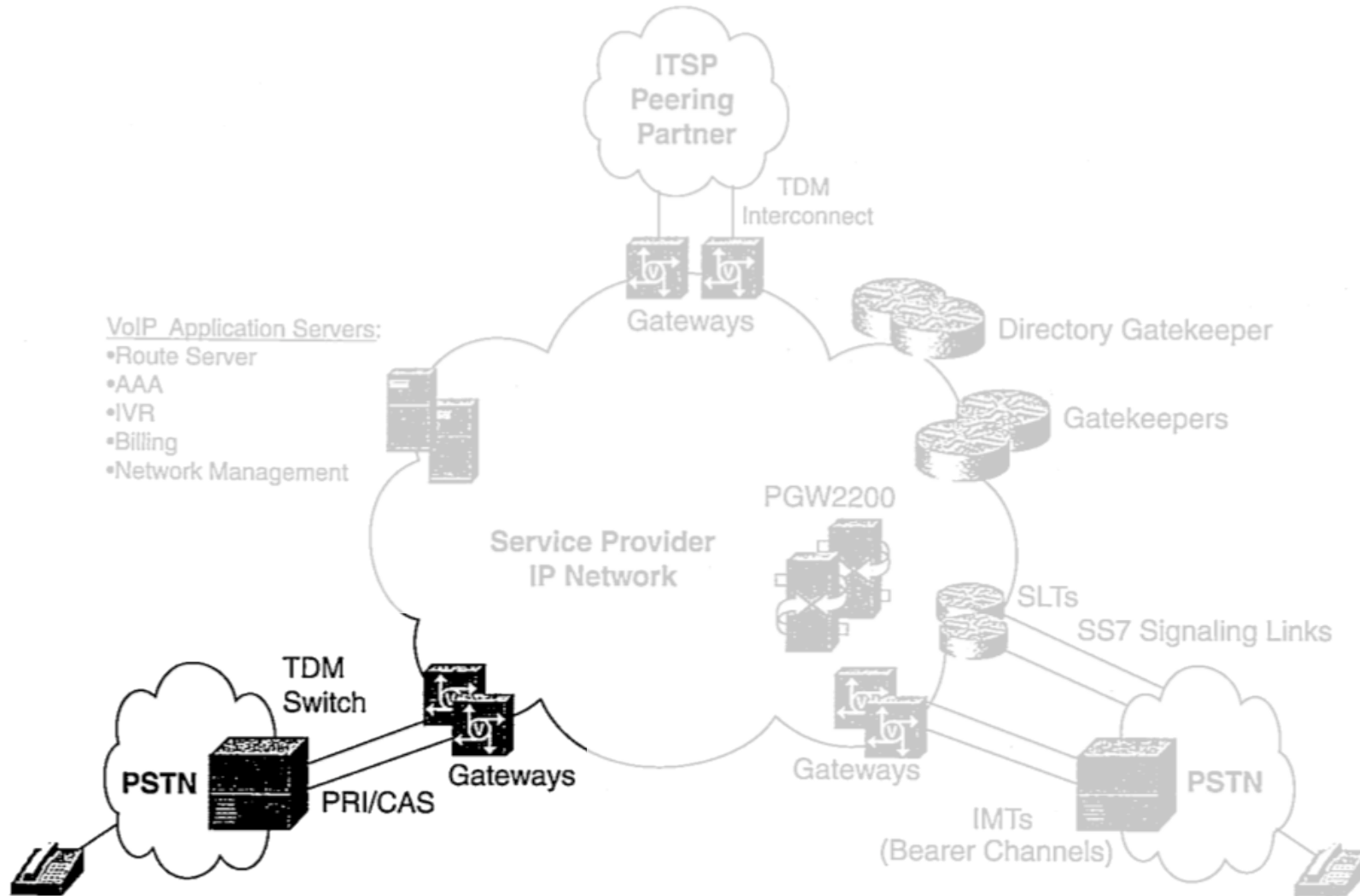
H.323

ITU-T H.323

- Arquitectura tradicional dominante en Telcos/ISPs

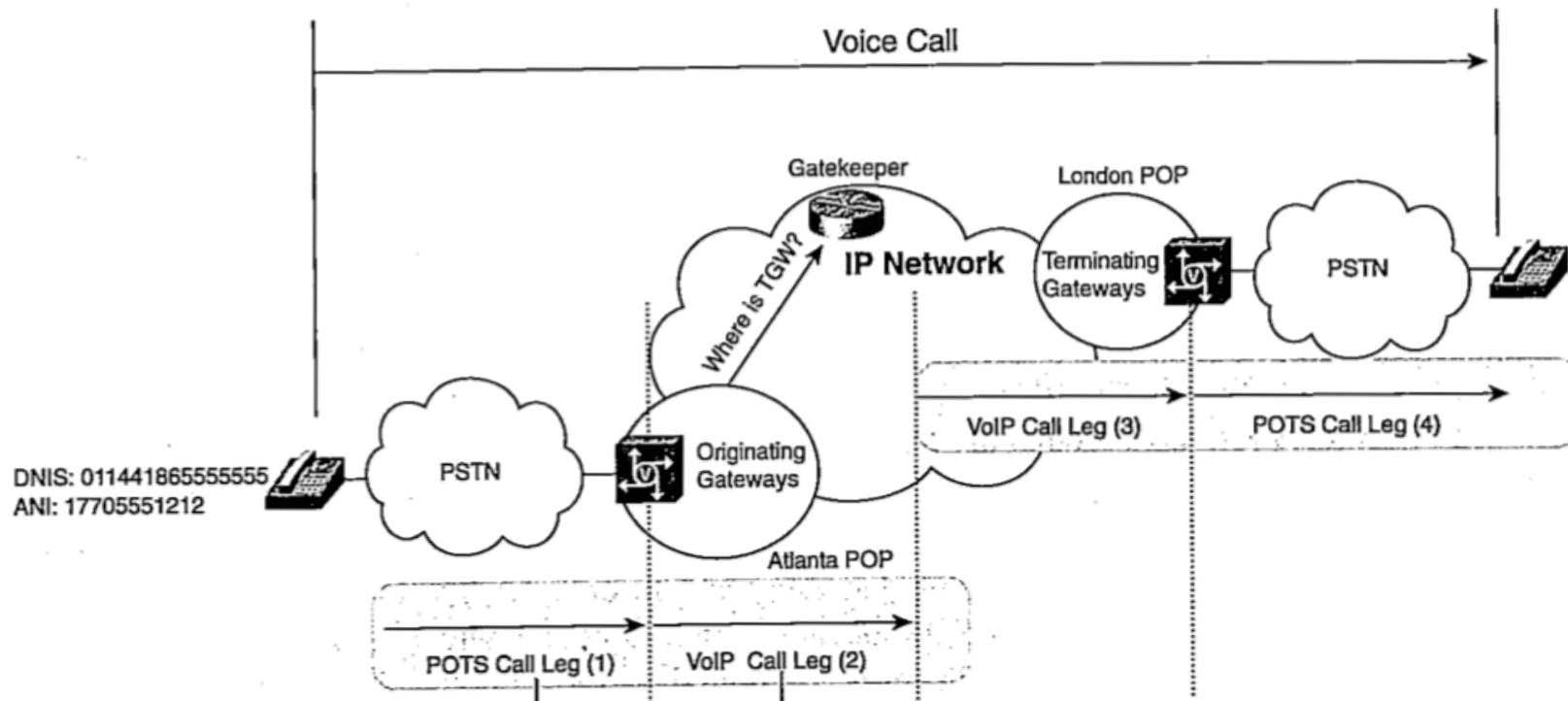


H.323 - Gateway

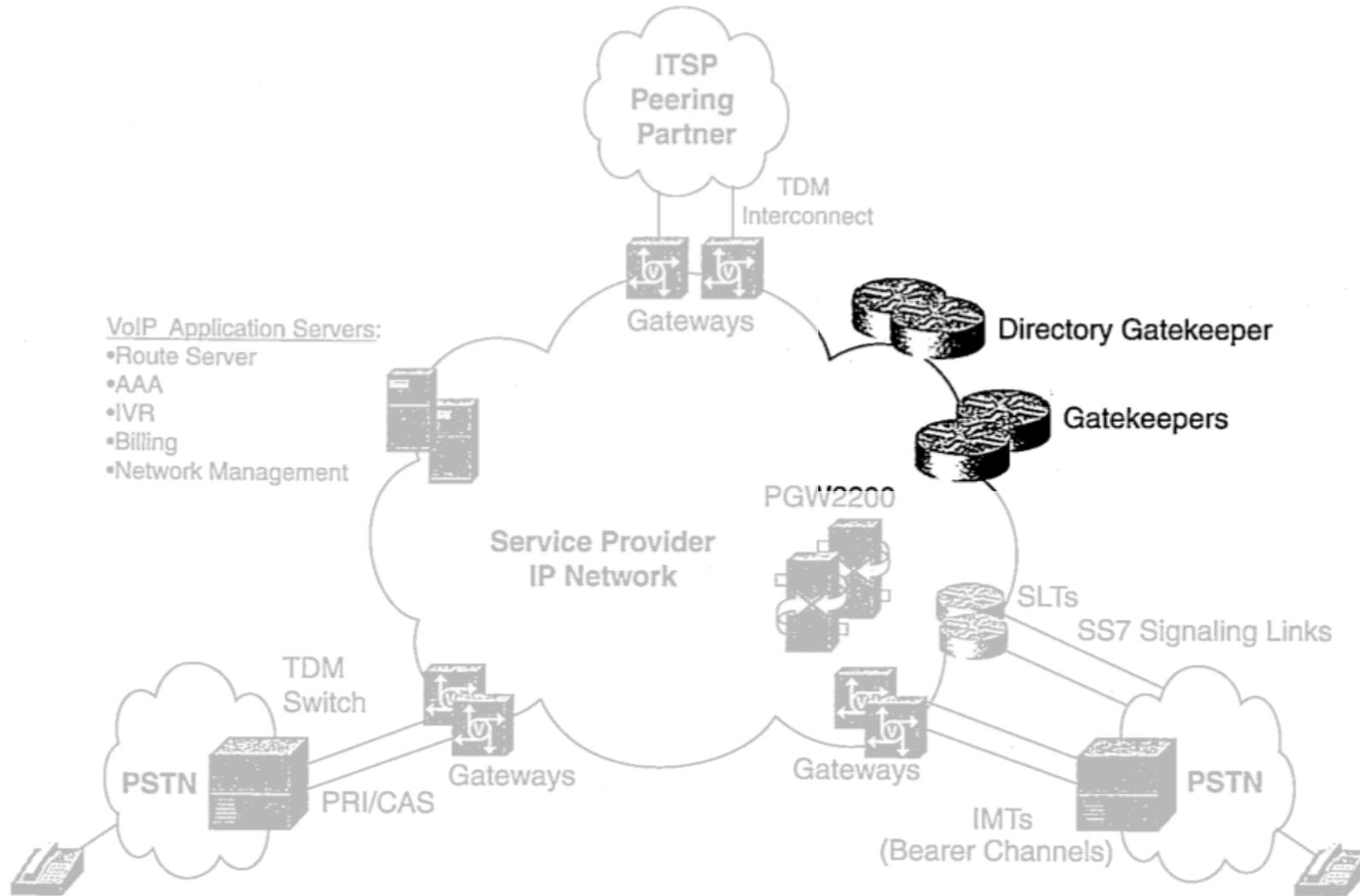


H.323 - Gateway

- Interconecta con otra red (normalmente la PSTN)
- Conversión de protocolos para establecimiento y liberación de llamadas
- Conversión de formato de datos
- En él especificar
 - Codec
 - Parámetros QoS
 - Voice activity detection
 - Silence suppression
 - Expansión o traducción de números

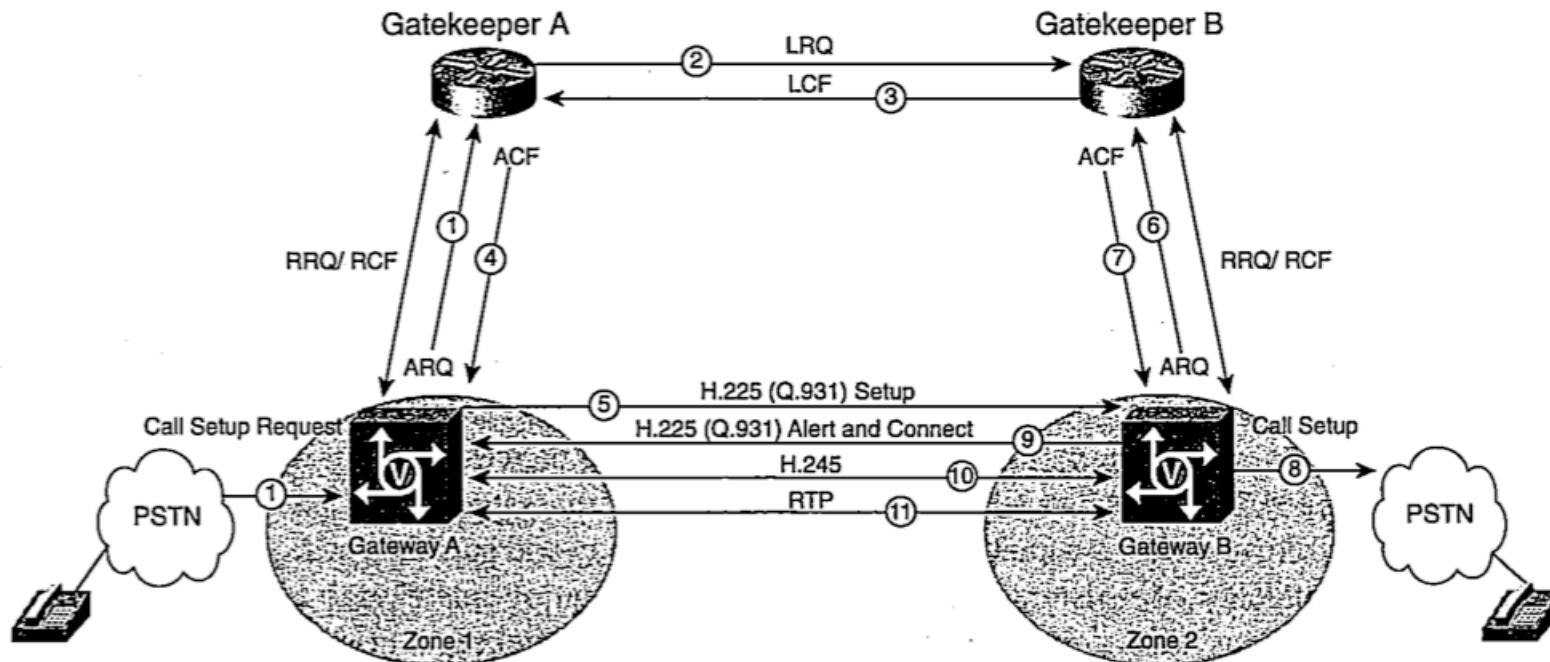


H.323 - Gatekeeper



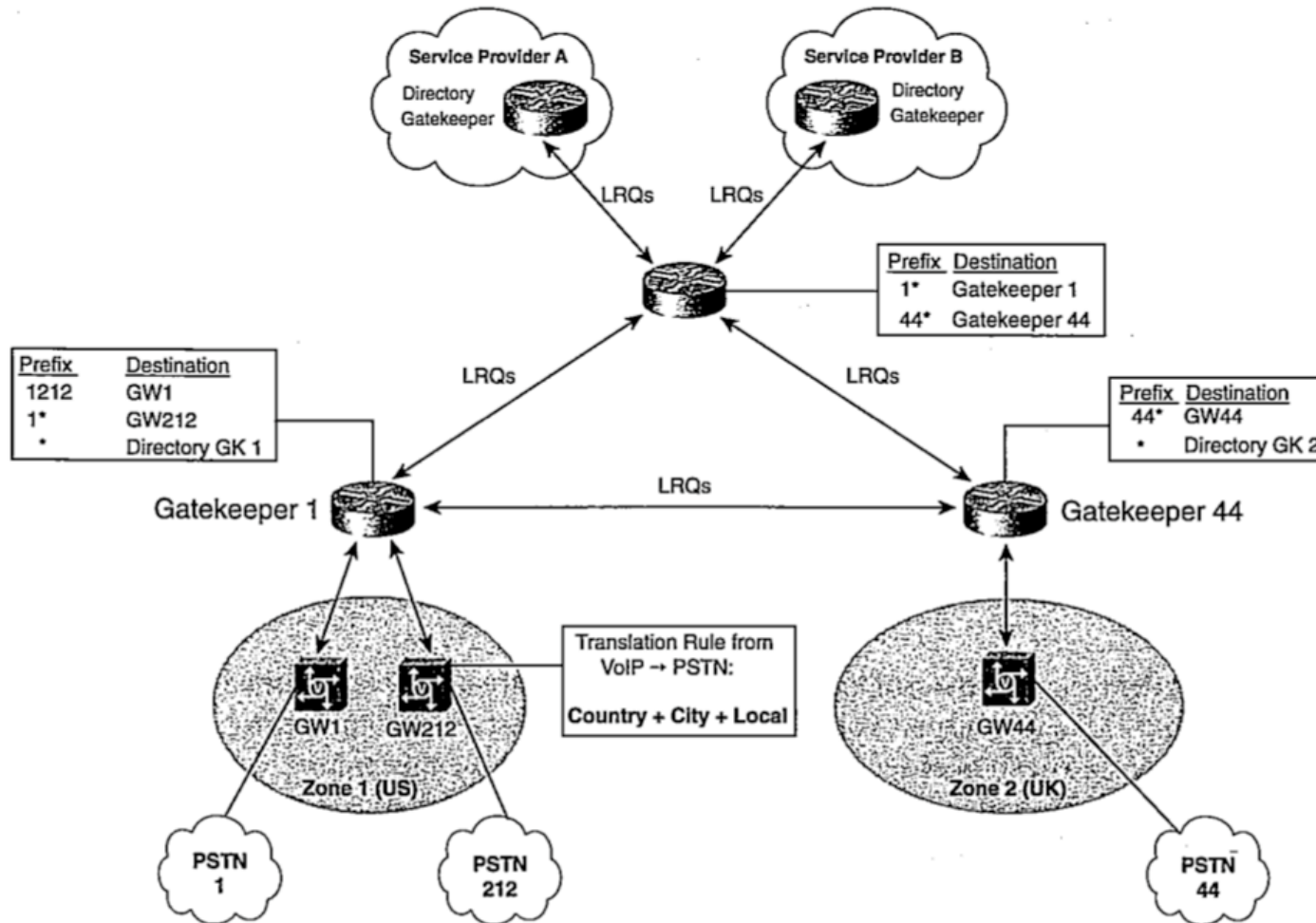
H.323 - Gatekeeper

- Call routing
- Decide a qué *gateway* (GW) dirigir qué llamadas
- Gestiona los GWs en su zona
- GWs se registran en un *gatekeeper*
- Normalmente localizado en un POP junto a los GWs
- Conoce los recursos (DS0, DSPs) libres en los GWs
- Para localizar al GW destino puede requerir colaboración de otros *gatekeepers*



