

CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

juancmartinez@javerianacali.edu.co

Calidad de Servicio (QoS)

Internet y el protocolo IP se diseñaron de modo que proporcionen un servicio que realizará el mejor esfuerzo (*best-effort*) en la entrega.

En este mecanismo de mejor esfuerzo, Internet (o una Intranet privada) tratan por igual a todos los paquetes de datos.

Aplicaciones tradicionales de Internet (Web, FTP, e-mail, telnet) son orientadas a datos: **Tolerantes a retardos, pero no a pérdidas**



- **Servicios de *best-effort* (BE)** de IP junto con fiabilidad extremo a extremo de TCP resulta adecuado

Calidad de Servicio (QoS)

Conforme crece el nivel de tráfico en las redes y se produce congestión, la entrega de todos los paquetes se ralentiza. Si la congestión llega a ser severa, se descartan paquetes para aliviar dicha congestión.

- *No se hace ninguna distinción en términos de la importancia relativa de ningún tipo de tráfico.*

Con el incremento del volumen de tráfico y con la introducción de nuevas aplicaciones en tiempo real (tolerantes a pérdidas pero **no a retardos**) y multimedia, los protocolos y servicios tradicionales de Internet son inadecuados →

- Necesidad de dar garantías sobre el servicio (provisión de la calidad de servicio – QoS)



Calidad de Servicio (QoS)

En la actualidad, redes totalmente distintas se fusionan en una red IP. Por ejemplo, las redes de telefonía y de vídeo (CCTV) están migrando a IP. En estas redes, es necesario controlar la forma de compartir los recursos de la red para satisfacer los requisitos de cada servicio.

Una solución es permitir que los enrutadores y conmutadores de la red se comporten de forma distinta en función de los diferentes tipos de servicios (voz, datos, vídeo) mientras el tráfico pasa a través de la red.

Esta técnica se denomina **Servicios Diferenciados (DiffServ)**. Al hacer uso de QoS, distintas aplicaciones de la red pueden coexistir en la misma red sin consumir el ancho de banda de la otra.

Definiciones de QoS

- Es la capacidad de dar un buen servicio.
- Es un conjunto de requisitos de servicio que la red debe cumplir para asegurar un nivel de servicio adecuado para la transmisión de los datos. Estos requisitos se basan en estándares de funcionalidad de QoS.
- Permite que los programas en tiempo real optimicen el uso de ancho de banda de la red.
- **El término Calidad de Servicio hace referencia a las diversas tecnologías que garantizan una cierta calidad para los distintos servicios de la red.**

Un ejemplo de calidad puede ser un nivel de ancho de banda sostenido, un tiempo de espera reducido, ausencia de pérdida de paquetes, etc.

Definiciones de QoS

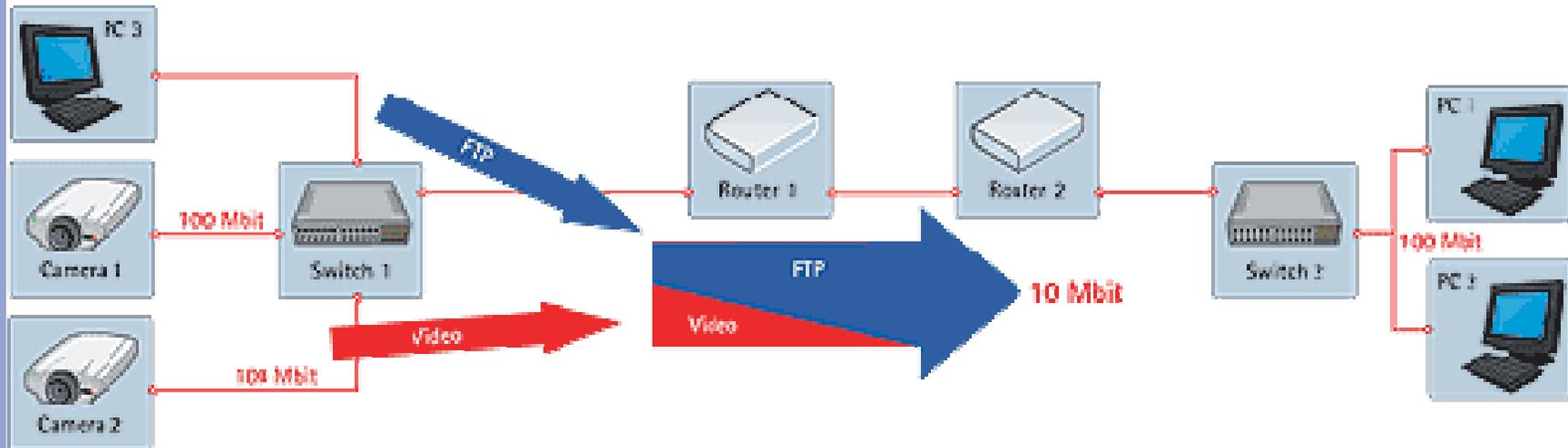
Las **ventajas principales** de una red compatible con QoS pueden resumirse de la forma siguiente:

- La capacidad de priorizar el tráfico y, por lo tanto, permitir que los flujos importantes sean utilizados antes que los flujos de menor prioridad.
- Mayor fiabilidad en la red, gracias al control de la cantidad de ancho de banda que puede utilizar una aplicación y, en consecuencia, el control sobre las carreras del ancho de banda entre aplicaciones.