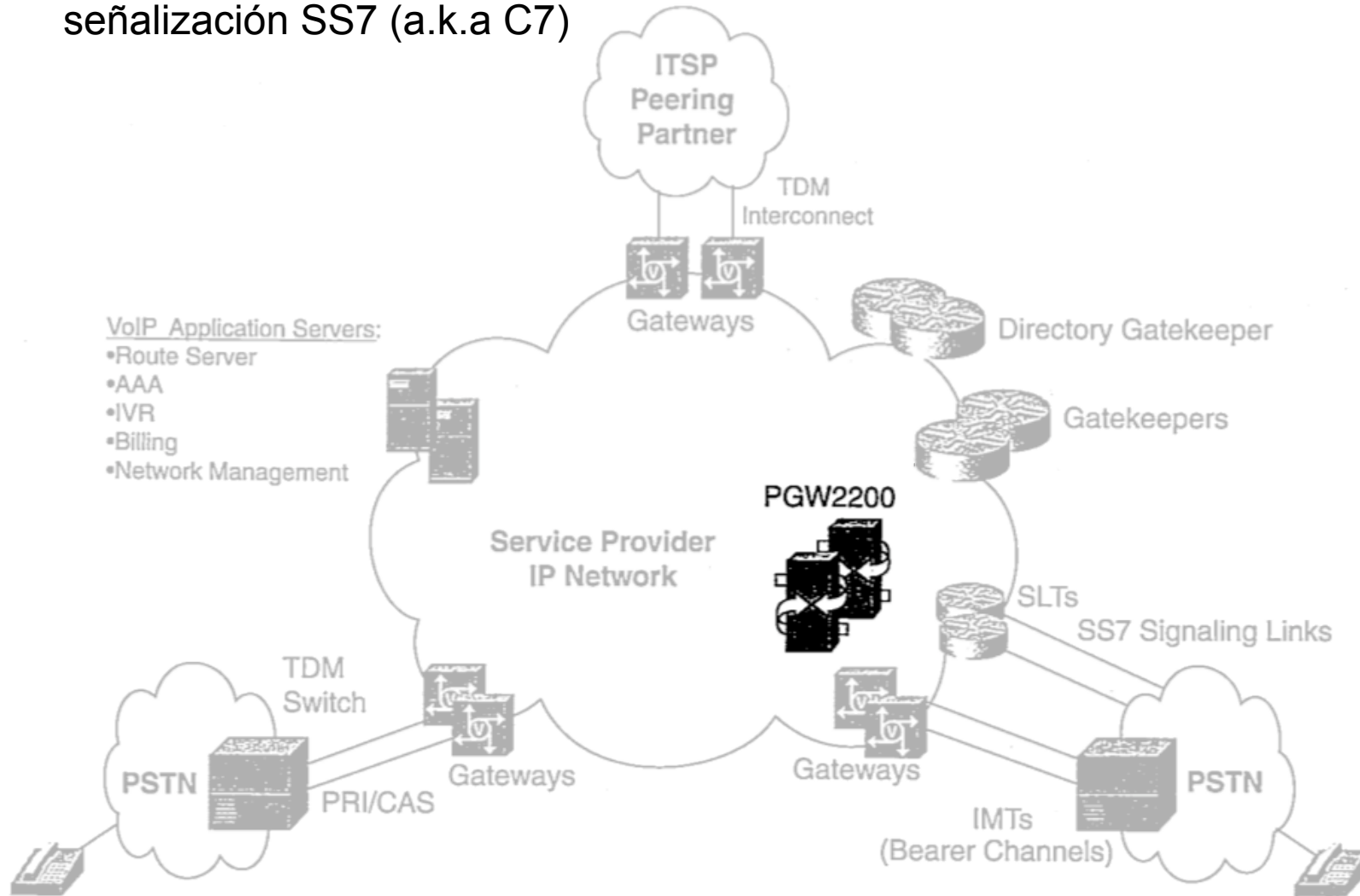
H.323 - Directory Gatekeeper

- Otro nivel en jerarquía de encaminamiento de llamadas
- Evita que cada gatekeeper deba conocer los prefijos que atienden los demás



H.323 - Señalización SS7

- Interconectarse con la PSTN puede requerir procesar señalización SS7 (a.k.a C7)
- Servidores procesan dicha señalización y controlan GWs



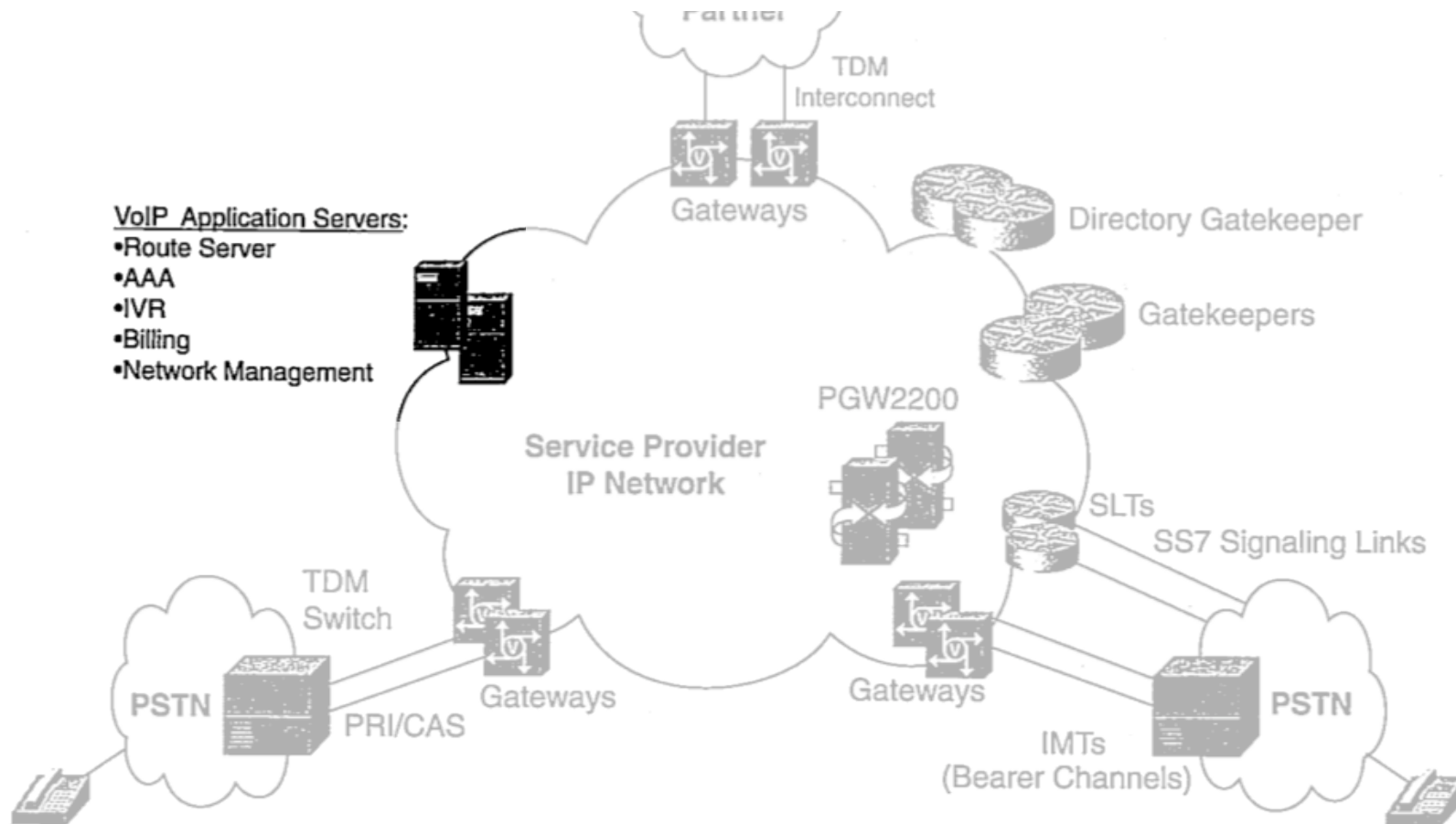
H.323 - Application Servers

Ejemplo: Facturación

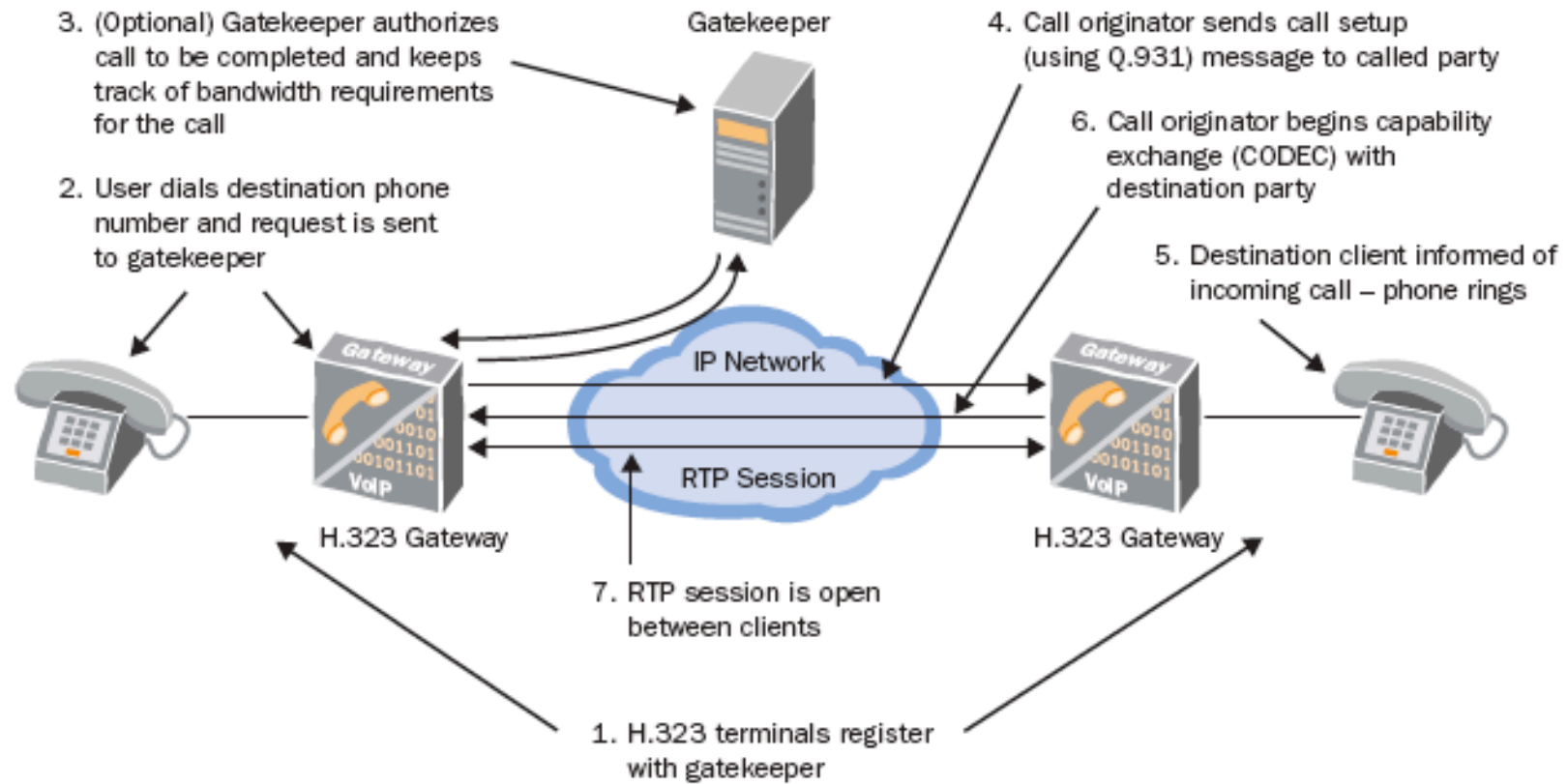
- CDRs (Call Detail Records) están en cada *gateway*
- Enviados a un servidor RADIUS

Ejemplo: Network Management

- Fault, configuration, accounting, performance, security management



H.323 - Funcionamiento



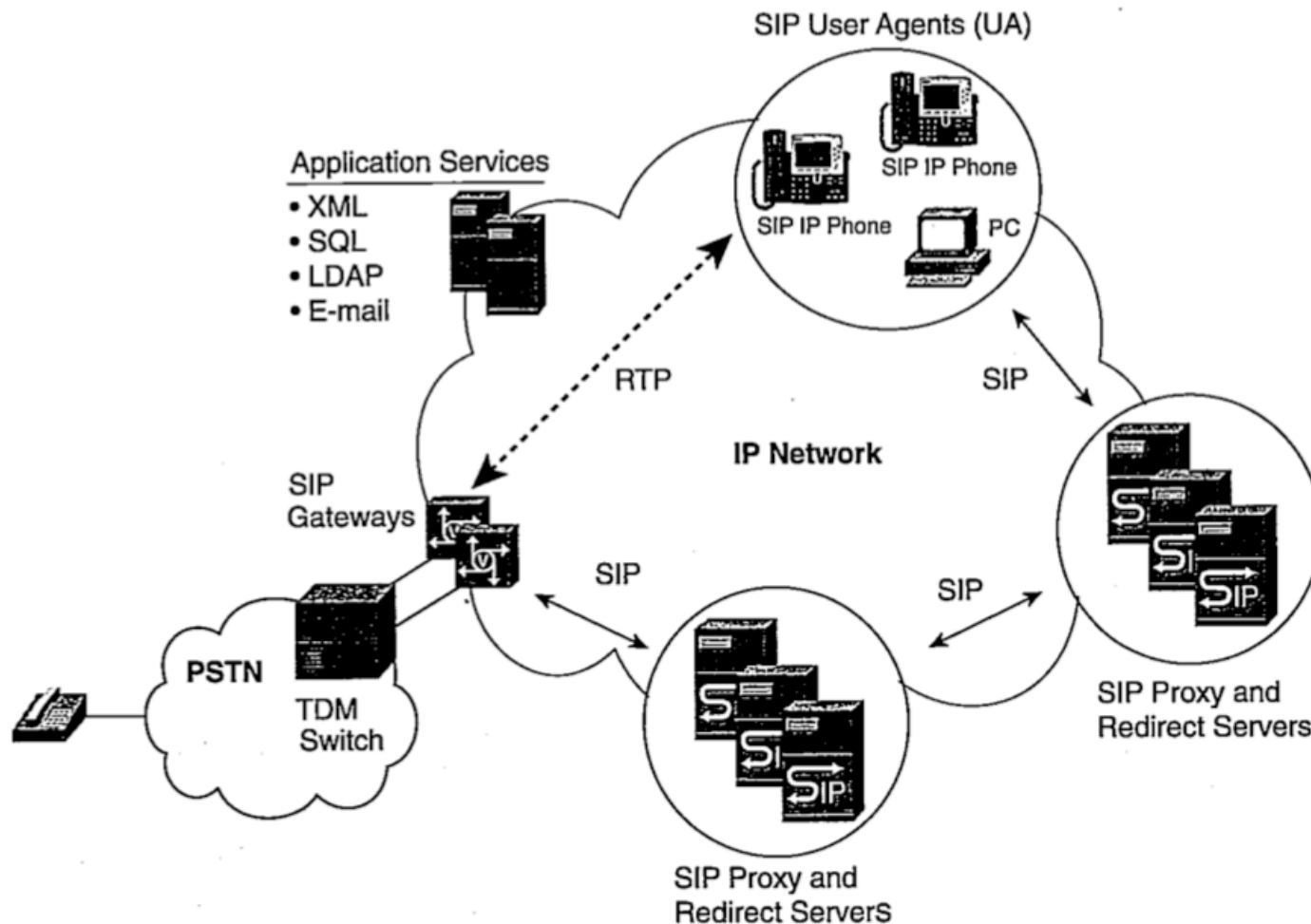


SIP



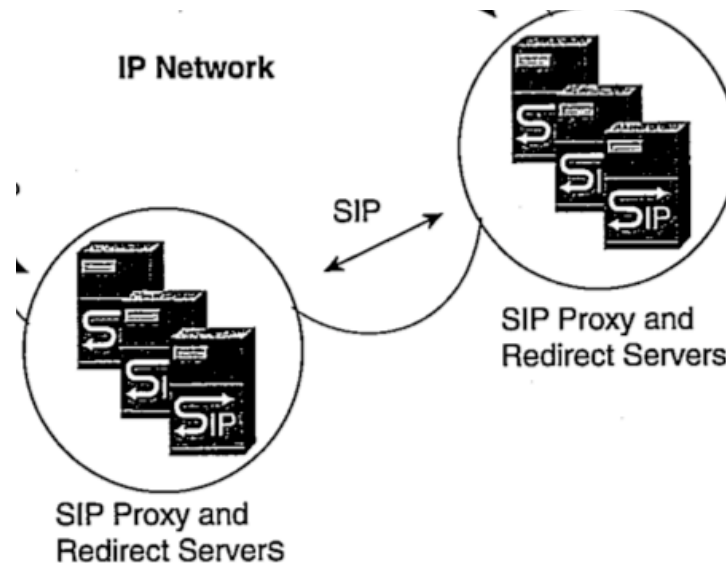
SIP

- Session Initiation Protocol (RFC 3261)
- User Agents (UAs): inician o terminan diálogos SIP
- Intermediarios (proxy server, redirect server)

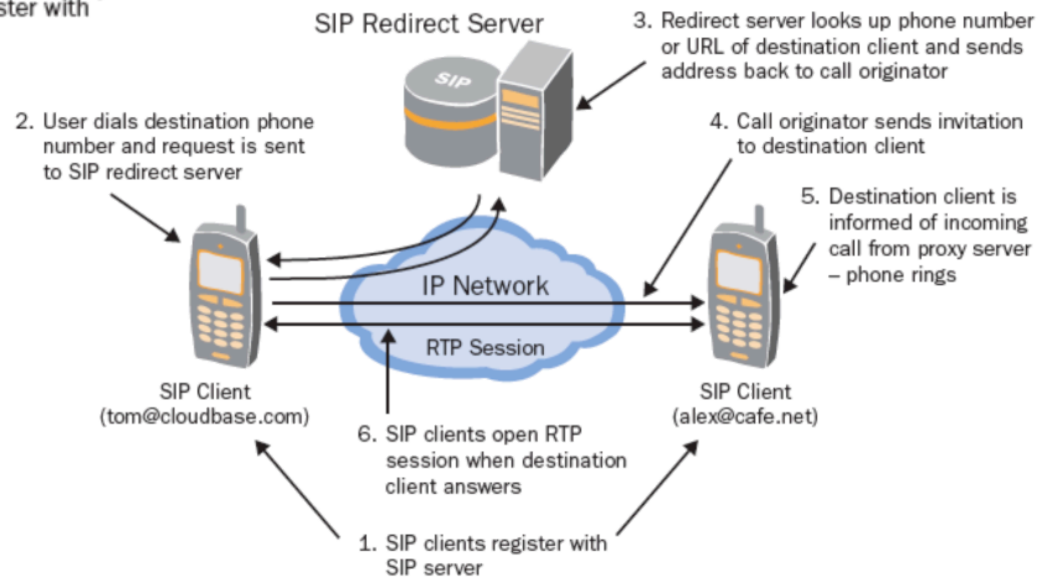
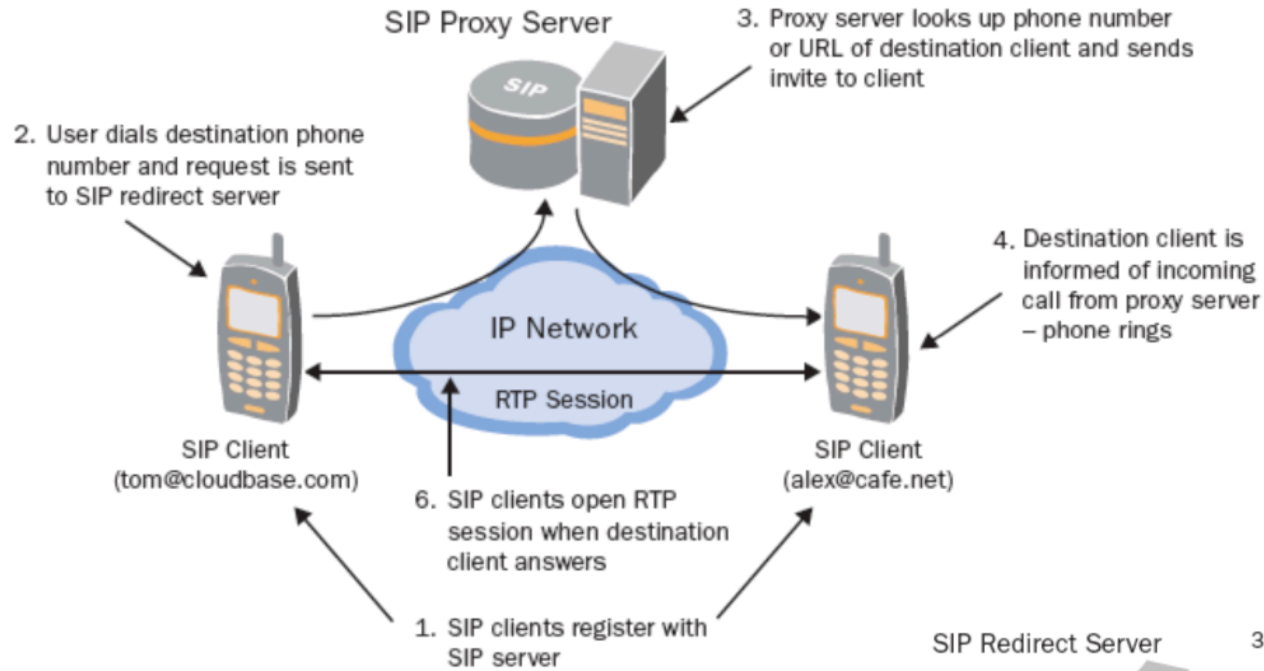


SIP - Servidores

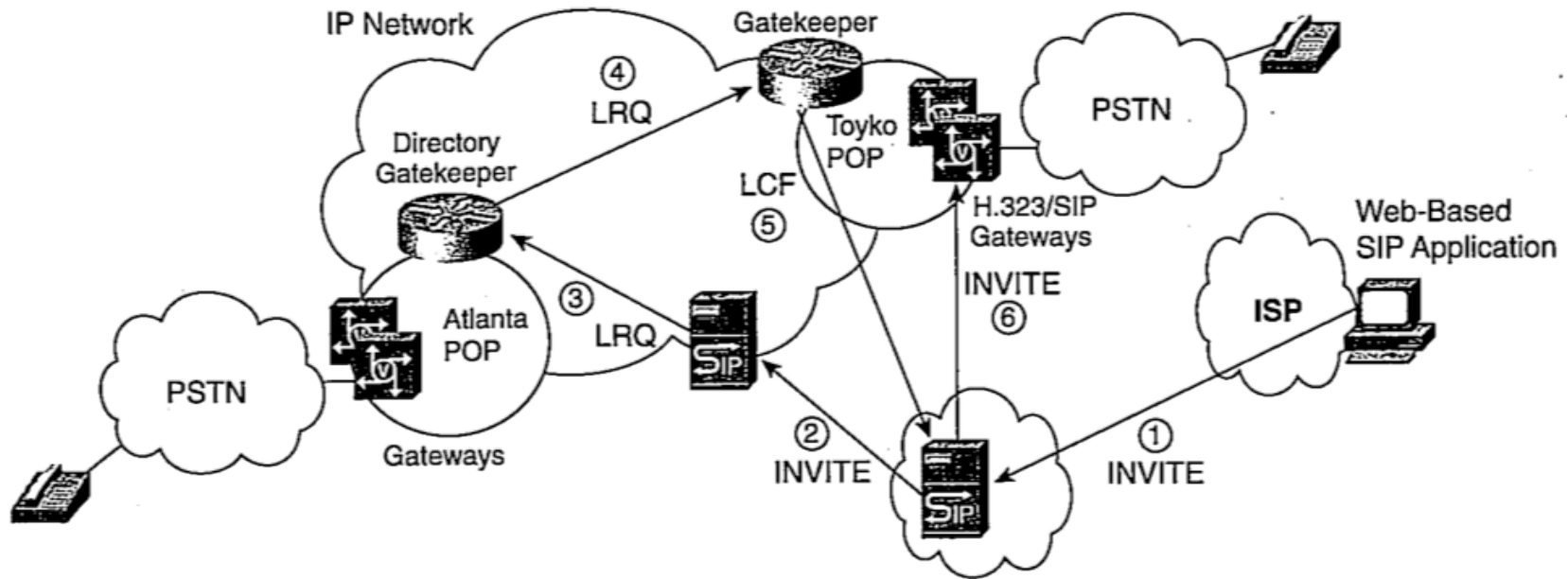
- Registrar server
 - User Agents registran su localización (dirección IP)
- Proxy server
 - Recibe mensajes SIP y los reenvía al siguiente servidor
 - Puede hacer autenticación, autorización y encaminamiento de llamada
 - Es análogo al *gatekeeper* H.323
 - Solo ve la señalización de establecimiento, a menos que haga un Record-Route (así puede ver la finalización de la llamada)
- Redirect server



SIP - Funcionamiento



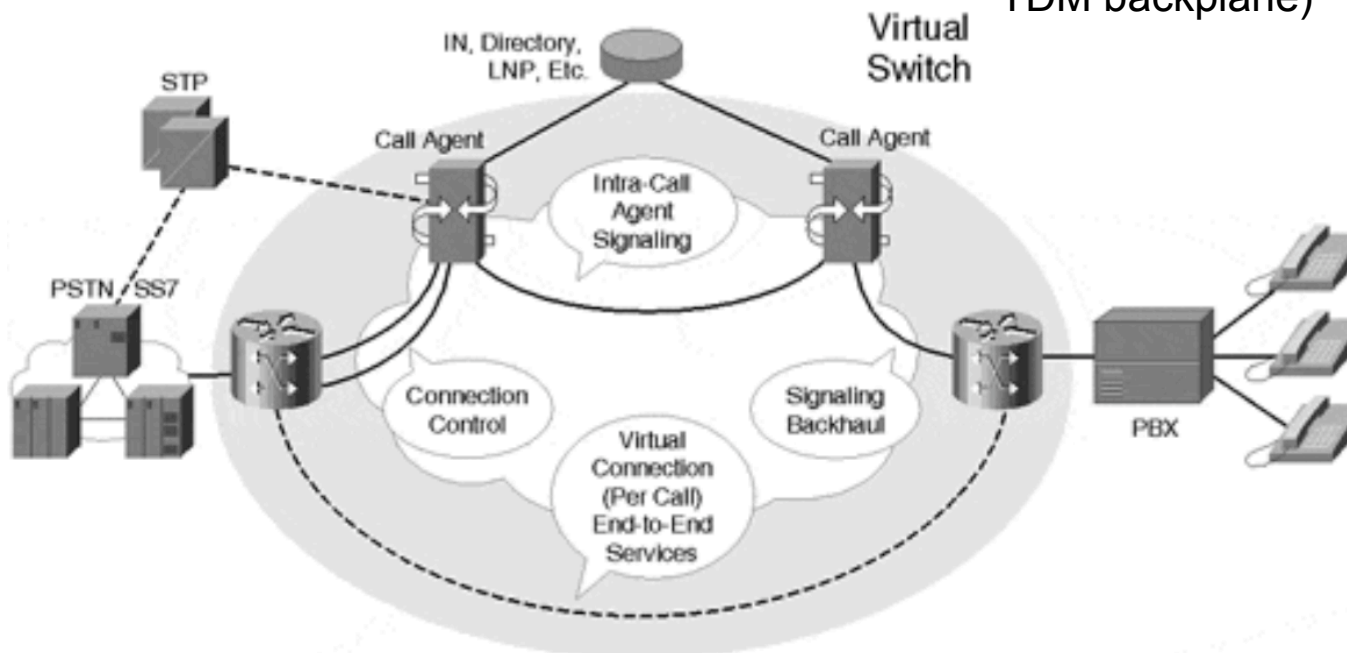
H.323 + SIP



MG Controllers

MGCP

- RFC 3435
- Elementos
 - Call Agents: inteligencia/control
 - Media gateways: media functions (ej: conversión de voz TDM a VoIP)
- Si hay varios Call Agents deben actuar sincronizadamente (no está en el estándar cómo)
- Endpoints:
 - Fuentes o sumideros de datos
 - Físicos (interfaz con teléfono POTS) o virtuales (audio content server)
- Conexiones:
 - Punto a punto o multipunto
 - Sobre redes portadoras (RTP/UDP/IP, AAL1-2/ATM, TDM backplane)



H.248 / Megaco

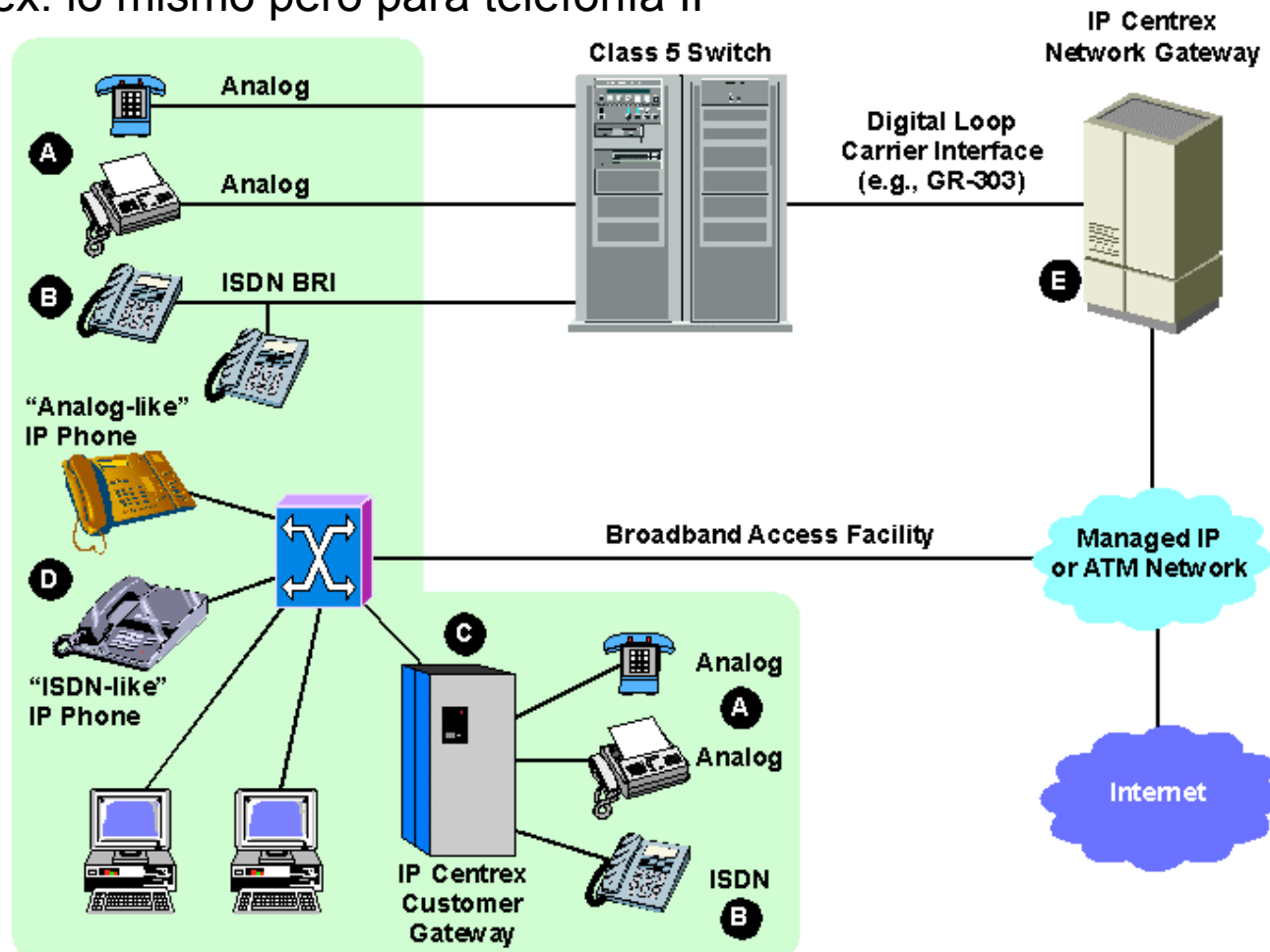
- Originalmente RFC 3525, ahora obsoleta y controlado el estándar por la ITU-T
- Similar a MGCP
- Diseñado par trabajar no solo con VoIP sino también con VoATM y VoFR

IP Centrex

Centrex e IP-Centrex

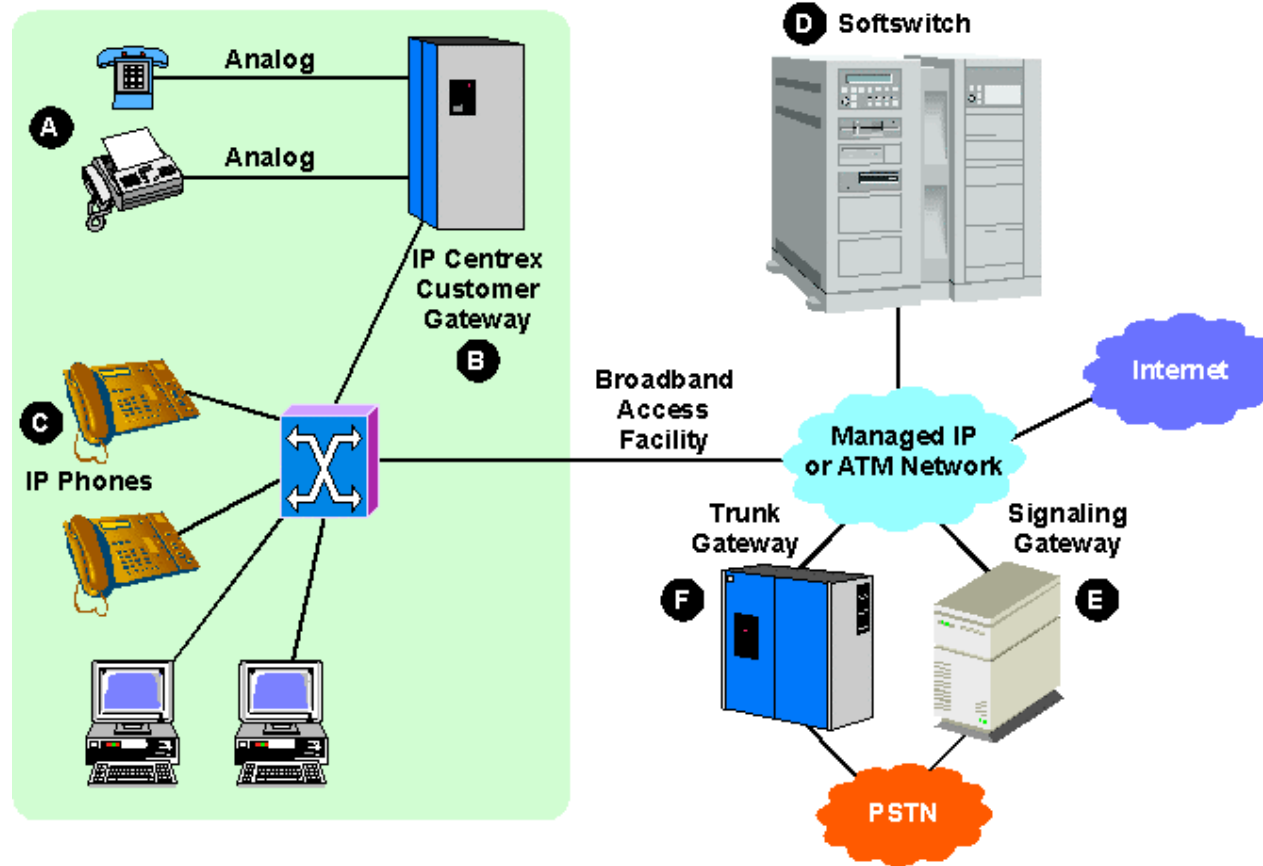
- Soluciones (generalmente de voz) donde el equipo de control/servicio es gestionado por el proveedor, se encuentra en su sede (*Outsourcing*) y es suyo
- IP Centrex: lo mismo pero para telefonía IP

Con Switch class 5



Centrex e IP-Centrex

Con Softswitch



TDM → VoIP

Cuestiones

- ¿Qué arquitectura de red IP para soportar la migración?
- ¿Mecanismos de QoS requeridos?
- ¿Extensiones al OSS (Operations Support System) necesarios para mantener SLA para VoIP?
- ¿Herramientas para el despliegue a gran escala?
- ¿Cómo implementar la facturación?

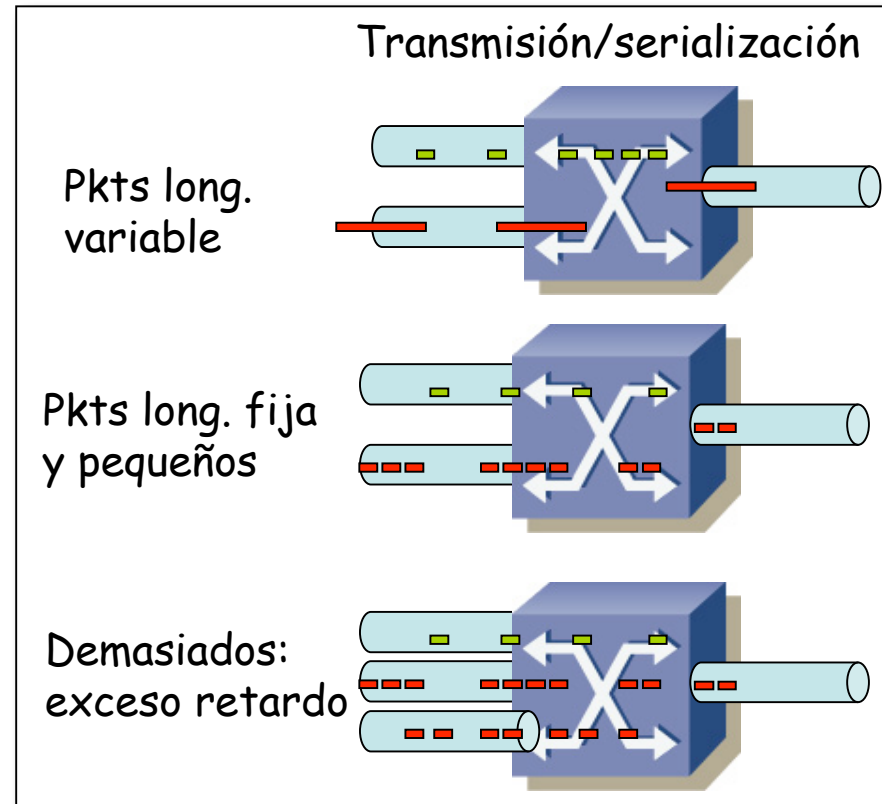
Necesidad de QoS

- ¿ Por qué no *overprovisioning* ?
- Necesita que no haya congestión en ninguna parte de la red
- Normalmente un proveedor no lo puede garantizar
- No puede predecir el patrón de tráfico de sus usuarios
- Si la red combina voz y datos se agrava

IP Network Characteristics

Delay

- End-to-end delay
- Incluye:
 - Codec
 - Cola
 - Transmisión (serialización)
 - Conmutación
 - Propagación
 - Jitter buffer

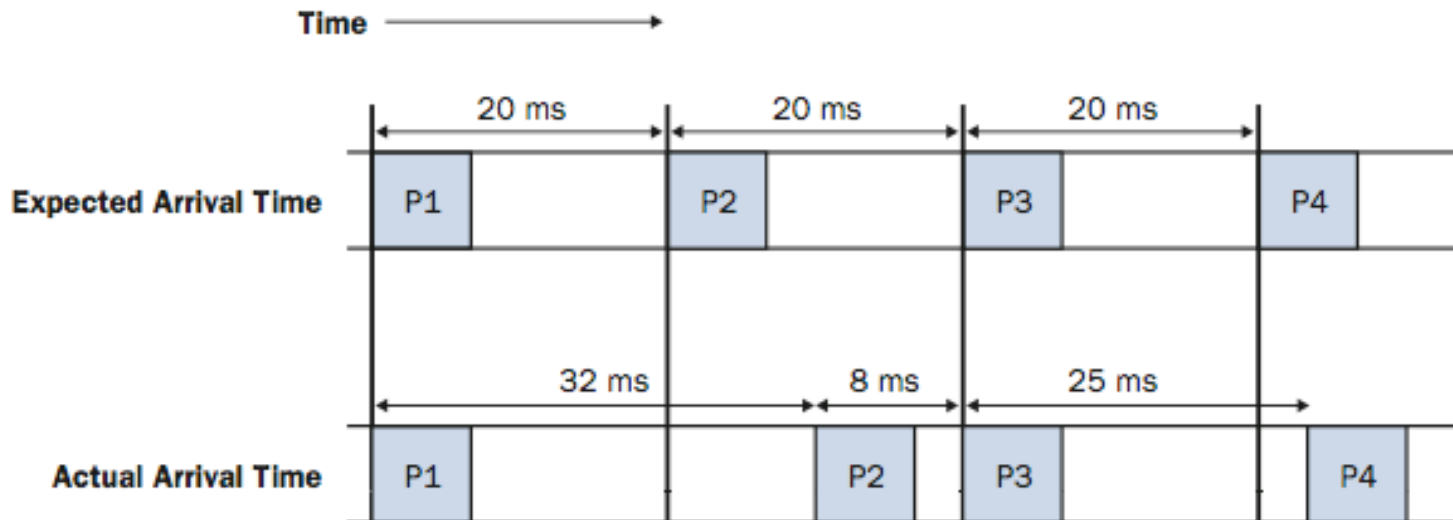


- ITU-T G.114: máx 150 mseg (200 mseg aceptables)
- PDD = Post Dial Delay
 - Entre marcar el último número y que suene el otro teléfono
 - 1-2 seg para llamadas nacionales, 4+ seg para internacionales