Estándares de QoS (RFC – Request For Comments).
Publicados por el grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF)

- RFC 2211: Specification of the Controlled-Load Network Element Service.
- RFC 2212: Specification of Guaranteed Quality of service

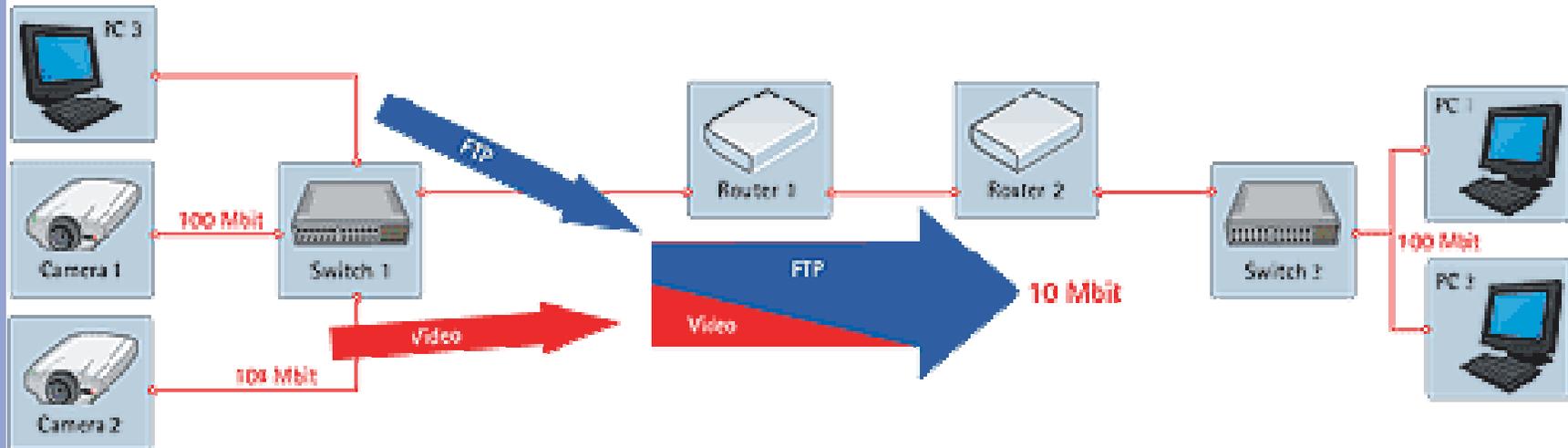
Un caso de QoS



Red común (no compatible con QoS)

En este ejemplo, PC1 está viendo dos transmisiones de vídeo desde las cámaras Cam1 y Cam2, con cada cámara transmitiendo a 2,5 Mbps. De forma repentina, PC2 inicia una transferencia de archivos desde PC3.

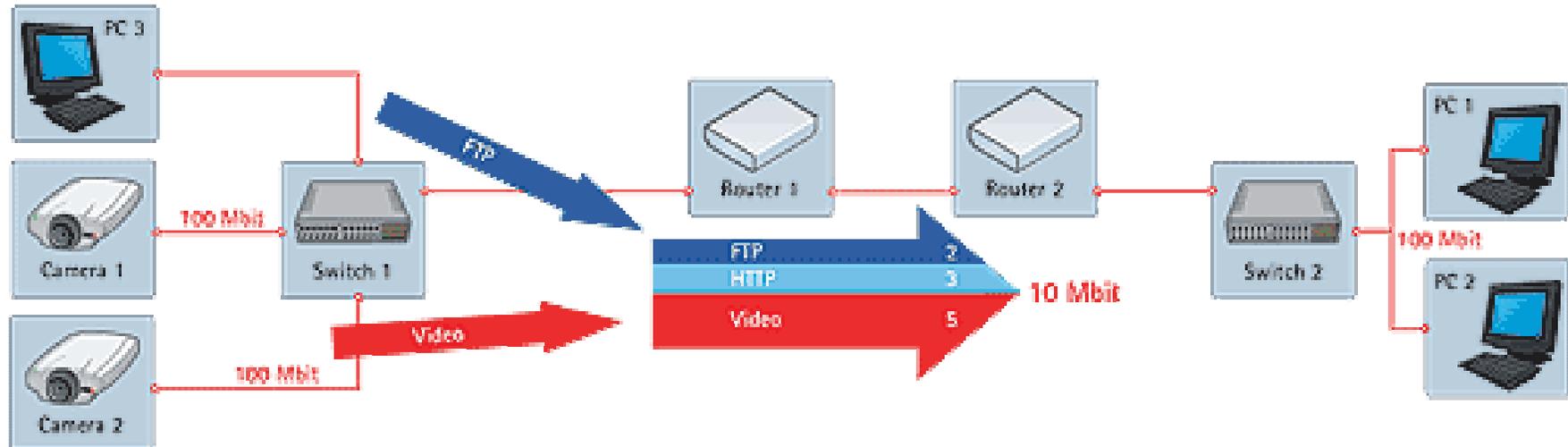
Un caso de QoS



Red común (no compatible con QoS)

En este caso, la transferencia de archivos intentará hacer uso de la capacidad completa de 10 Mbps entre los routers R1 y R2, mientras que las transmisiones de vídeo intentarán mantener su velocidad total de 5 Mbps.

Un caso de QoS



Red compatible con QoS

El router R1 ha sido configurado para destinar hasta 5 Mbps de los 10 Mbps disponibles para la transmisión de vídeo. Se permite que el tráfico FTP utilice 2 Mbps, y HTTP y el resto del tráfico pueden utilizar un máximo de 3 Mbps.

Tipos de Tráfico

Tráfico Elástico → Se puede ajustar a los cambios de retardos y rendimientos de una red, sin dejar de satisfacer las necesidades de sus aplicaciones.

Este es el tipo de tráfico soportado por redes basadas en TCP/IP.

- Transferencia de archivos – *Según tamaño – sensible a retardos*
- Correo Electrónico – *Bastante insensible a variaciones de retardo*
- Conexión Remota – *Sensible a retardos*
- Gestión de Red – *Los retardos no son una preocupación*
- Acceso a la WEB – *Sensible a los retardos*

Los Router gestionan a ciegas los paquetes IP entrantes, sin importarles el tipo de aplicaciones ni si un paquete forma parte de una transferencia grande o pequeña.