IP Network Characteristics

Jitter

- Jitter buffer en el receptor
- En una red con jitter alto se necesita un jitter buffer grande
- Jitter buffer afecta al end-to-end delay
- Normalmente jitter buffer en torno a 50-60 mseg
- Que el de la red esté por debajo de unos 30 mseg



IP Network Characteristics

Packet Loss

- Causa cortes, diseñar para 0 pérdidas (<1%, *Toll Quality*)
- < 3% calidad suficiente para VoIP empresarial
- Codecs usan diferentes técnicas de PLC (Packet Loss Concealment) pero solo son efectivas para menos de 20 msec de pérdidas (algunos hasta 30-40 msec)

Bandwidth

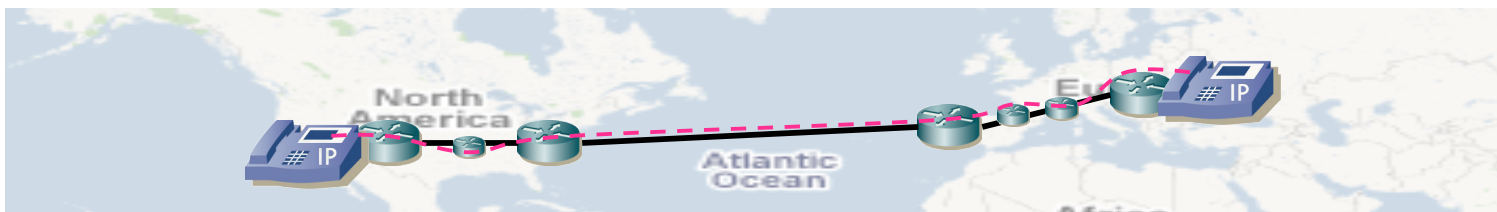
- 21-320 Kbps de BW garantizado por cada llamada

Desorden

- Normalmente si los paquetes siguen diferentes caminos (ej: load balancing)
- Se reordenan en el *jitter buffer*, si no es suficiente es como una pérdida

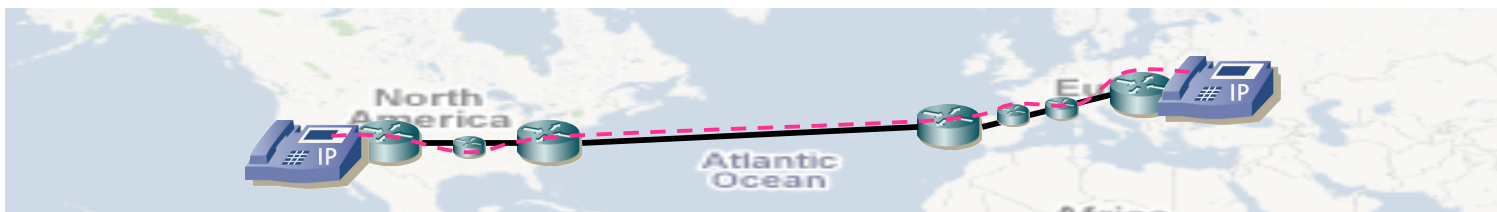
Ejemplo: end-to-end delay

	mseg	Quedan
Delay Budget	150	
Retardo de codificación	20	130
Paquetes por ejemplo de 206 Bytes (G.711 sobre Ethernet, 87,2 Kbps)		
Enlaces de acceso de 512 Kbps, tiempo de transmisión aprox.	3	127
Caso peor encuentra un paquete de MTU empezando a transmitirse	23	104
En el camino un 2 Mbps		
Por ejemplo otros 2 routers en europa + internacional $3 \times \text{Transmisión} = 3 \times 0,8$	2,4	101,6
Propagación intra-europea aprox.	10	91,6
Propagación transatlántica aprox.	40	51,6
Por ejemplo un router en USA + internacional $2 \times \text{Transmisión} = 2 \times 0,8$	1,6	49
Propagación en USA, por ejemplo	5	44
Enlaces de acceso de 512 Kbps, tiempo de transmisión aprox.	3	41
Jitter buffer aprox.	40	1



Ejemplo: end-to-end delay

- ¿ Si en vez de una llamada son 2 ?
- $2 \times 87,2 \text{ Kbps} = 174,4 \text{ Kbps} < 512 \text{ Kbps}$
- En el peor caso en el router de acceso ha de esperar por el paquete de la otra llamada
- - 3 ms que no tenemos en el *budget* !!
- Reducir *jitter buffer* : necesitamos mejor SLA
- El jitter tendrá una componente debida a otros paquetes que se encuentre delante en otros saltos
- ¿ Y si queremos encriptación (VPN) ? Añade más retardo de codificación/decodificación



Otras tecnologías para voz en MAN/WAN

VoIP y DiffServ

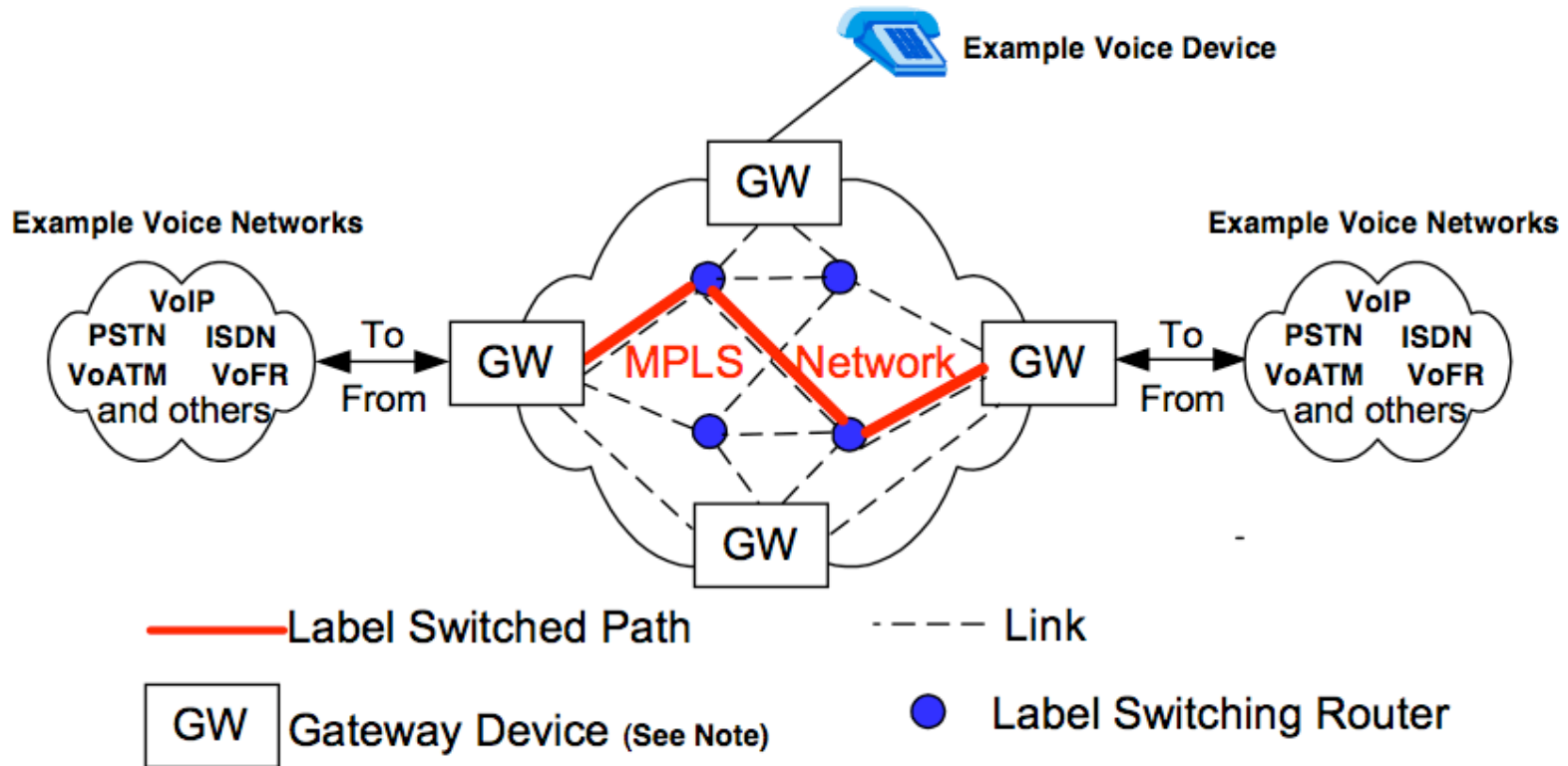
- Expedited Forwarding (EF)
- Clasificación en función de interfaz, puertos TCP/UDP, IP Precedence, DSCP, direcciones IP, etc
- Marcado en DSCP 101110 (IP Precedence 5)
- Planificador con prioridad (PQ, LLQ)
- Usar mecanismos de AQM solo para el tráfico de datos
- Señalización
 - DSCP CS3 o AF31 (cuidado, drops)
 - En torno a 150 bps garantizados por llamada
- Limitar la cantidad de voz con CAC (si es caso limitar local al nodo con policer)
 - Local CAC
 - El propio gateway determina si tiene suficientes recursos
 - Si tiene suficiente memoria o DSP para soportar la llamada
 - Network CAC
 - Validar que la red tiene suficientes recursos
 - Retardo, pérdidas y jitter
 - Si no hay camino con calidad entonces usar la PSTN (PSTN fallback)
 - RSVP

Voz y MPLS

- MPLS-TE
- Establecer túneles entre los extremos que satisfagan unos requisitos
- Manual o RSVP-TE
- El plano de control debe permitir
 - Crear un nuevo LSP para VoMPLS
 - Usar un LSP ya existente multiplexando otro subcanal
 - Especificar o cambiar la QoS para un LSP
- Alternativas
 - Trunking entre gateways
 - Emulación de circuito TDM (TDMoMPLS)
- Diffserv-aware Traffic Engineering (DS-TE)
 - Permite crear 2 pools de BW para cada enlace
 - Uno de ellos para las reservas de la cola de prioridad

VoMPLS

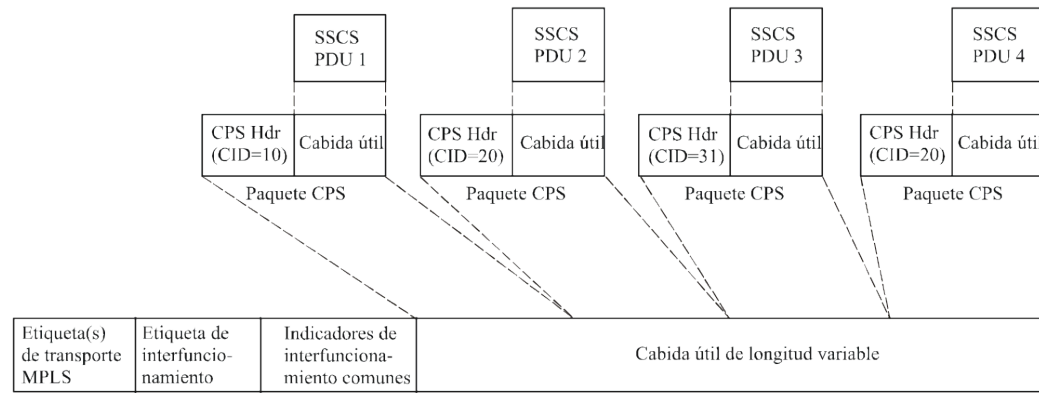
- ITU-T Y.1261 “Requisitos de servicio y arquitectura para servicios vocales por redes de conmutación por etiquetas multiprotocolo”



VoMPLS

ITU-T Y.1414 “Interfuncionamiento de los servicios vocales y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo”

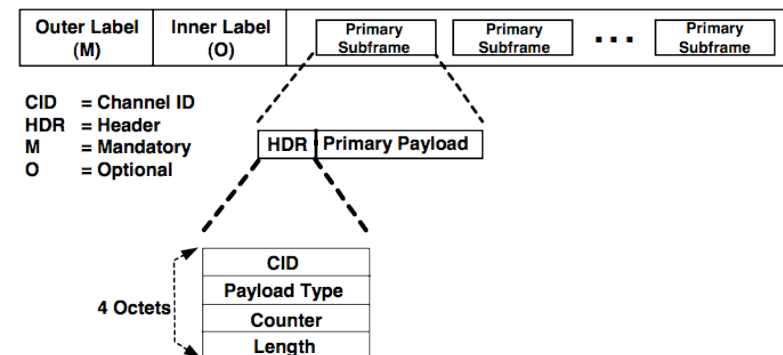
- Encapsulación de audio codificado en paquetes MPLS. Tres formas:
 - Voz sobre IP sobre MPLS (simple transporte de IP)
 - Voz sobre MPLS usando AAL2 (ITU-T I.366.2)



Y.1414_F10-1

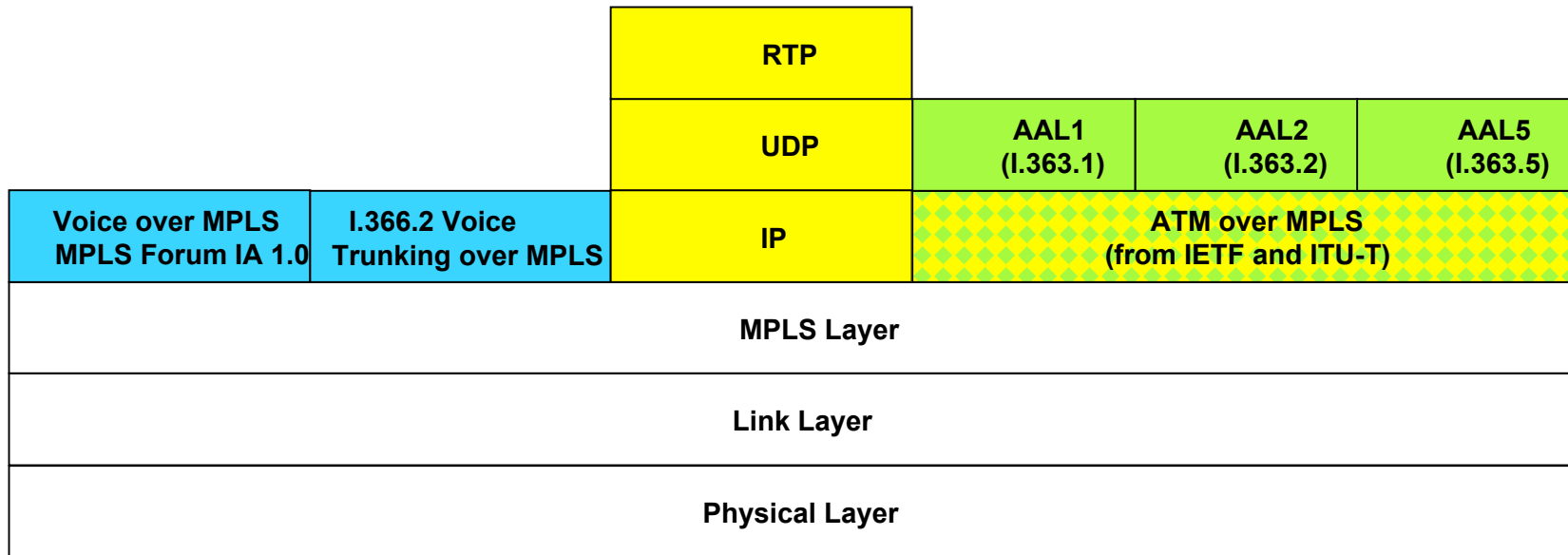
- MPLS Forum: “Voice over MPLS - Bearer Transport Implementation Agreement 1.0”

- Comprimida o sin comprimir
- Supresión de silencios
- Transporte de señalización
- CID = Channel ID, hasta 248



VoMPLS

Voice



Legend:

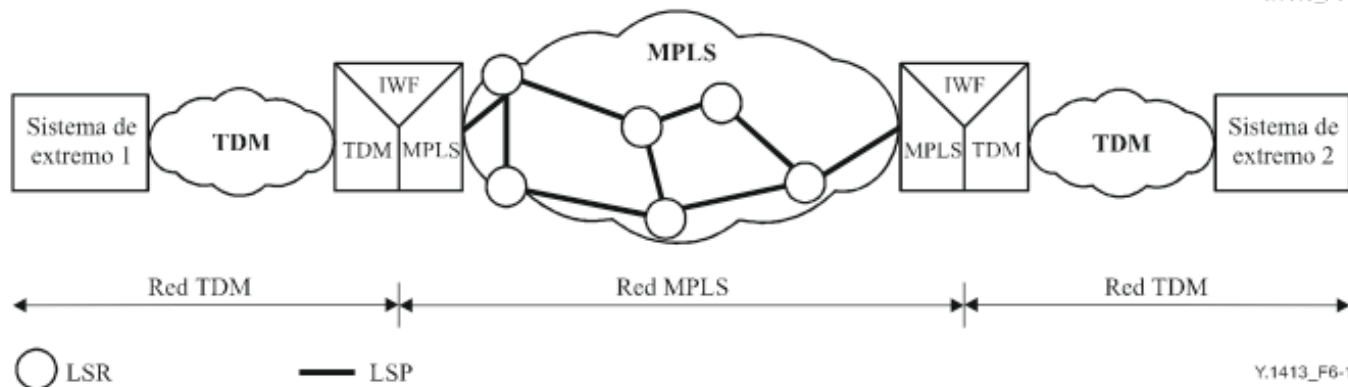
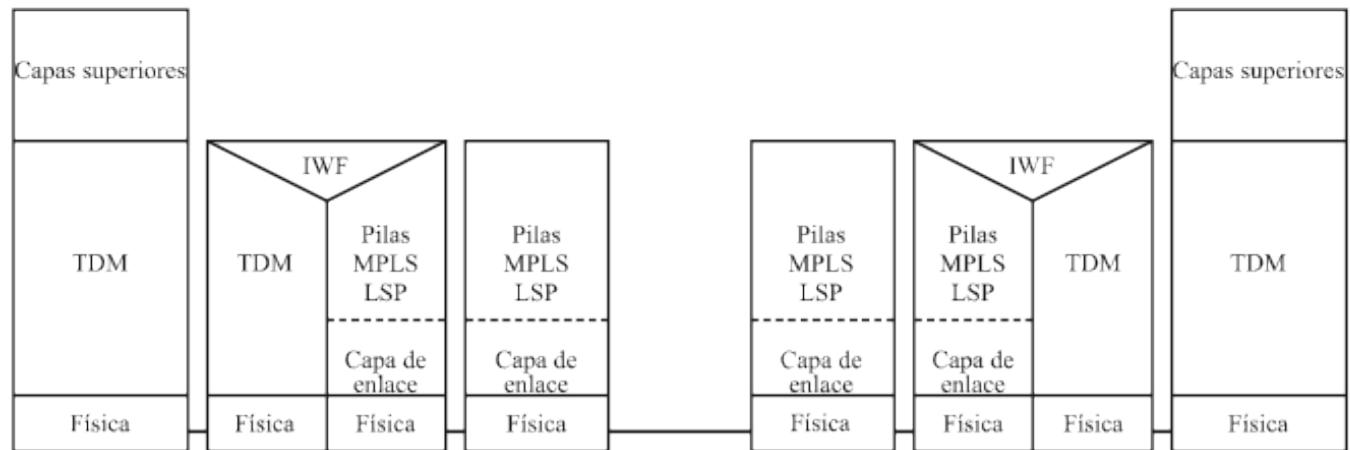
Alliance

IETF

ITU-T

TDMoMPLS

- ITU-T Y.1413 “TDM-MPLS network interworking -- User plane interworking”
- TDM hasta T3/E3
- Temporización de señal externa o recuperada por métodos adaptativos
- Varias conexiones TDM pueden ir en el mismo LSP
- BW en el LSP (bidireccional) debe ser suficiente para todas

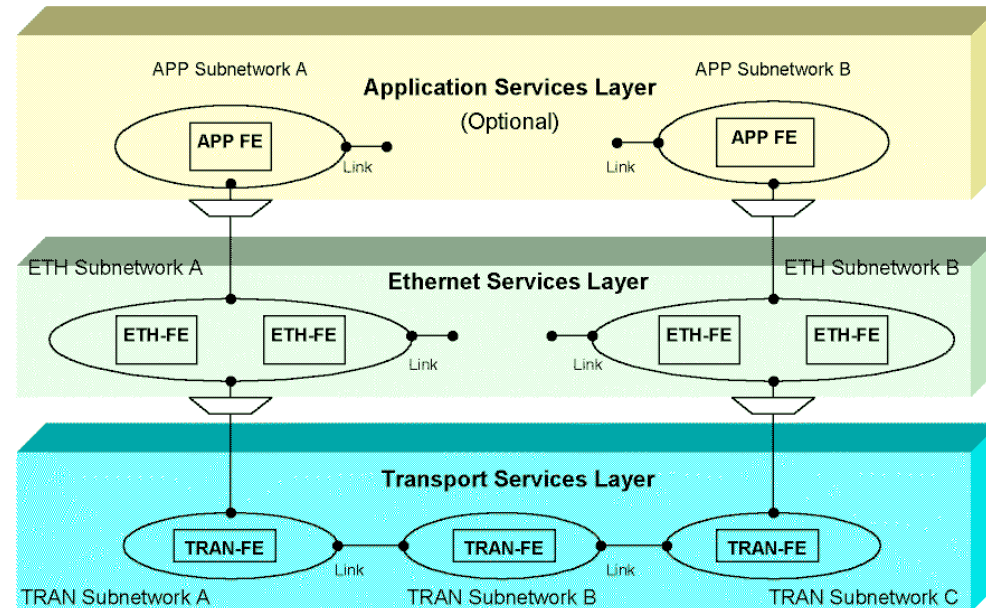
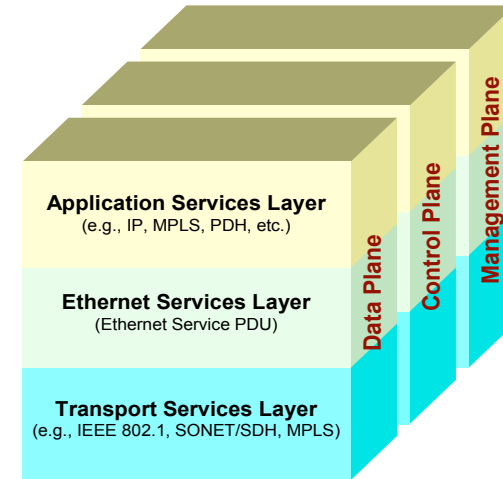
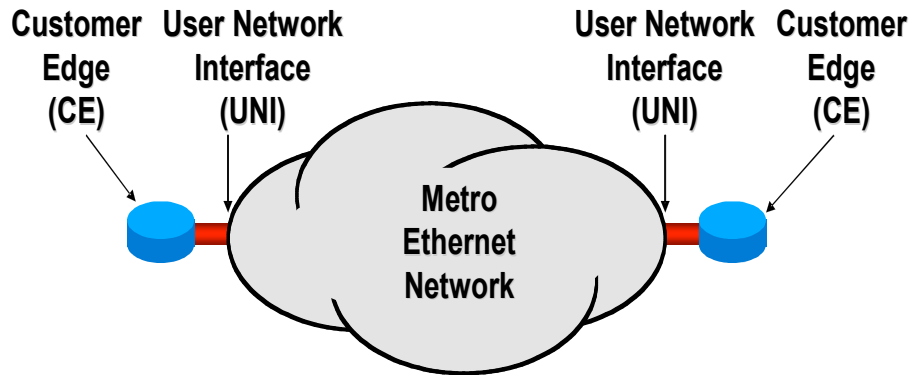


TDMoMPLS

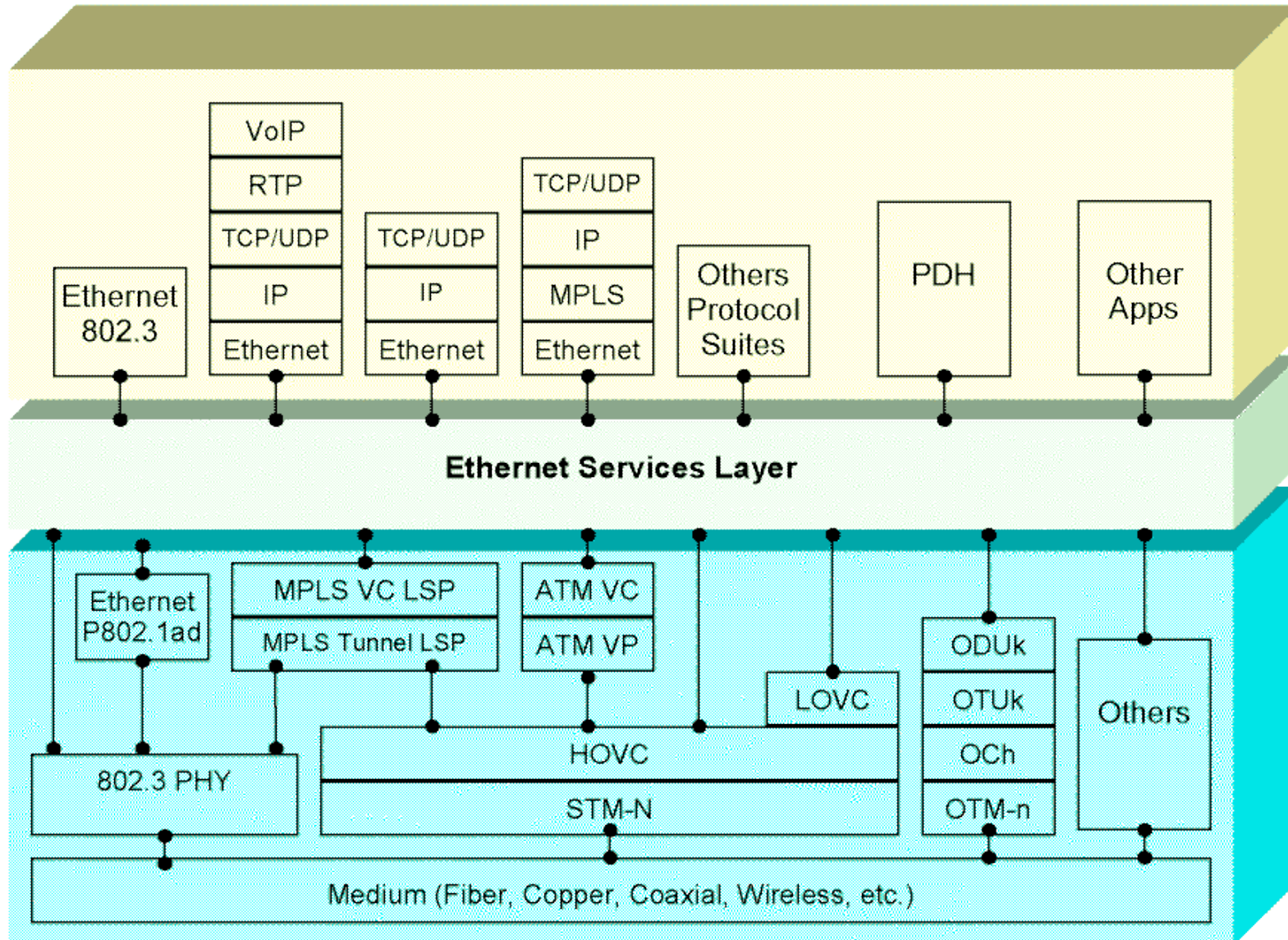
- Si emplea DiffServ entonces usará el PHB EF
- Si emplea IntServ entonces se usará el *Guaranteed Service* con reserva de BW adecuada
- Transporte agnóstico con respecto a la estructura
 - Ignora la estructura TDM
 - El número de bytes por paquete es configurable
- Transporte atento a la estructura
 - Puede usar AAL1

Metro/Carrier Ethernet

- Metro Ethernet Forum (MEF)
- Metro Ethernet Network (MEN)



Metro/Carrier Ethernet

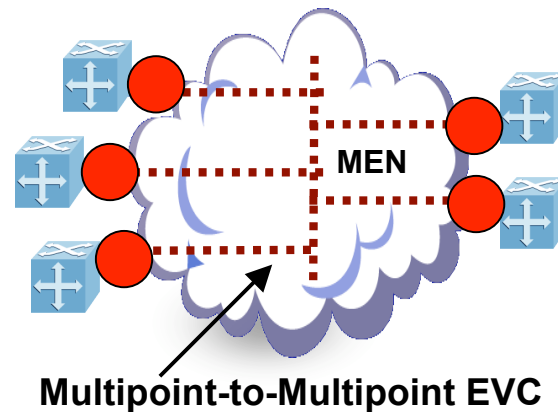


EVCs

- Ethernet Virtual Connection (EVC): asociación de puntos de referencia de usuario para la entrega de un flujo Ethernet
- Dos tipos de EVC
 - Punto-a-punto

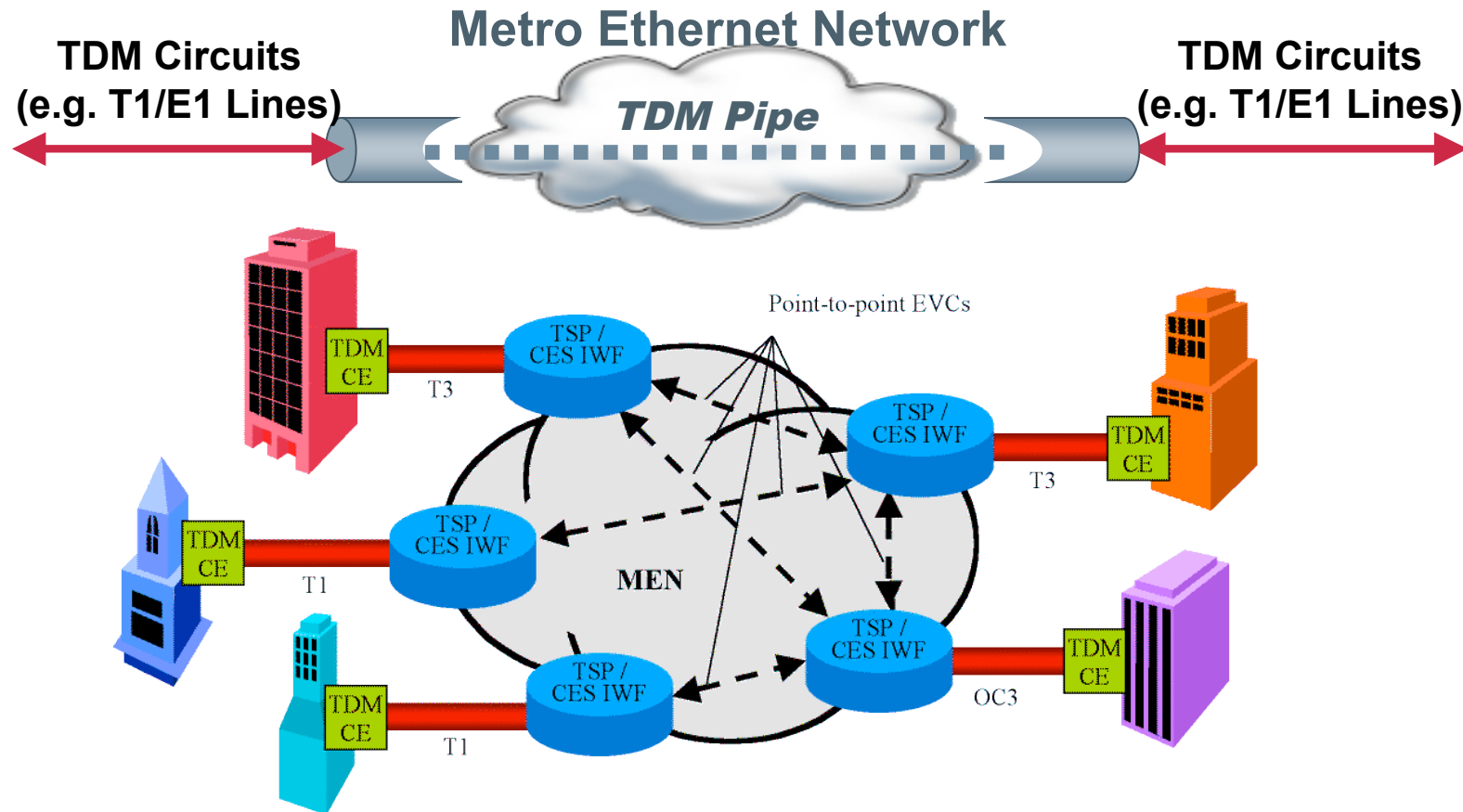


- Multipunto-a-multipunto (punto-a-multipunto es un caso particular)

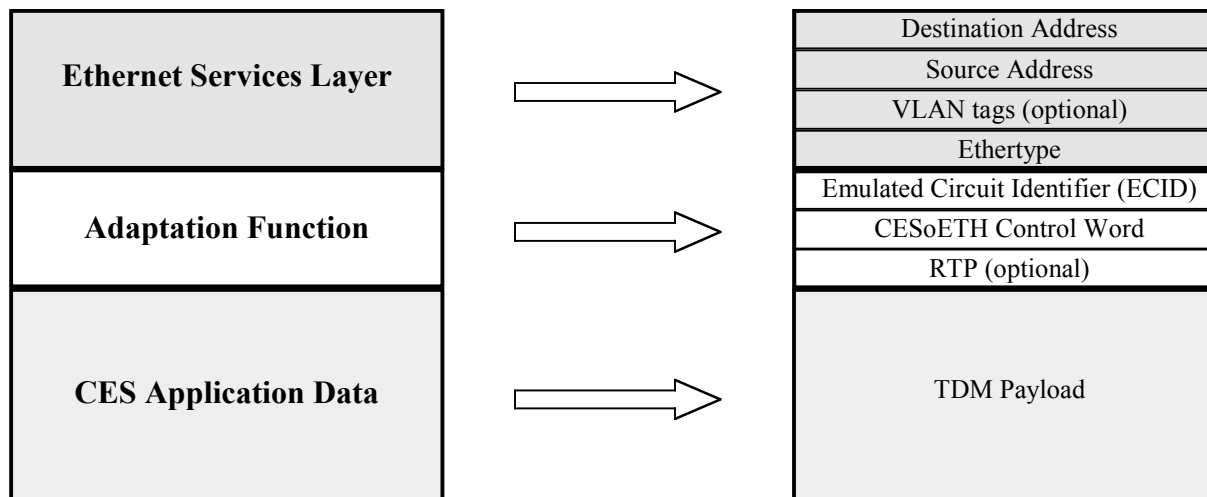
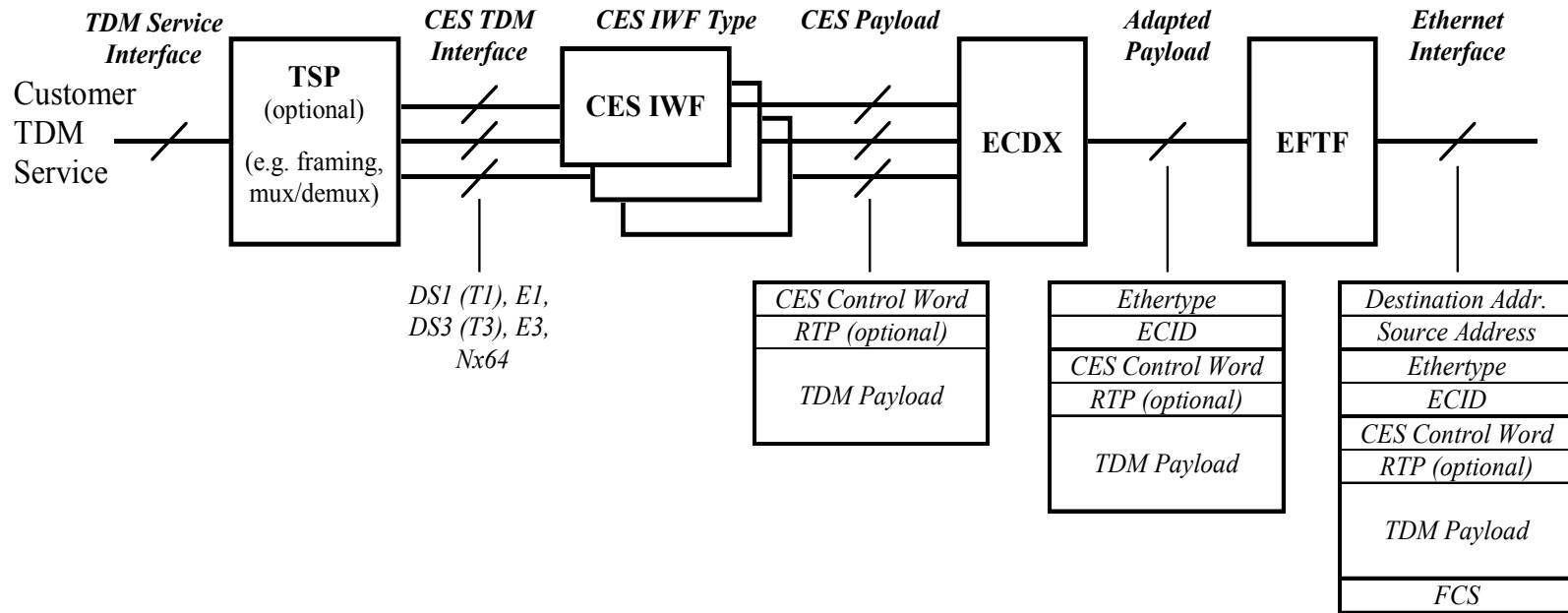


CESoETH

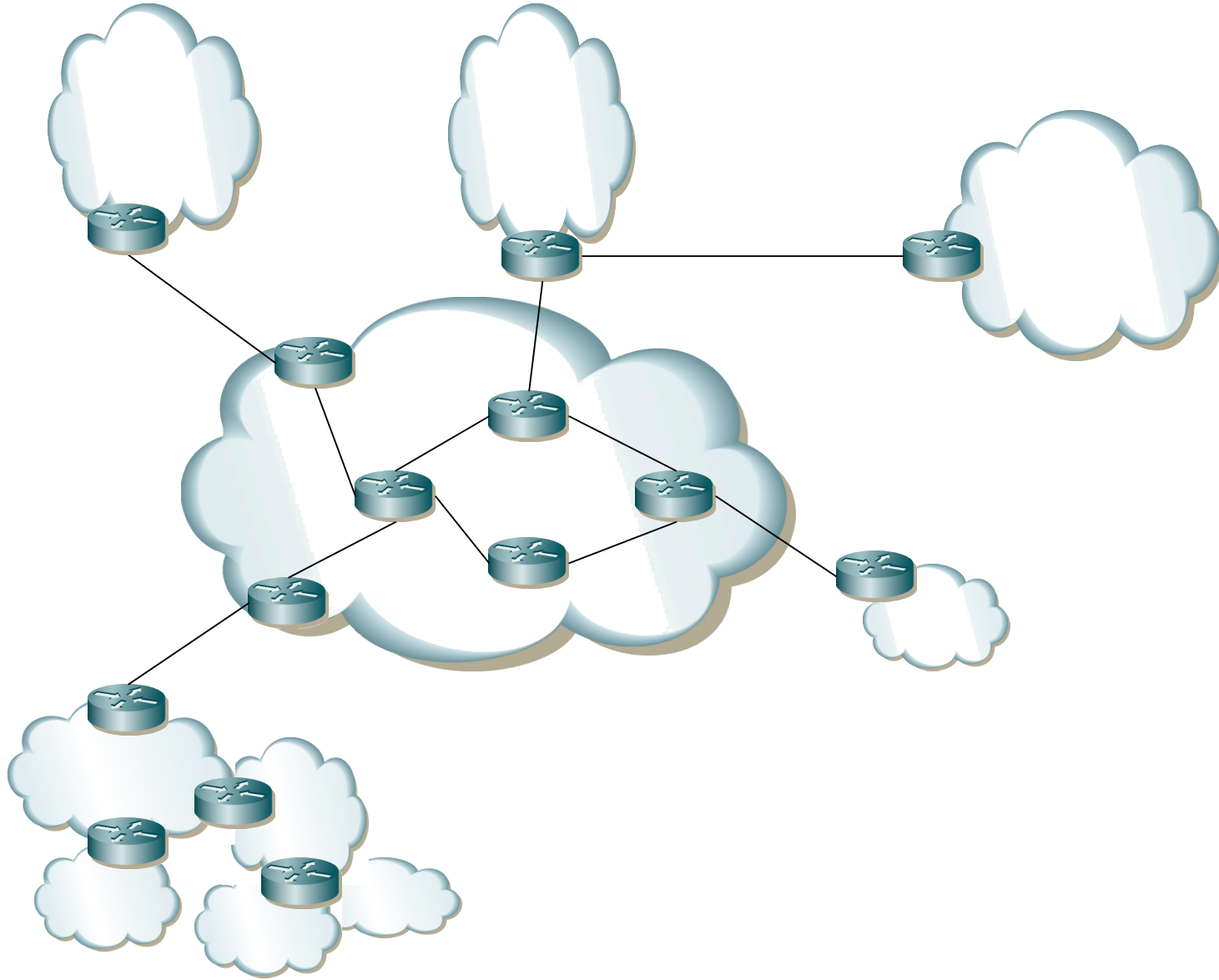
- Circuit Emulation Service (CES). TDM Line (T-Line) Service
- Transporte de circuitos TDM por la MEN
- Tanto PDH (Nx64, T1/E1, T3/E3) como SONET/SDH (STS-1, STM-1, STS-3, STM-3, STM-4, etc.)
- Múltiples circuitos CES pueden utilizar la misma EVC