Tipos de Tráfico

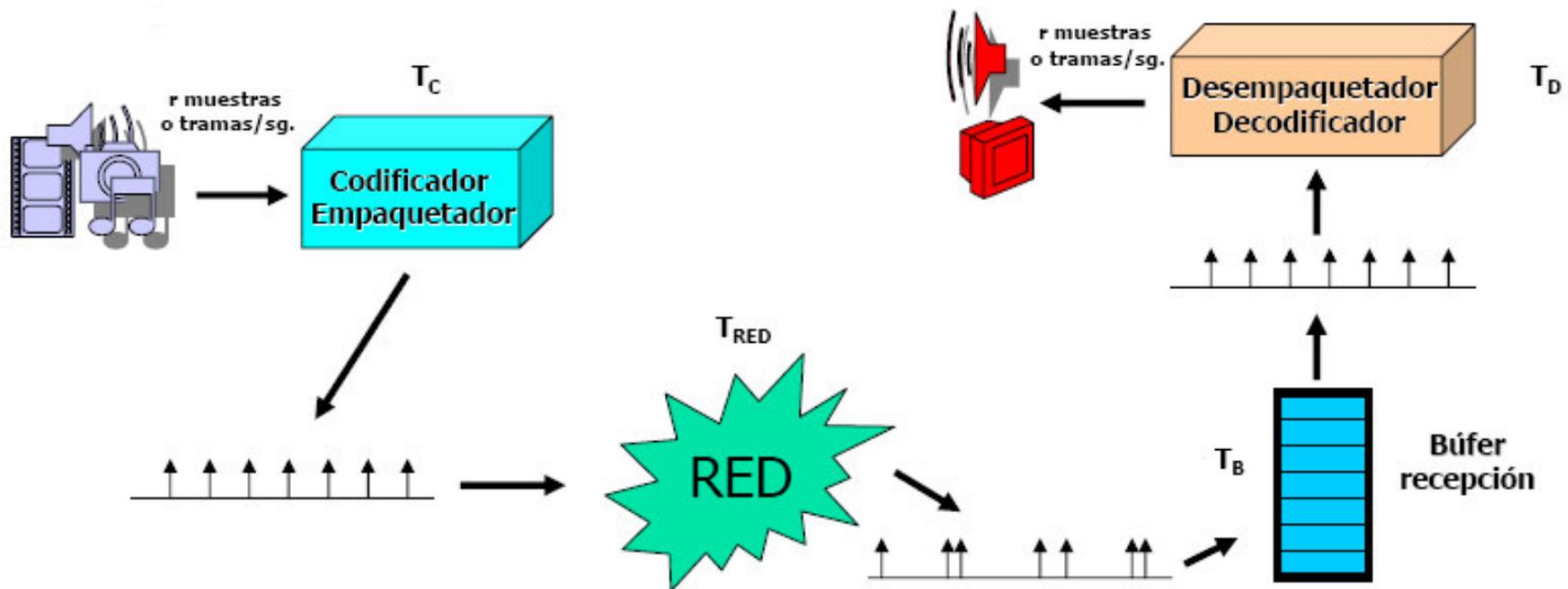
Tráfico No Elástico → No se adapta fácilmente a las variaciones de retardos y rendimientos de una red.

- Tráfico en tiempo real – *Voz y Audio*

Requisitos :

- **Rendimiento:** *Mide la cantidad de Bytes de datos de usuario, transferidos por segundo, medido durante un intervalo de tiempo.*
- **Retardos:** *Mide el tiempo entre el envío de un mensaje por el usuario de origen y su recepción por el usuario destino.*
- **Variaciones de Retardo (Jitter):** *La magnitud de las variaciones del retardo es un factor crítico en las aplicaciones en tiempo real.*
- **Perdida de paquetes:** *Las aplicaciones en tiempo real varían según la cantidad de paquetes perdidos, si es que se produce alguna, que puedan sufrir.*

Tipos de Tráfico



$$T_{\text{playout}(0)} = T'_0 = T_0 + T_C + T_{RED} + T_B + T_D$$

Tipos de Tráfico

El **Tráfico No Elástico** introduce dos nuevos requisitos en la arquitectura de la redes:

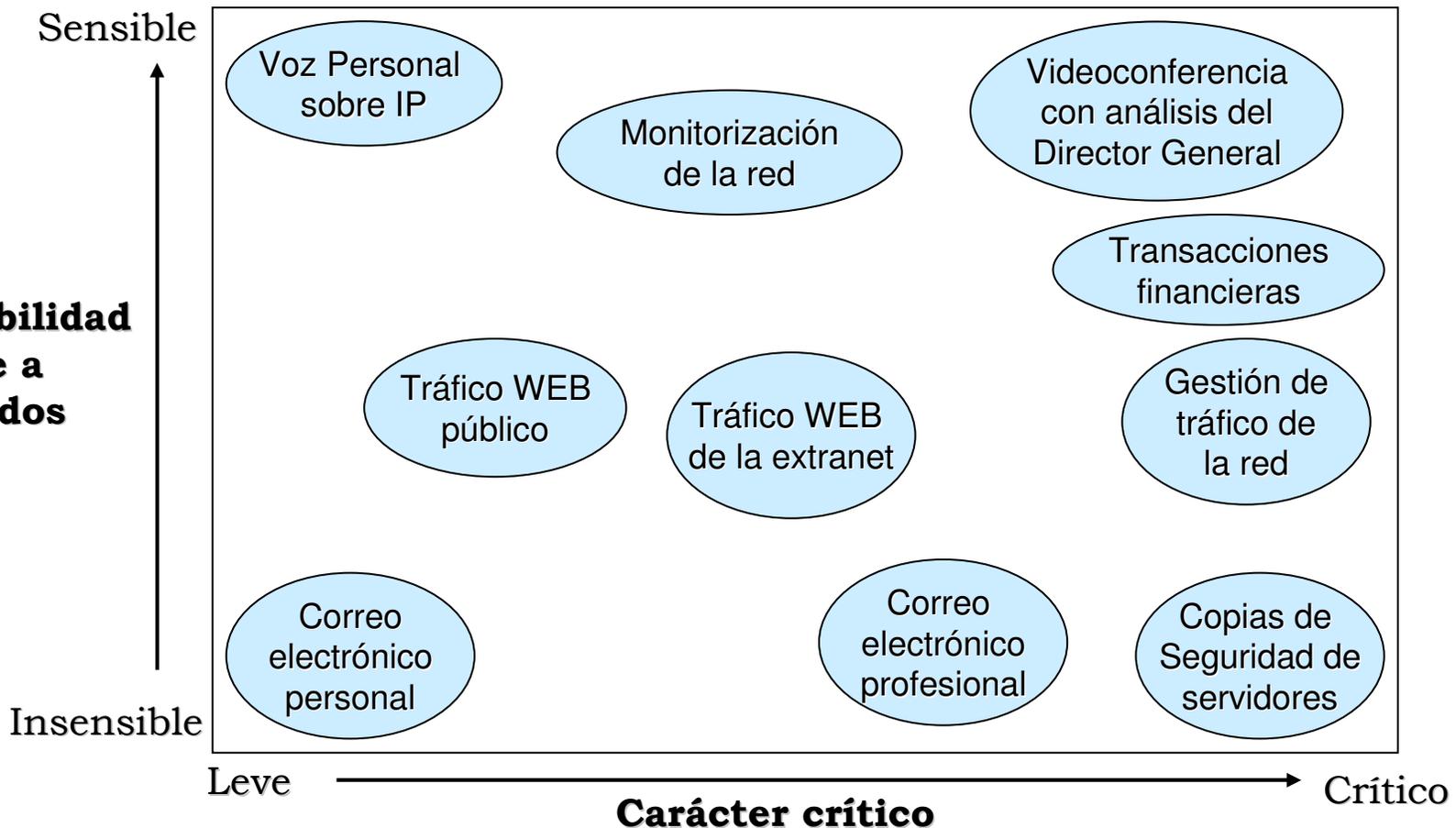
- Se necesita algún mecanismo para otorgar un tratamiento preferente a las aplicaciones que tengan los requisitos más exigentes.
- El uso de tráfico elástico debe estar aun contemplado.

Las aplicaciones No elásticas normalmente no reducen su demanda para enfrentarse a la congestión. En momentos de congestión el tráfico no elástico seguirá proporcionando alta carga y el elástico será expulsado.

Tipos de Tráfico

Comparación de la sensibilidad frente a retardos y carácter crítico de las aplicaciones en una empresa

**Sensibilidad
frente a
Retardos**





Aplicaciones Multimedia

- Transmisión de audio y video almacenado
- Transmisión de audio y video en directo
- Transmisión de audio y video interactivo en tiempo real