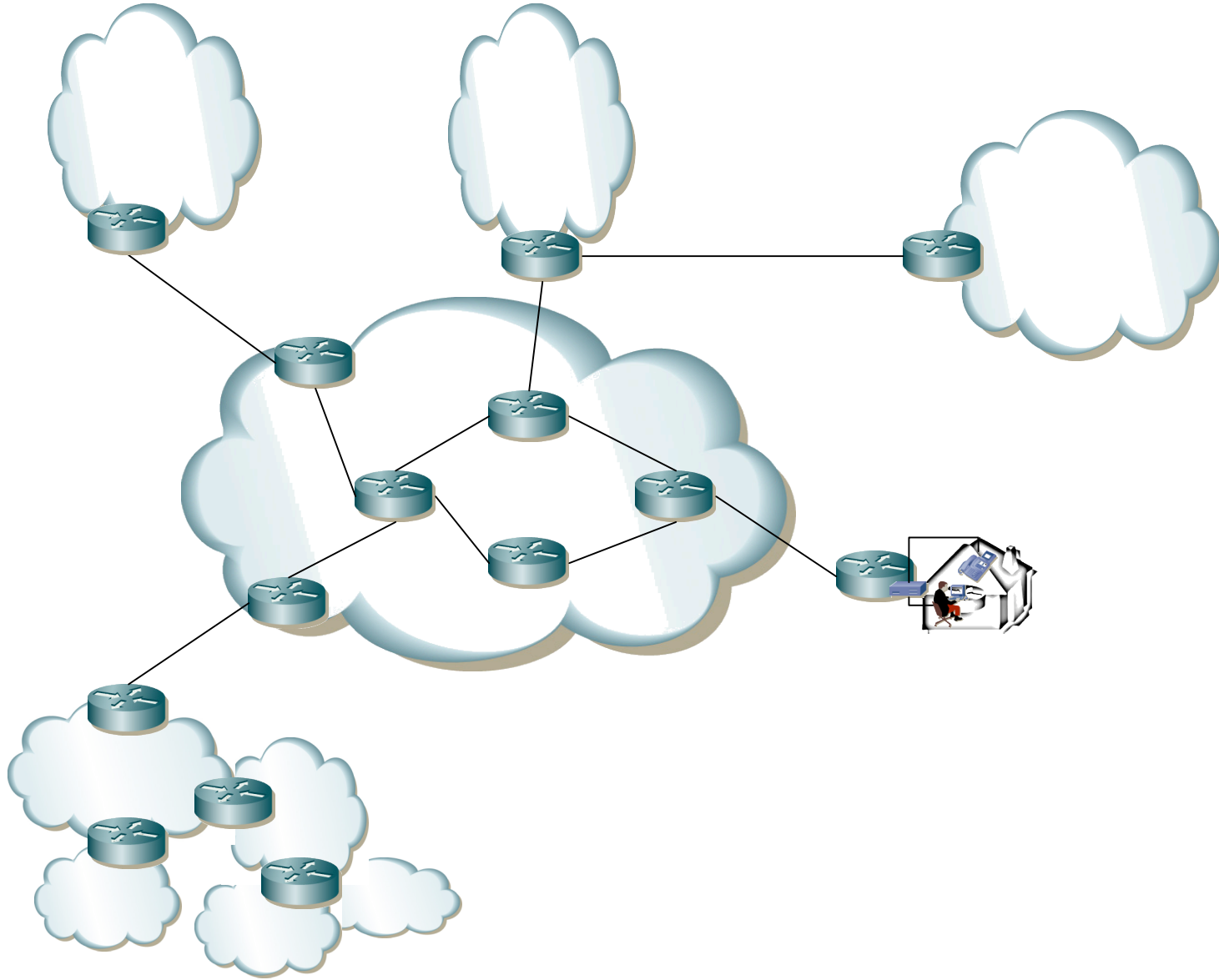


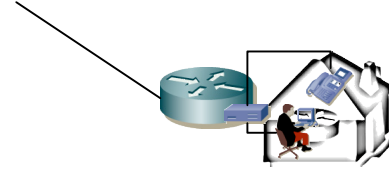
CESoETH



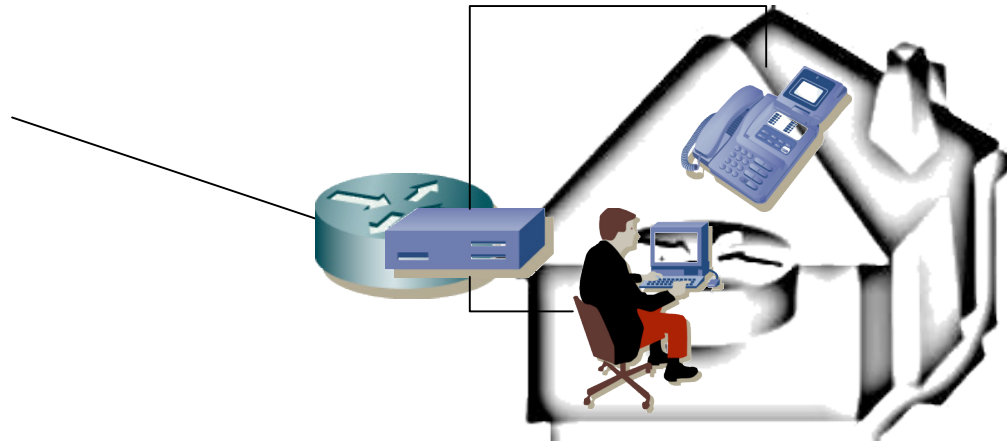
Bucle local ADSL



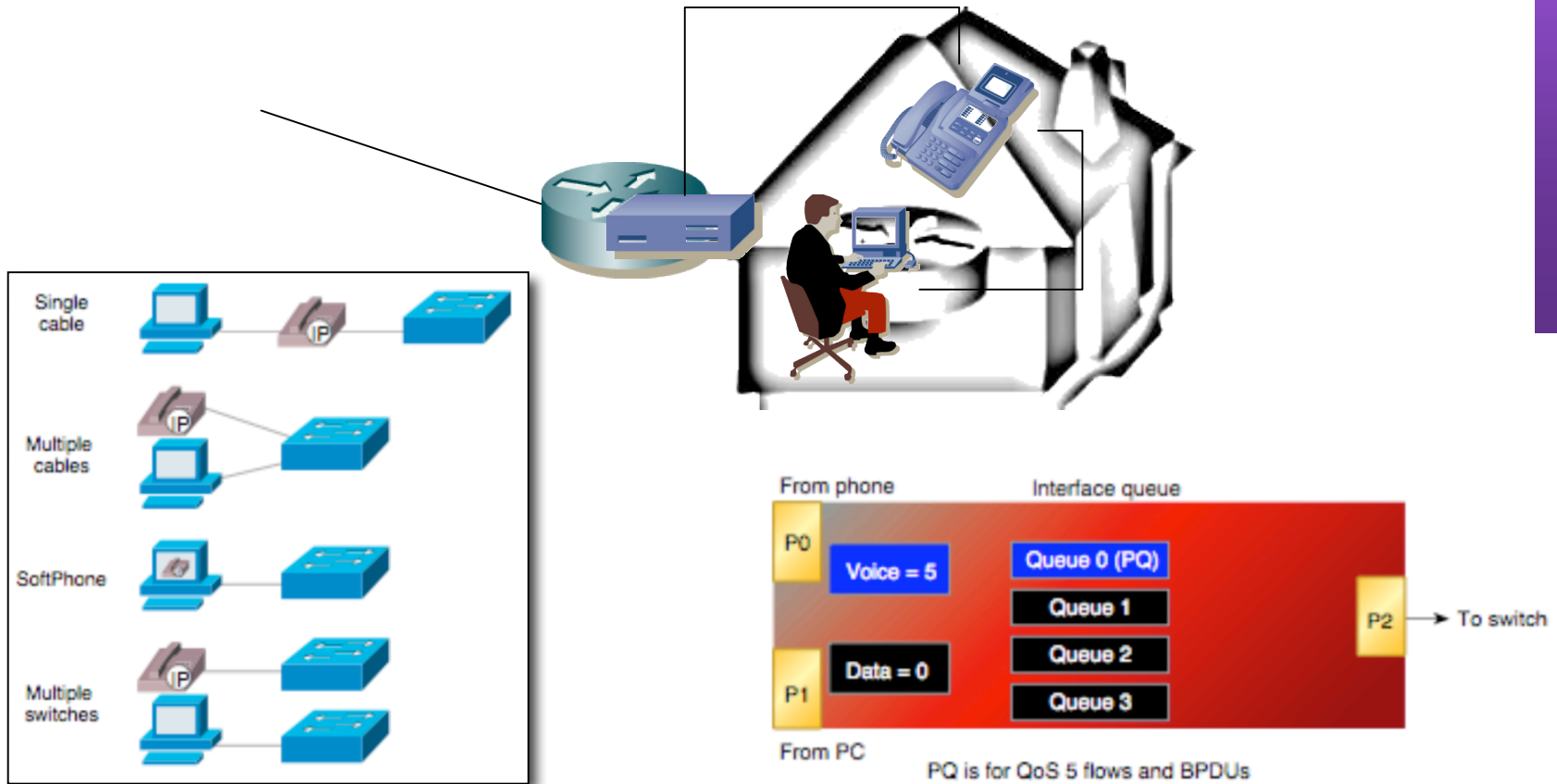


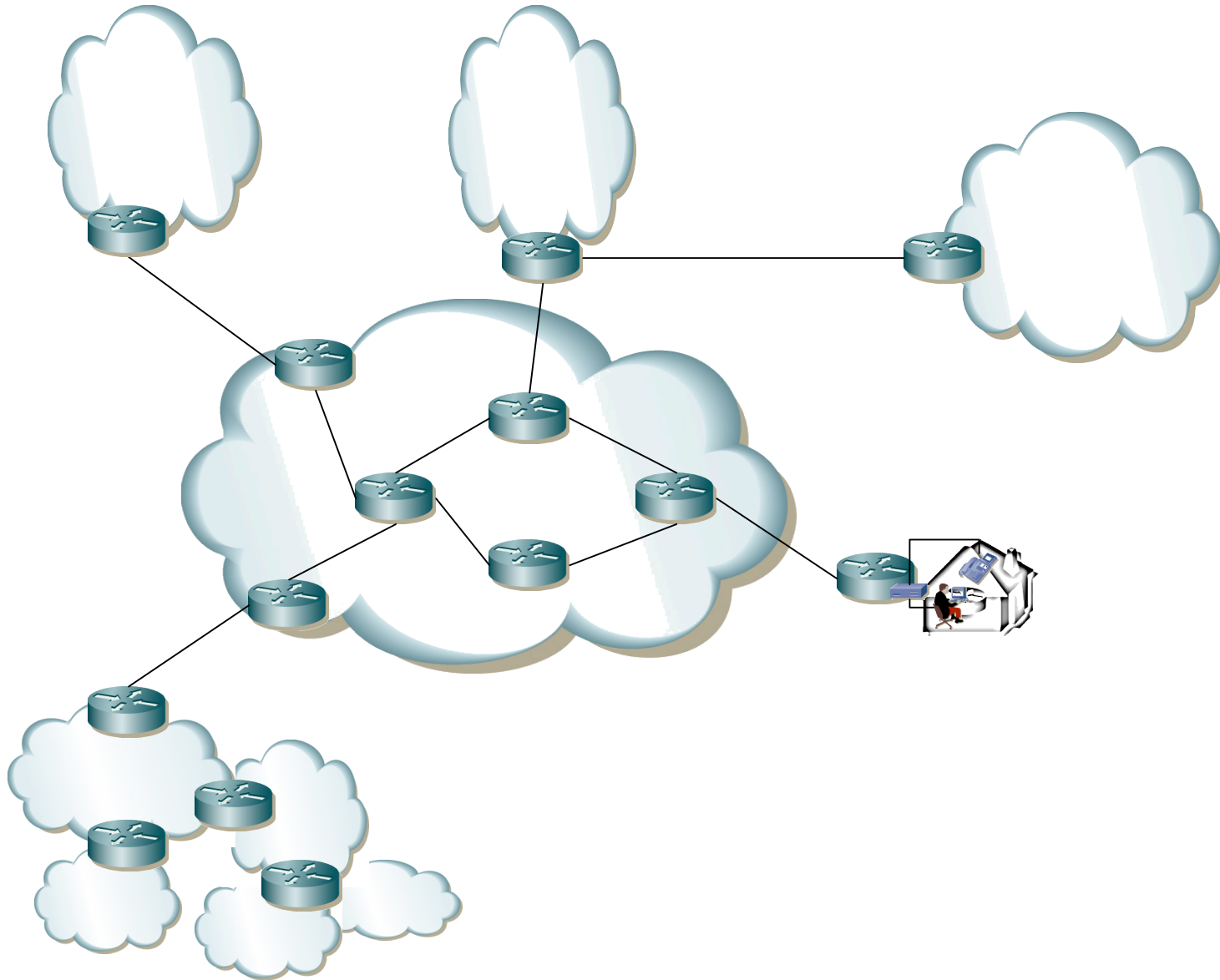


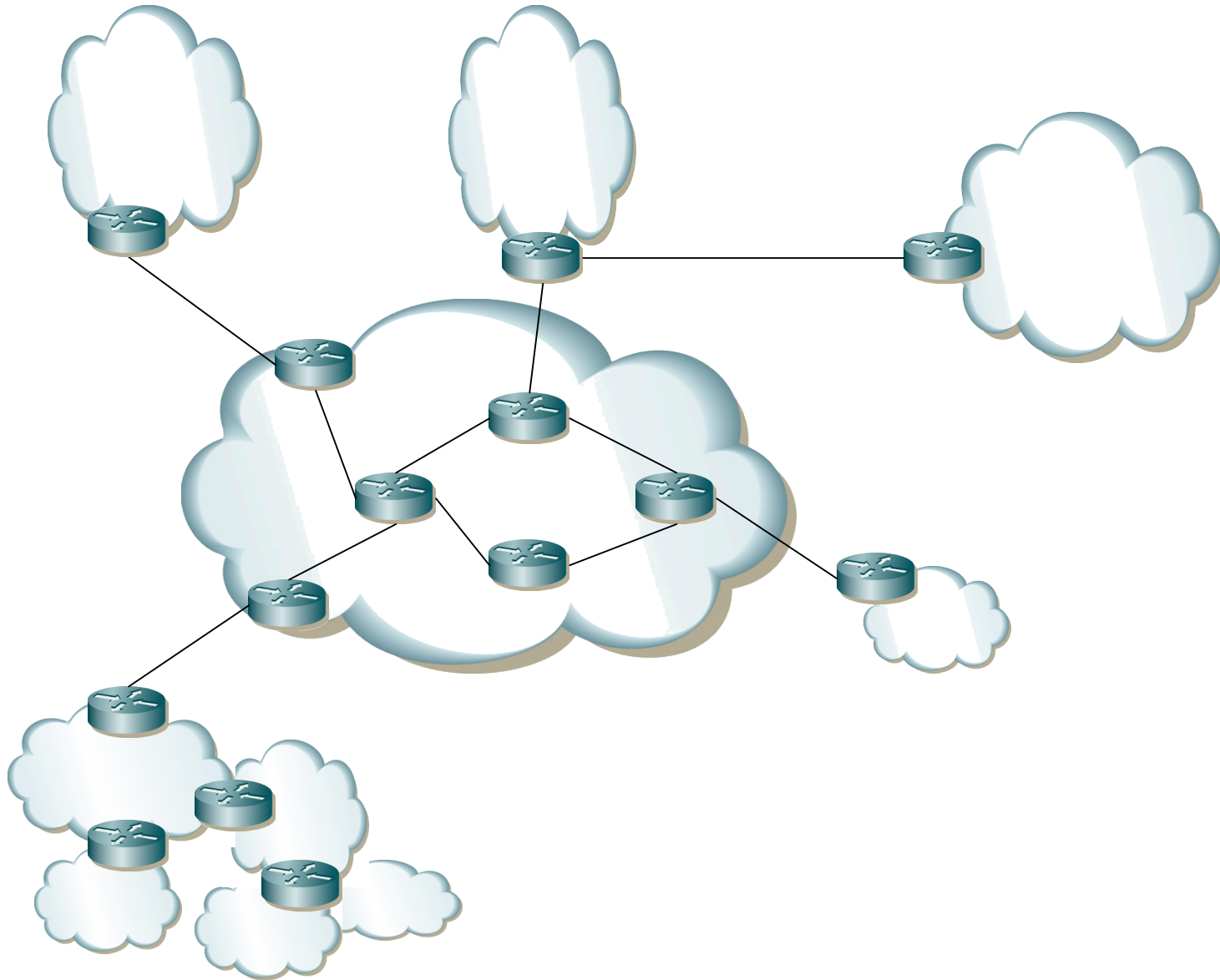
LAN

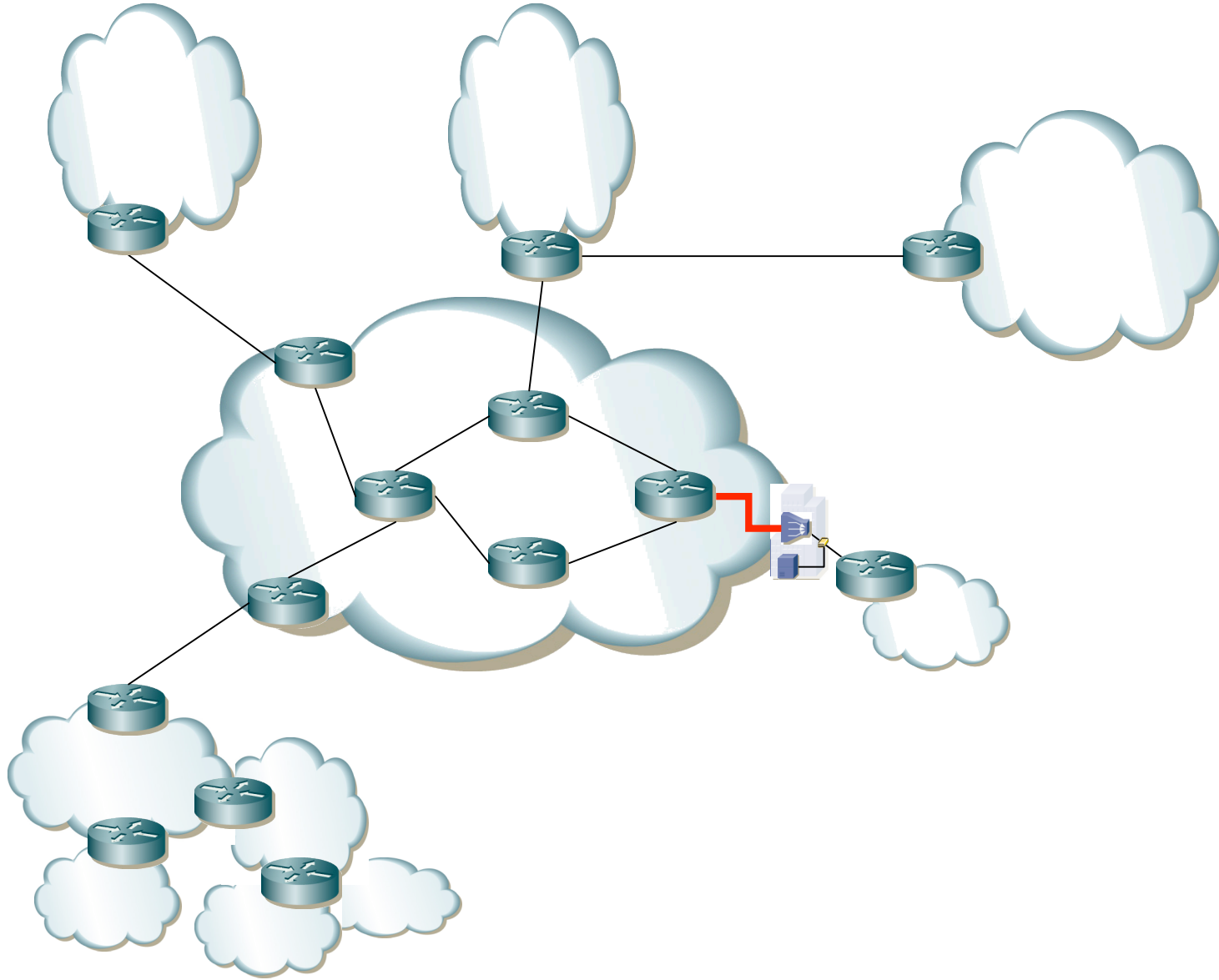


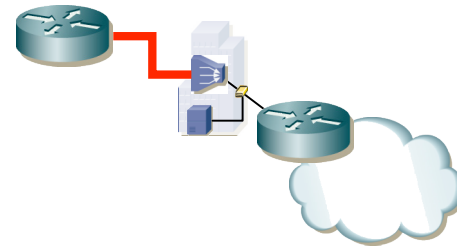
LAN





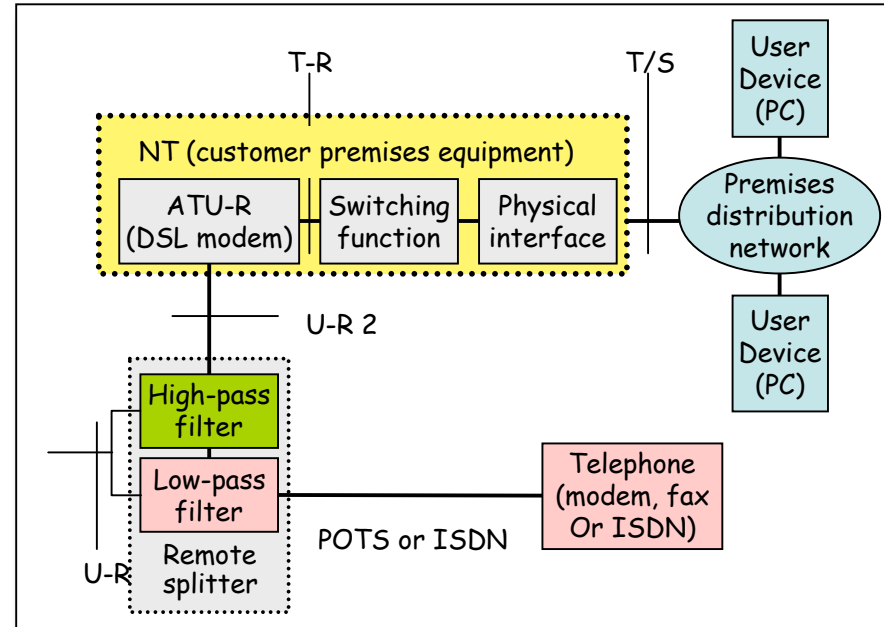
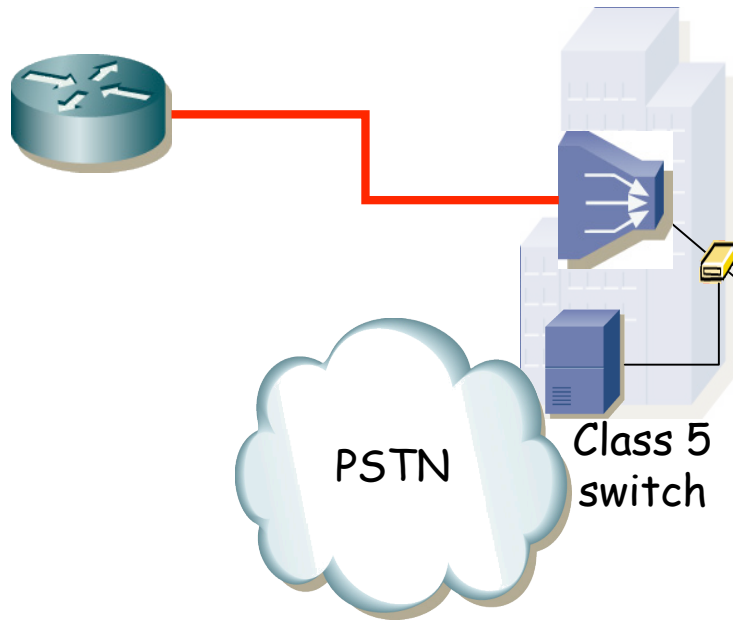