Aplicaciones Multimedia

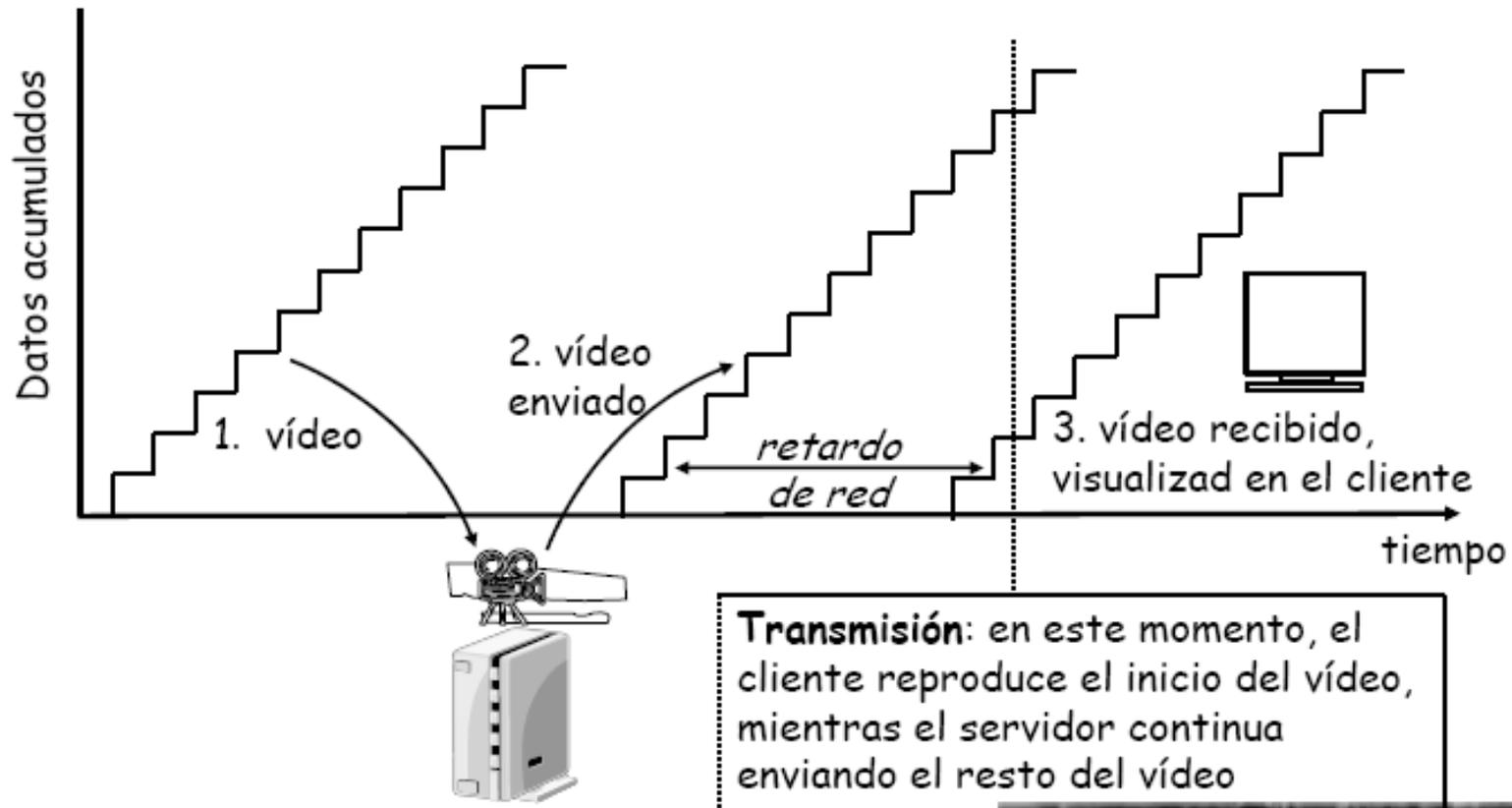
Transmisión Multimedia almacenada

■ Transmisión:

- Contenido almacenado en el origen
- Transmitido al cliente
- La reproducción en el cliente se inicia antes de haber recibido todo el contenido
 - *Restricciones temporales para los datos siguientes: a tiempo para ser reproducidos*

Aplicaciones Multimedia

Transmisión Multimedia almacenada



Aplicaciones Multimedia

Transmisión Multimedia en directo

■ Transmisión:

- Buffer para transmisión retardada
- La transmisión se puede retardar hasta décimas de segundo
- Restricciones temporales importantes

■ Ejemplos:

- Programas de radio en directo
- Eventos deportivos

■ Interactividad

- Fast forward imposible
- Rebobinado y pausa imposibles

Aplicaciones Multimedia

Transmisión interactiva en tiempo real

■ Aplicaciones:

- Telefonía IP, videoconferencias

■ Retardos extremo a extremo:

- Audio: <150 mseg muy bien, <400 mseg OK
 - Retardos superiores → Comunicación muy deteriorada

■ Inicialización:

- ¿Cómo identifica un receptor su dirección IP, número de puerto, codificación, etc.?

Mecanismos de QoS

Tres mecanismos básicos:

- Seguir con “best-effort” → Sobredimensionar capacidades.
- Reservar a priori recursos
 - Servicios Integrados (IntServ)
- Priorizar determinados servicios/usuarios:
 - Servicios Diferenciados (DiffServ)

Mecanismos de QoS

Tres mecanismos básicos:

- Seguir con “best-effort” → Sobredimensionar capacidades.
- Reservar a priori recursos
 - Servicios Integrados (IntServ)
- Priorizar determinados servicios/usuarios:
 - Servicios Diferenciados (DiffServ)

Best-effort

No es necesario realizar ningún cambio en la red

- Aumento de la capacidad (ancho de banda y capacidad de conmutación) en los ISPs → Mejor servicio para los usuarios → Más usuarios y mayor costo
- Las redes de distribución de contenidos replican su contenido y ubican este contenido en los extremos de Internet → Reducción de la carga en los ISPs
- Multimedia en directo → Desplegar redes de superposición multidifusión (a nivel de aplicación)

Limitaciones del best-effort

Retardo extremo a extremo

- Especialmente crítico en aplicaciones audio interactivas como telefonía o videoconferencia
- Retardos > 400 ms. Pueden dañar la interactividad de la conversación seriamente, por lo que suelen implicar descartes en la recepción.

Variación de retardo (jitter)

- Datos multimedia son generados a tasa constante y deben ser reproducidos de la misma forma →
 - *Necesidad de eliminar el jitter* introduciendo un retardo artificial (búfer), fijo o adaptativo.

Limitaciones del best-effort

Pérdidas

- Una ventaja del tráfico multimedia en su tolerancia a pérdidas (tasas $< 2\%$ suelen pasar inadvertidas)
 - *Estas pérdidas podrían eliminarse con TCP, pero implicaría retardos*
- Por ello, el protocolo usado es UDP.
- Para mitigar los efectos en caso de pérdidas elevadas se usan distintas técnicas no excluyentes que permiten elevar el umbral permisible de pérdidas, dependiendo de la codificación:
 - FEC (redundancia)
 - Interleaving para mitigar efectos de ráfagas de pérdidas → Incrementa el retardo
 - Ocultamiento de pérdidas (Loss concealing) en el receptor: Repetición, interpolación y predicción.

Mecanismos de QoS

Tres mecanismos básicos:

- Seguir con “best-effort” → Sobredimensionar capacidades.
- Reservar a priori recursos
 - **Servicios Integrados (IntServ)**
- Priorizar determinados servicios/usuarios:
 - Servicios Diferenciados (DiffServ)



Servicios Integrados (**IntServ**)

(**ISA** : Arquitectura de Servicios Integrados)

■ **IntServ** es una arquitectura propuesta para Internet en el seno de IETF, con el objetivo de dar garantías QoS a sesiones de aplicación individuales (flujos), basándose en:

- Reserva de recursos
- Control de admisión

■ En IntServ cada paquete IP puede asociarse a un **flujo**.

- *La RFC 1633 define **flujo** como una corriente discernible de paquetes IP relacionados, que resulta de la actividad única de un usuario y requiere una misma calidad de servicio.*



Servicios Integrados (**IntServ**)

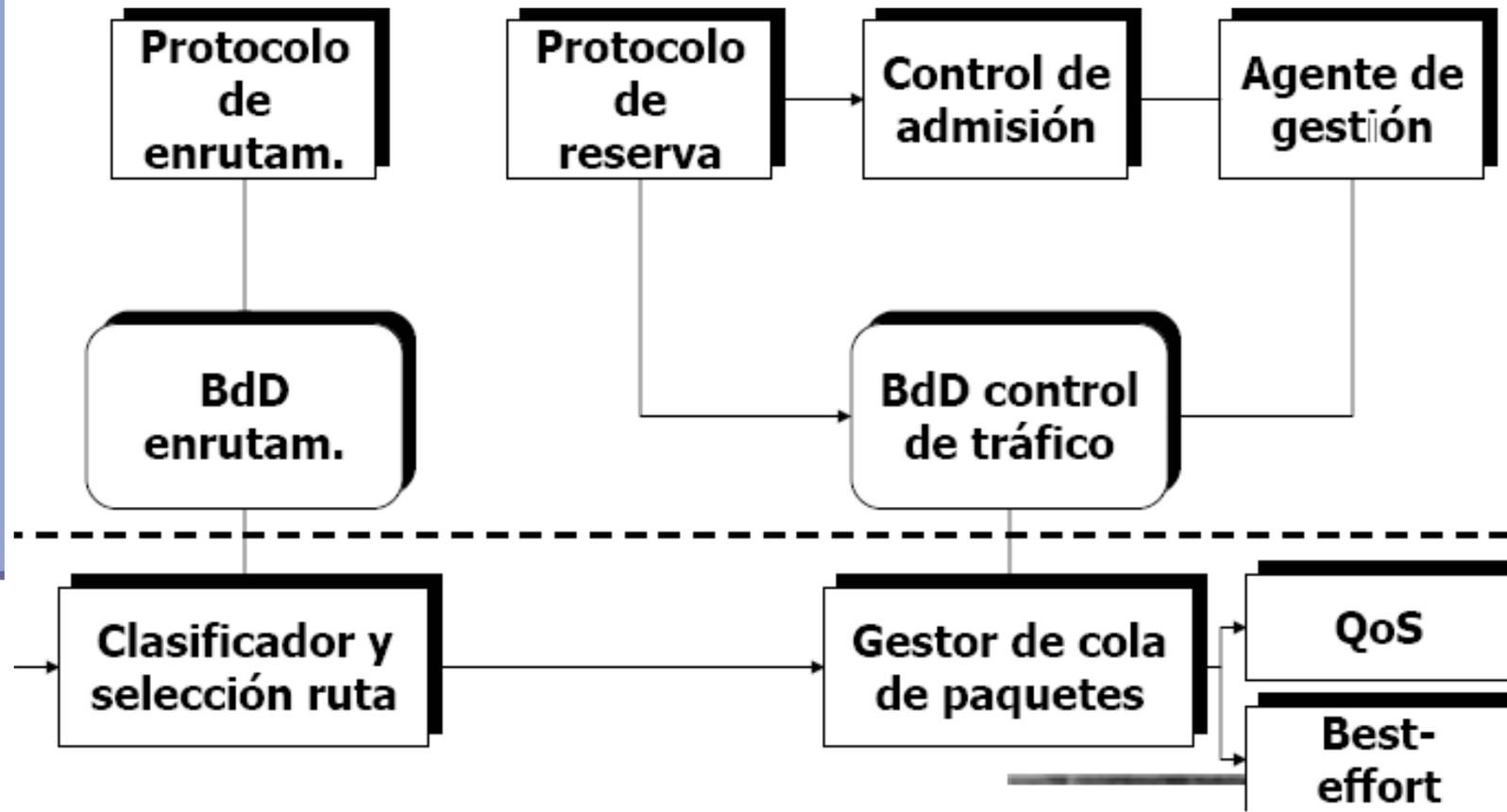
■ **Procedimiento:** Un flujo declara su patrón de tráfico (TSpec) y QoS deseada (RSpec), que son enviados a cada router mediante un protocolo de señalización (RSVP). Cada router verifica si dispone de recursos suficientes, reservándolos en caso afirmativo y rechazando la sesión en caso negativo.

Servicios Integrados: Funciones

IntServ emplea las siguientes funciones para gestionar la congestión y proporcionar transporte con calidad de servicio (QoS).

- Control de admisión: se requiere una reserva de recursos previa.
 - Si el router no dispone de suficientes recursos para garantizar el QoS → Se descarta el flujo.
 - RSVP se utiliza para hacer las reservas.
- Algoritmo de enrutamiento: basado en varios parámetros de QoS, no sólo retardo mínimo (p.e. OSPF).
- Disciplinas de atención en cola: tiene en cuenta las necesidades de los diferentes flujos.
 - Determina el siguiente paquete a enviar.
- Política de descarte: para gestionar la congestión y satisfacer la QoS garantizadas.

Servicios Integrados: Componentes



Servicios Integrados: Componentes

- Protocolo de reserva: reservar recursos para flujos nuevos a una determinada QoS → RSVP.
 - Entre routers y entre routers y sistemas finales.
 - Mantiene información de estado: para cada flujo, a través del camino en todos los routers y sistemas finales.
- Control de admisión: determina si hay recursos suficientes, para cada flujo nuevo.
- Agente de gestión: establece políticas de control de admisión.
- Protocolo de enrutamiento: mantiene la BdD de enrutamiento (siguiente salto).

Servicios Integrados: Componentes

- Clasificador y selección de ruta:
 - Los paquetes entrantes se clasifican en clases.
 - Una clase = uno o varios flujos.
 - La clase se determina en función de algunos campos de la cabecera IP.
 - Determina el siguiente salto en función de: clase del paquete e IP destino.
- Gestor de la cola de salida:
 - Determina el orden en el que se transmiten los paquetes, en base a la clase del paquete, el contenido de la BdD de control de tráfico y la actividad (pasada y actual) del puerto de salida.
 - Selecciona paquetes para descartarlos.
 - Aplica las políticas de vigilancia, para detectar flujos que se excedan.

IntServ: Clases de servicio

- La arquitectura **IntServ** define dos clases de servicio básicas:
 - Servicio garantizado (RFC 2212): Para aplicaciones de tiempo real que necesitan garantías cuantitativas firmes de QoS.
 - Servicio de carga controlada (RFC 2211): Para aplicaciones adaptativas, incluso de tiempo real, como las que se han diseñado para la Internet actual, que son relativamente tolerantes a retardos pero muy sensitivas a congestión. El servicio es cualitativamente “bueno” (perdidas y retardos bajos) pero no se dan garantías cuantitativas.