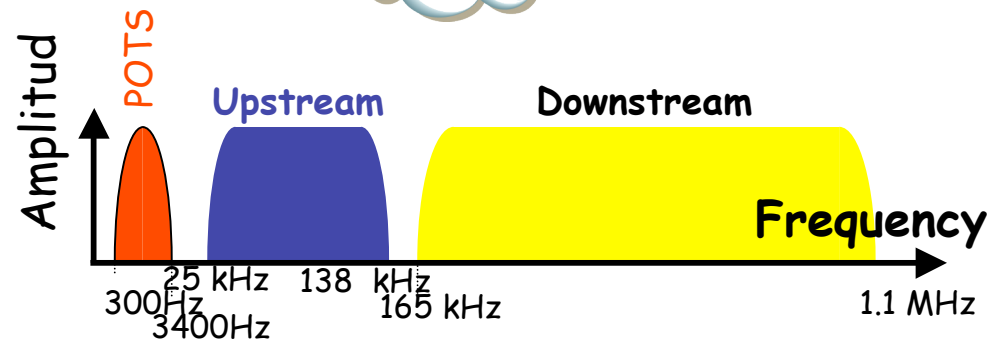


ADSL

- Bucle local
- Voz y datos separados en frecuencia

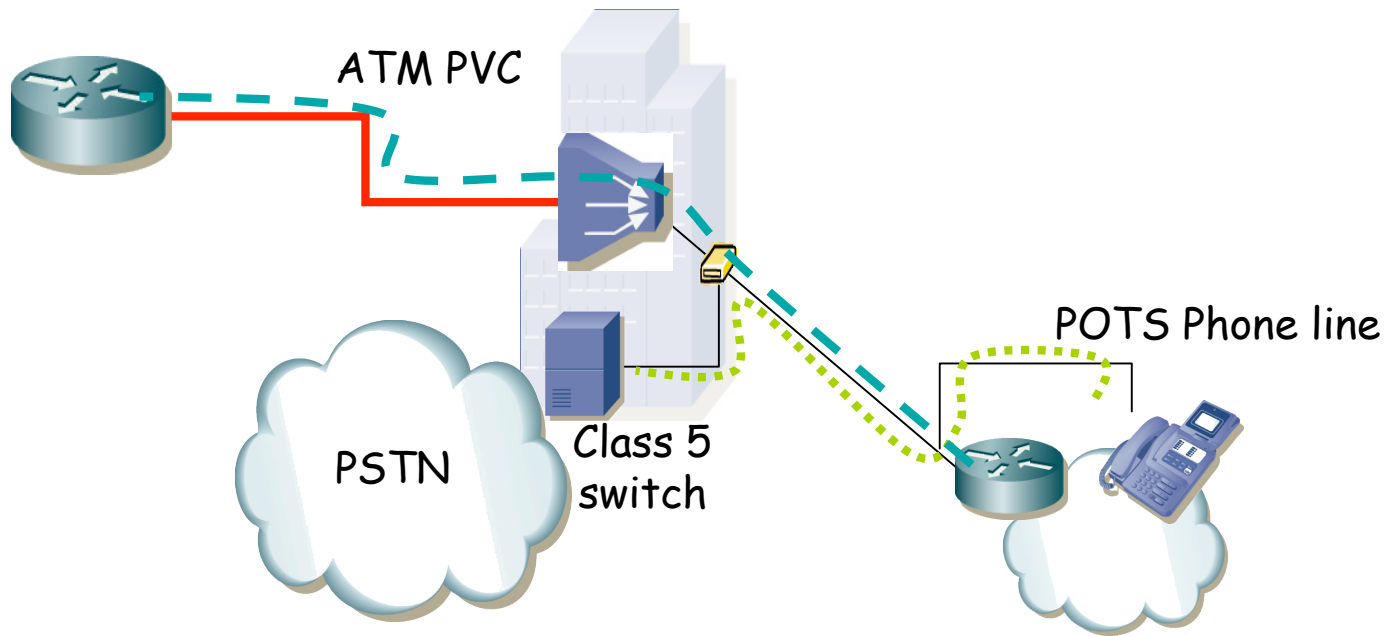


POTS Phone line

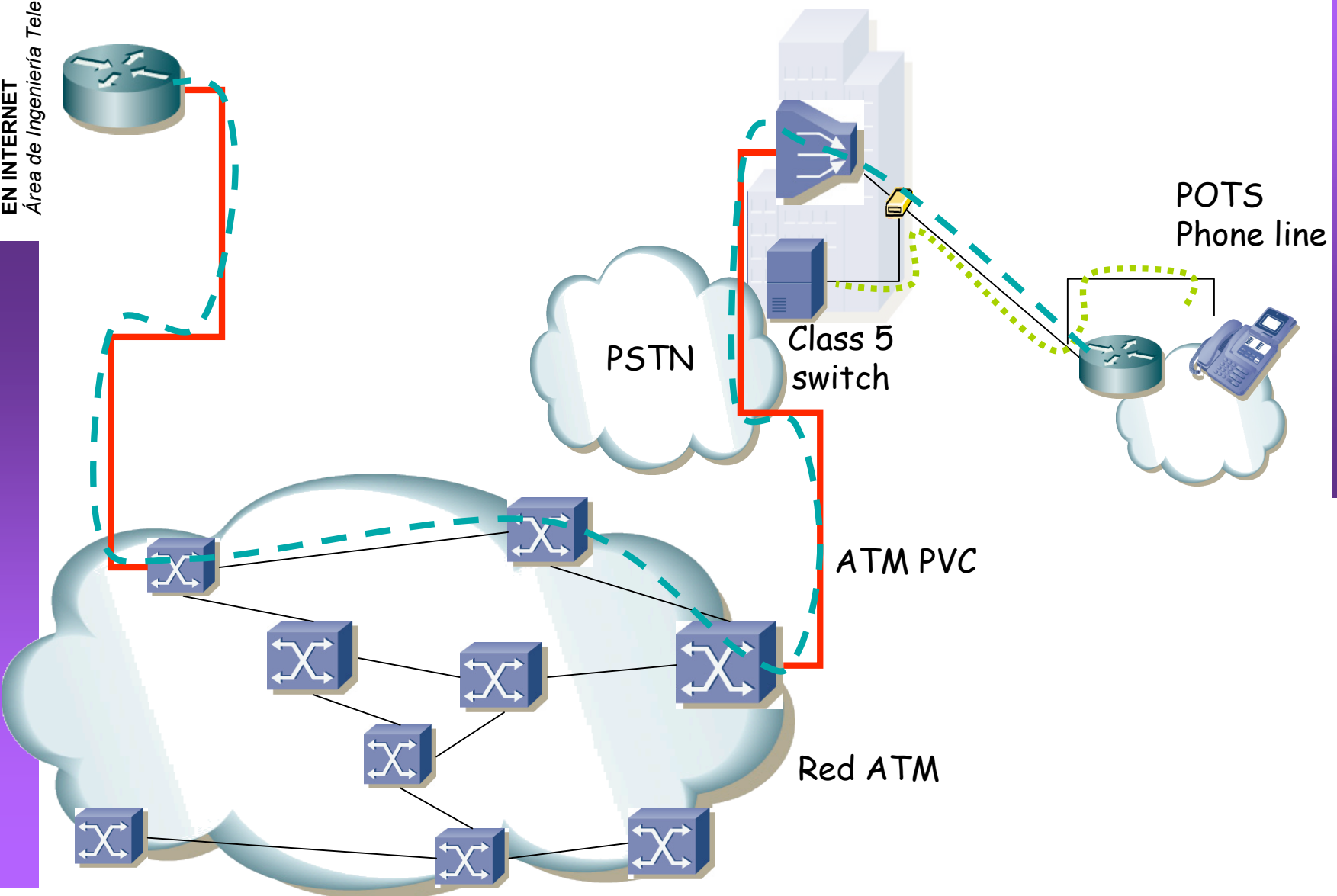


ATM

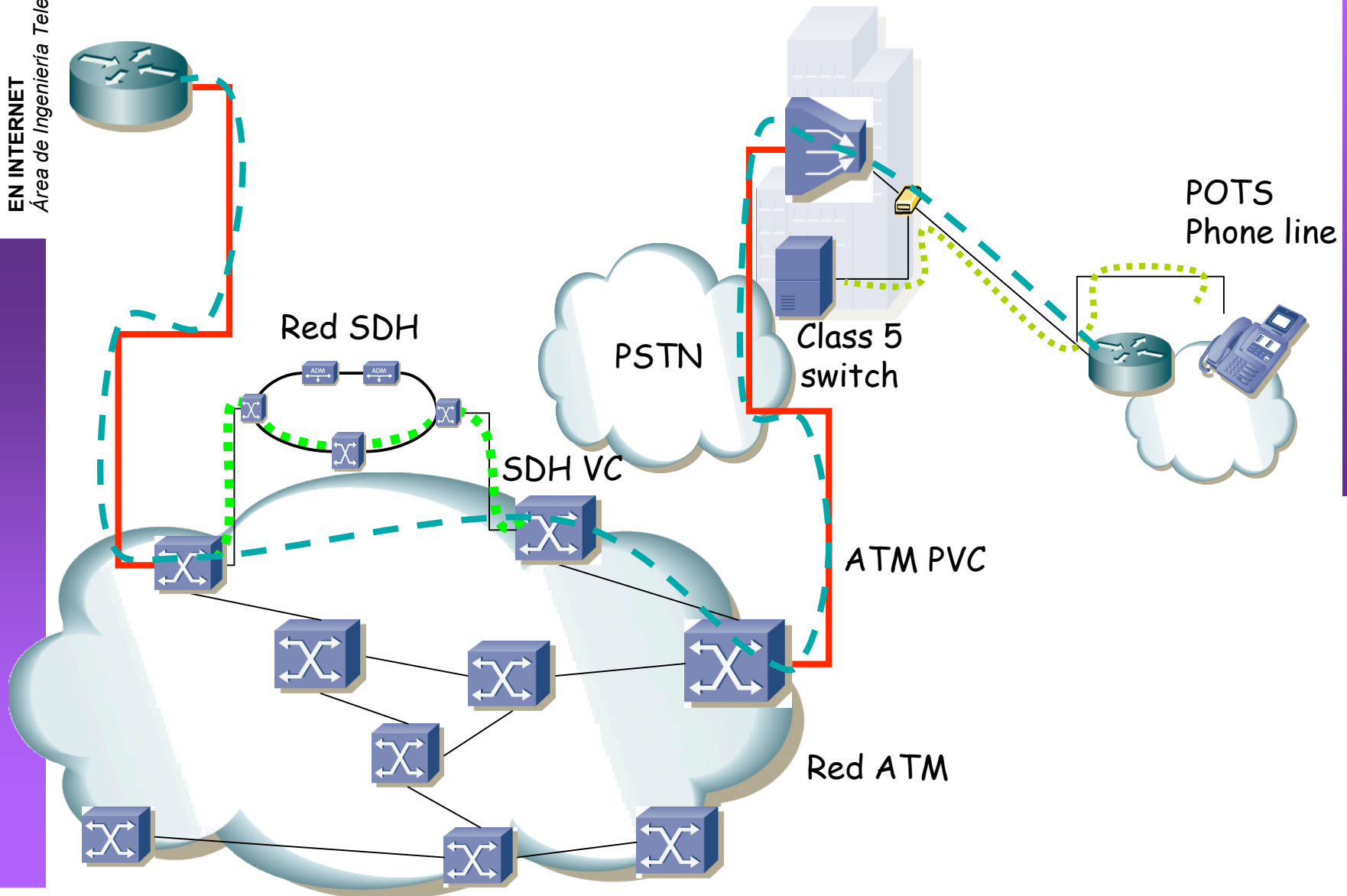
- Al menos 1 PVC para datos



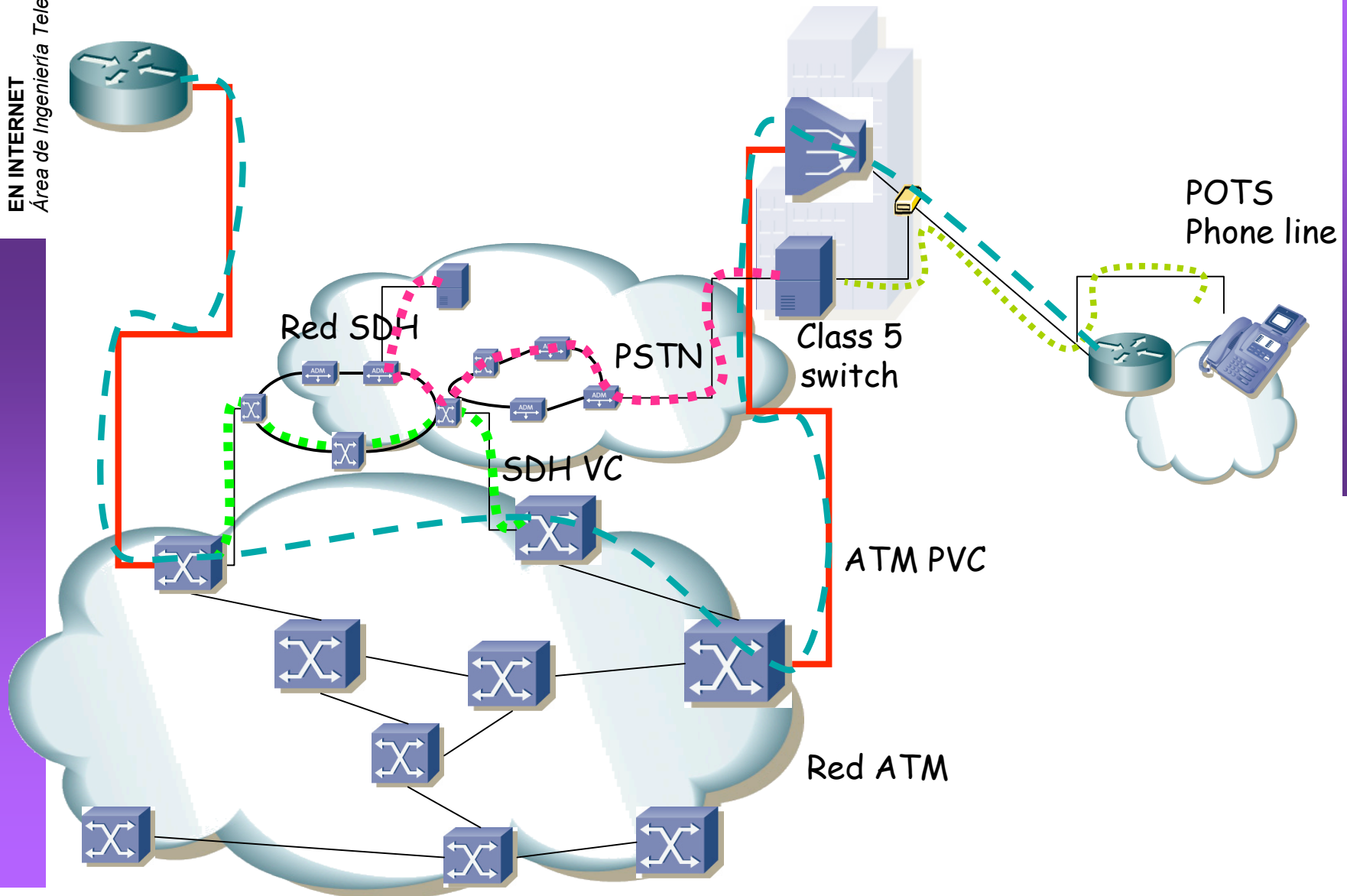
WAN ATM



WAN(s) SDH

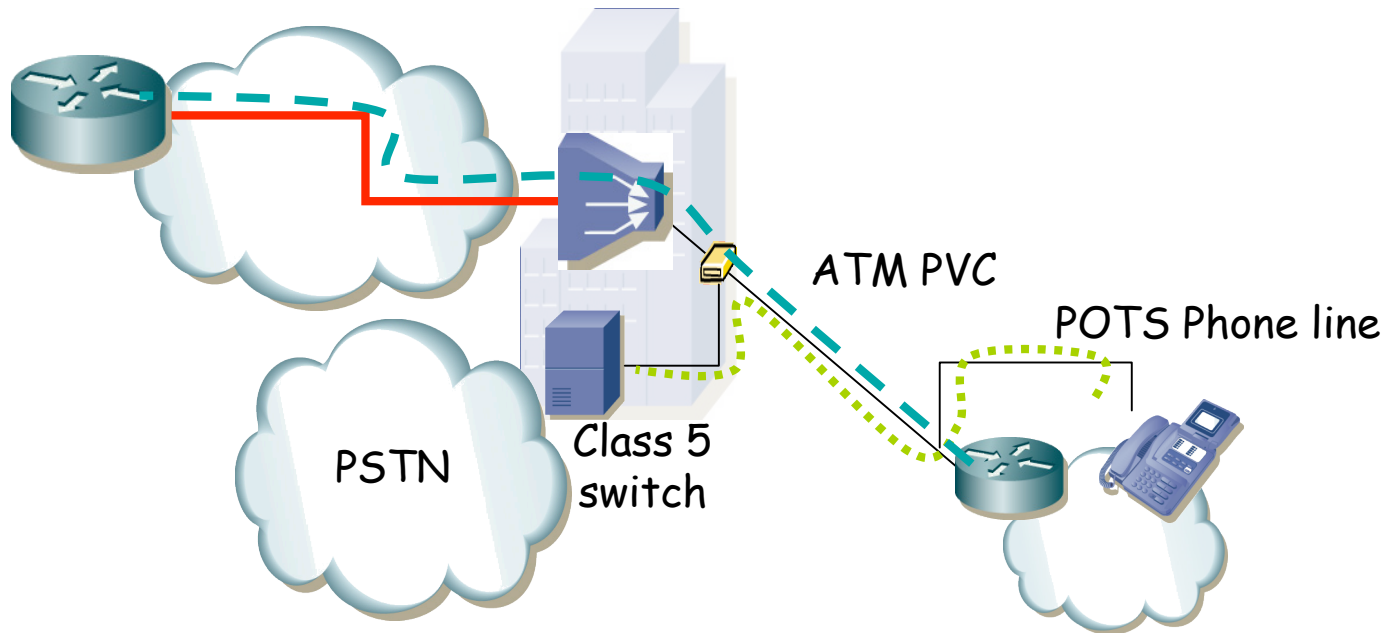


PDH over SDH



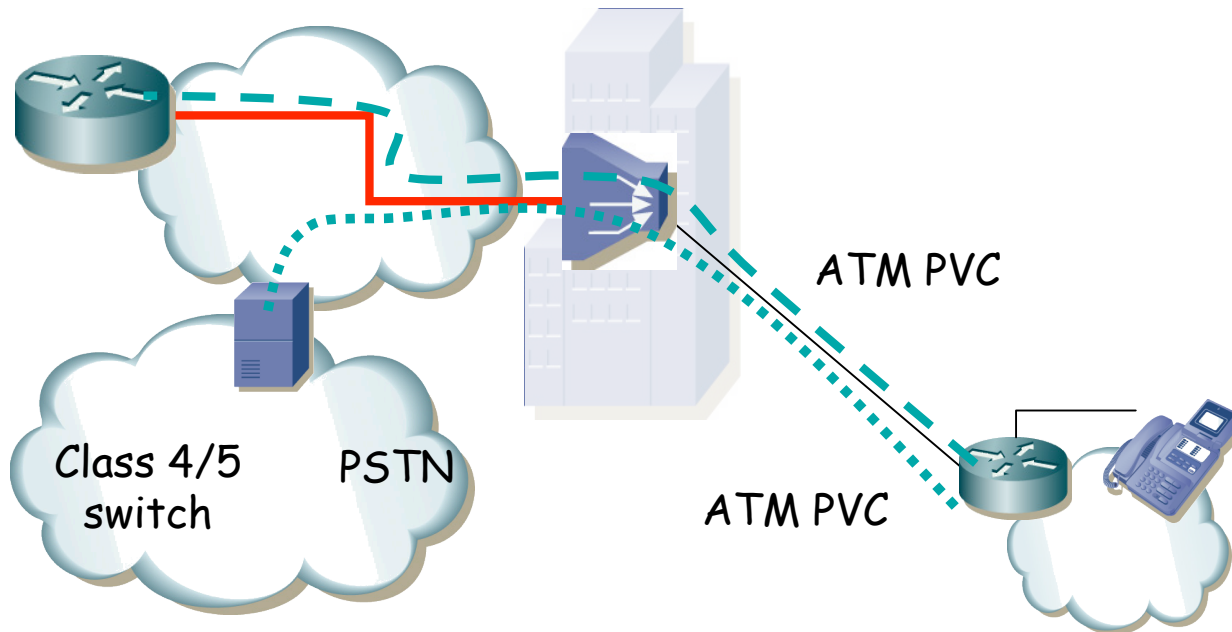
ATM

- (repetición para ver el cambio)



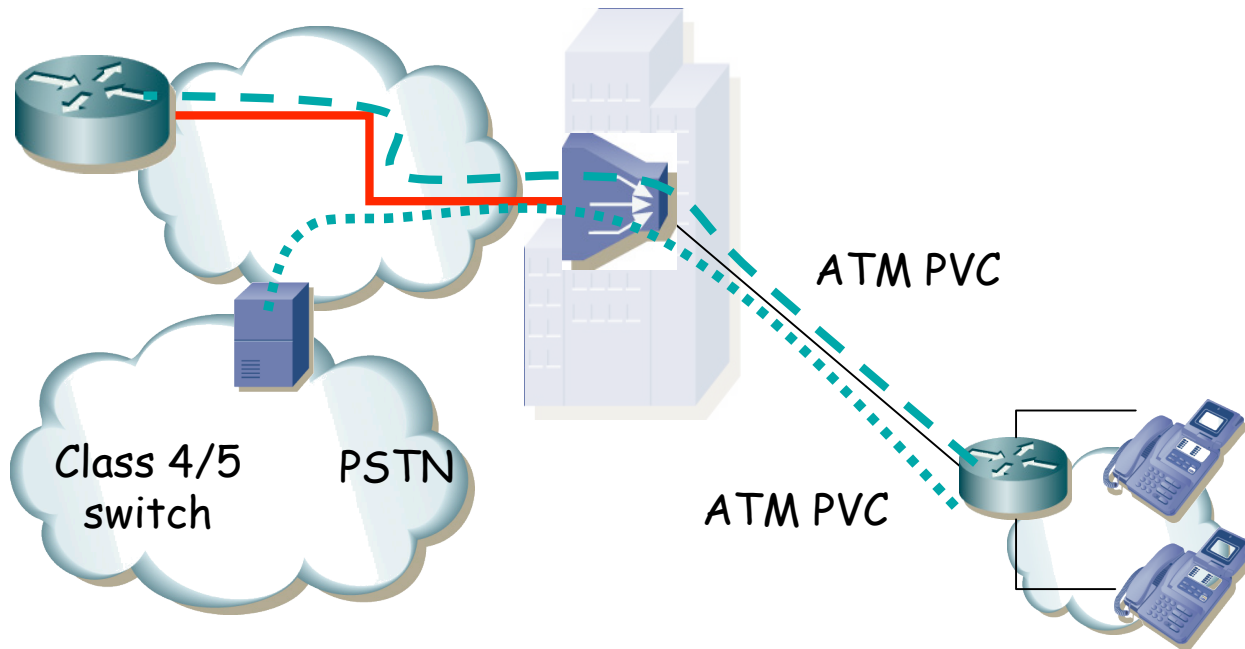
ATM + 2 PVCs

- Un segundo PVC transporta la voz (VoATM o VoIP sobre ese PVC)
- Emplea los mecanismos de QoS de ATM (datos UBR, CBR o VBR-rt voz)
- Permite uso de xDSL digital (que no permite usar POTS)



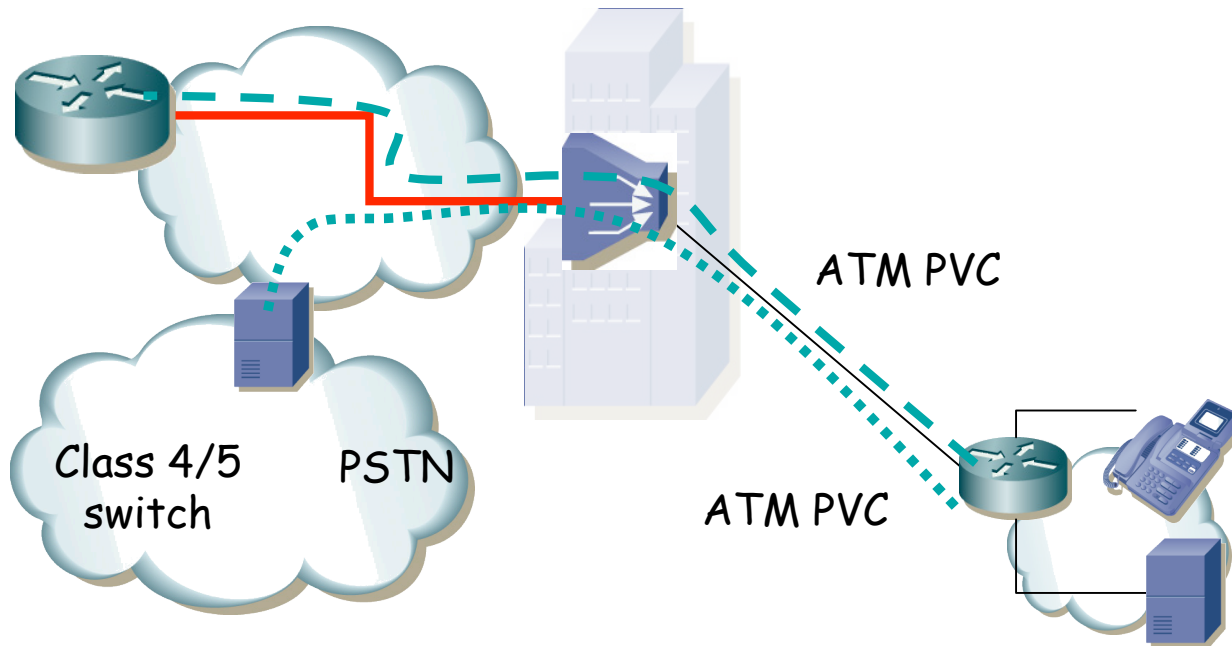
ATM + 2 PVCs

- Un segundo PVC transporta la voz (VoATM o VoIP sobre ese PVC)