IntServ: Clases de servicio

■ **Servicio garantizado:** Los elementos claves del servicio garantizado son los siguientes:

- El servicio garantiza un nivel de capacidad o tasa de datos.
- En la red se especifica un límite superior para el retardo de colas.
- No hay pérdidas en las colas, es decir no se pierde ningún paquete por desbordamiento del buffer.

Un tipo de aplicaciones para este tipo de servicio son aquellas que precisan un límite superior de retardo de manera que pueda emplearse un buffer de retardo para enviar en tiempo real los datos que entran y no toleran pérdidas de paquetes por la degradación en la calidad de salida.

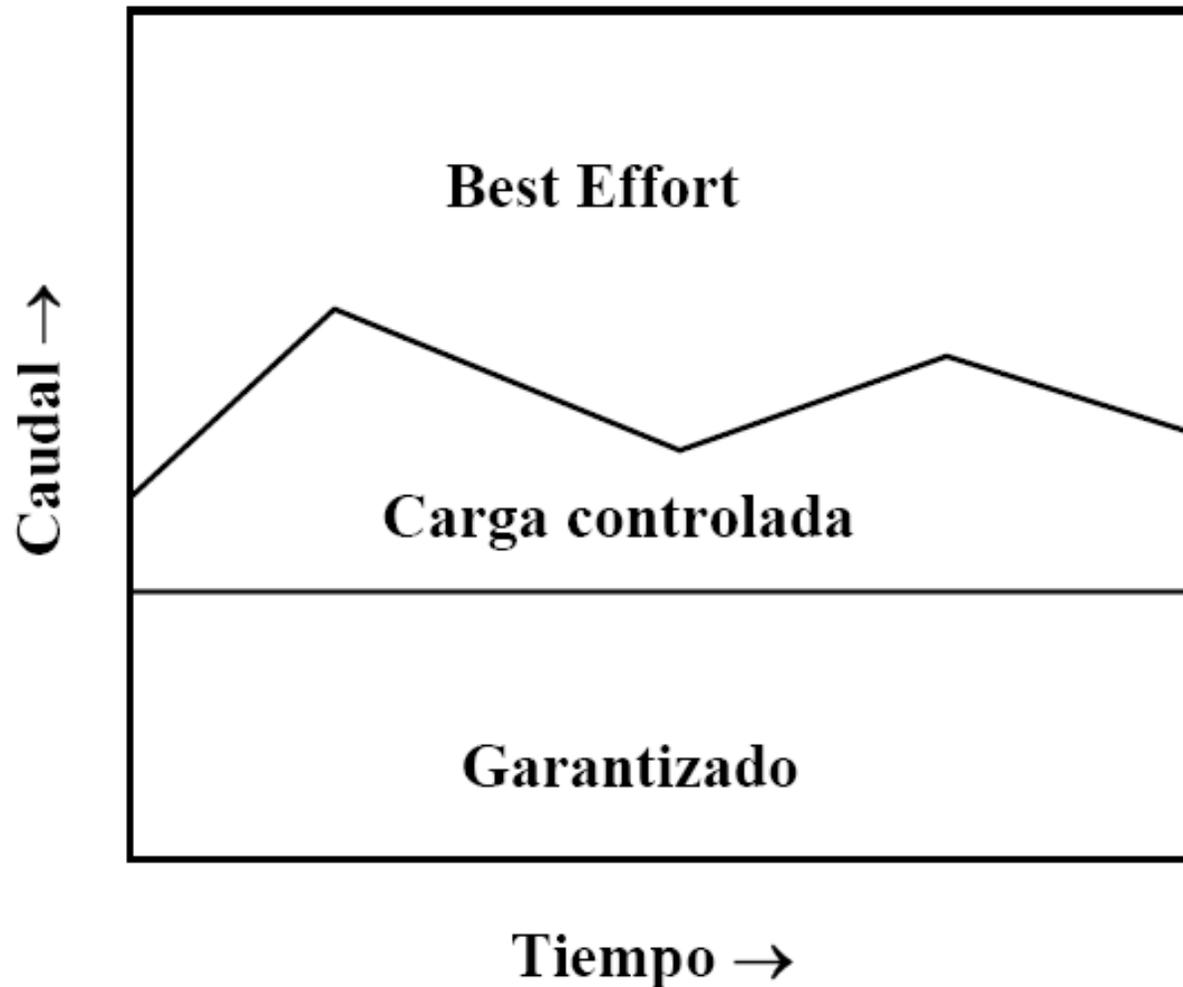
IntServ: Clases de servicio

- **Carga Controlada:** Los elementos específicos del servicio de carga controlada son:
 - El servicio de aproxima mucho al comportamiento observado en las aplicaciones que reciben un servicio de mayor esfuerzo en condiciones sin carga.
 - No hay un límite superior específico para el retardo de colas en la red.
 - Un porcentaje muy alto de paquetes transmitidos serán entregados con éxito (es decir, prácticamente sin pérdidas debidas a colas).