- Una o varias líneas en uno o varios PVCs



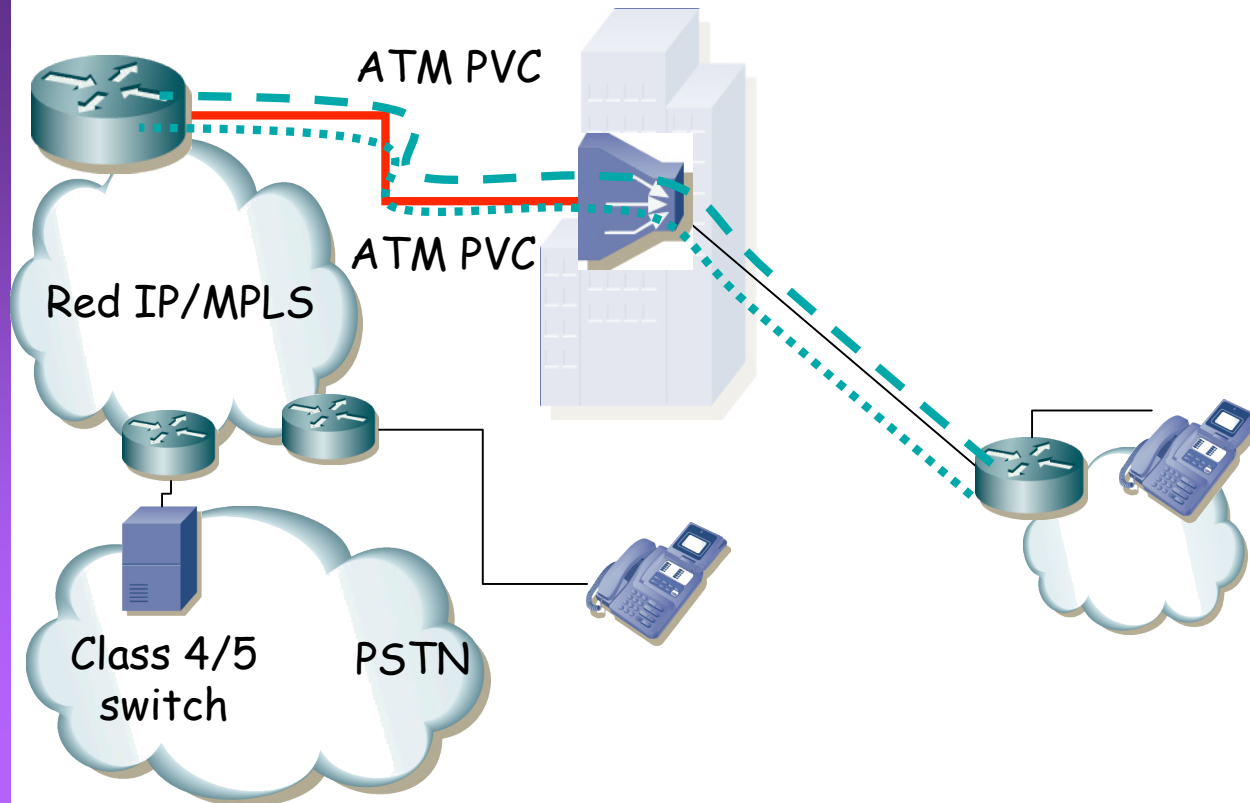
ATM + 2 PVCs

- Un segundo PVC transporta la voz (VoATM o VoIP sobre ese PVC)
- Una o varias líneas en uno o varios PVCs
- O servicio a una PBX



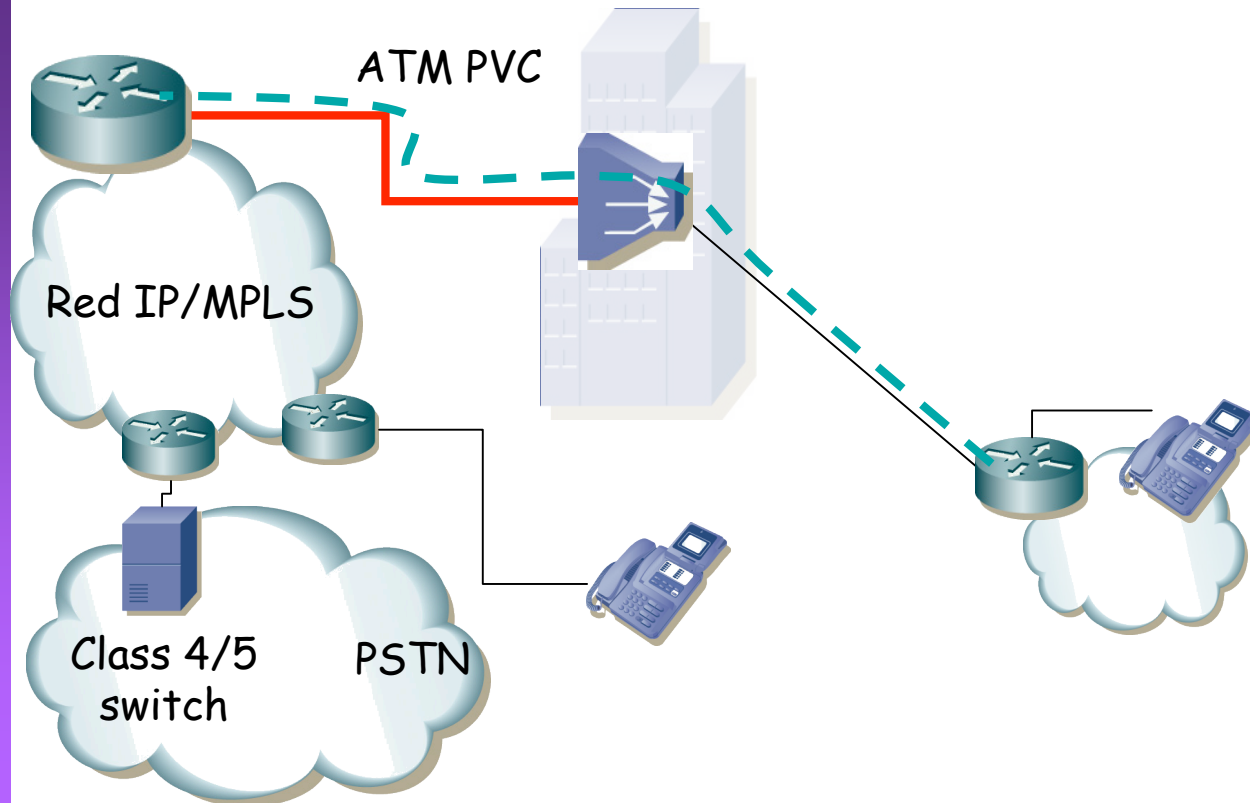
ATM + 2 PVCs

- Un segundo PVC transporta la voz (VoATM o VoIP sobre ese PVC)
- VoIP a través de la red de uno o varios operadores
- Hasta el abonado final o acabando en la PSTN



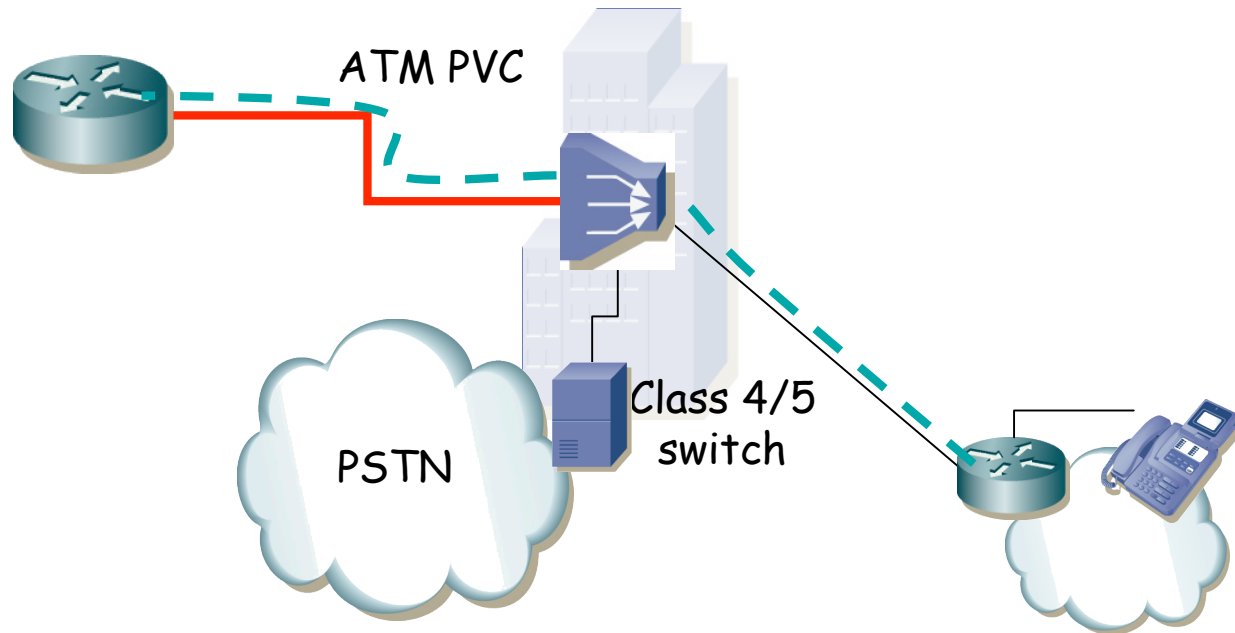
ATM + 1 PVC + IP QoS

- Un solo PVC transporta la voz (VoIP) + datos
- QoS para la voz mediante mecanismos en el nivel de red (LLQ, LFI)
- PVC debería usar CBR o VBR por llevar voz y no UBR por llevar datos



DSLAM MG

- DSLAM con soporte para VoATM / VoIP



DSLAM IP

- DSLAM termina el PVC
- Reenvía paquetes IP o tramas Ethernet