IntServ: Clases de servicio

Servicio	Características	Equivalencia en ATM
Garantizado	<ul style="list-style-type: none"> ■ Garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo ■ Cada router del trayecto debe dar garantías ■ A veces no puede implementarse por limitaciones del medio físico (Ej. Ethernet compartida) 	CBR VBR-rt
Carga Controlada ('Controlled Load')	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calidad similar a la de una red de datagramas poco cargada ■ Se supone que el retardo es bajo, pero no se dan garantías 	VBR-nrt
'Best Effort'	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ninguna garantía (como antes sin QoS) 	UBR

IntServ: Reparto de recursos



RSVP: Mecanismo de reserva (Resource ReSerVation Protocol)

- **RSVP** [Zhang 93; [RFC 2205](#)] es el protocolo de señalización usado en *IntServ* para permitir a las aplicaciones establecer y liberar reservas de recursos (típicamente BW) en Internet, de forma similar a como se hace en las redes clásicas orientadas a conexión
- Características principales de **RSVP**:
 - Permite reservas de recursos sobre árboles *multicast* (el *unicast* se trata como una degeneración del *multicast*), adaptándose dinámicamente a cambios de rutas y de configuración de grupos.
 - En oposición a la filosofía clásica, el receptor inicia y mantiene una reserva para cada flujo de datos. En el caso bidireccional debe ser realizada por cada extremo.
 - También a diferencia del esquema clásico (*hard state*), las reservas en los *routers* son mantenidas sólo durante un tiempo, debiendo ser refrescadas por los receptores (*soft state*), lo que además permite que éstas sean adaptativas.
 - Permite la convivencia con *routers* (tanto IPv4 como IPv6) que no implementan **RSVP** y, por tanto, ofrecen el clásico servicio BE.
 - Prevé distintos estilos de reserva, permitiendo que las reservas *multicast* que confluyen en un *router* puedan fusionarse si se desea.

¿Qué no es **RSVP**?

- **RSVP** no especifica la forma en que la red debe garantizar el BW reservado
- **RSVP** no es un protocolo de encaminamiento, ni decide sobre qué enlaces se deben hacer las reservas. Depende de un protocolo de encaminamiento subyacente que decide las rutas *unicast* o árboles *multicast* a usar.
- **RSVP** no define tests de admisión pero supone que los *routers* implementan alguno y que puede interactuar con ellos para continuar con el proceso de reserva o para comunicar el rechazo al receptor.

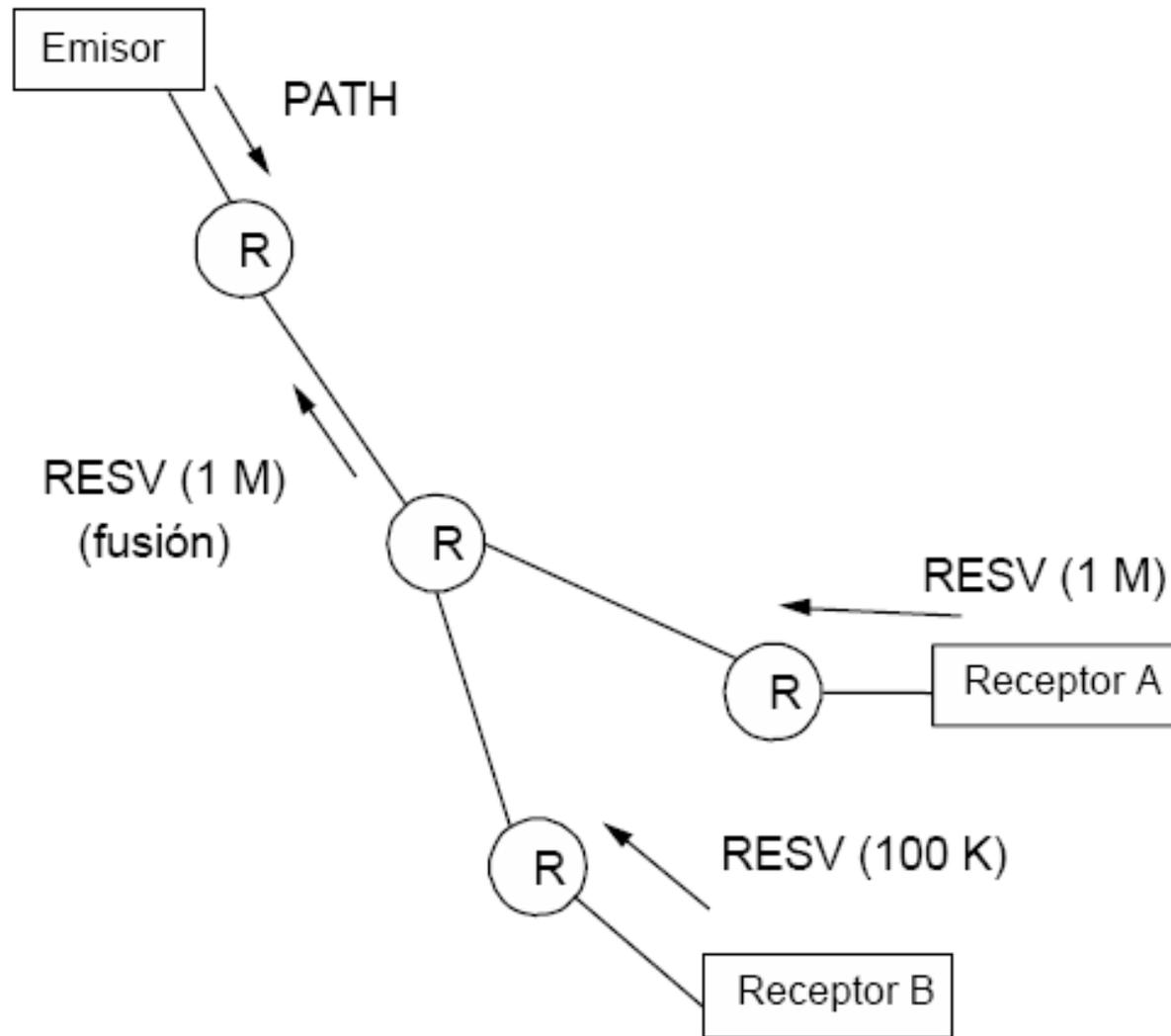
RSVP: Mecanismo de reserva

- El emisor envía un mensaje `PATH` que contiene su *TSpec* a un destino *unicast* o a un grupo *multicast*.
- Los *routers* añaden su dirección IP al mensaje `PATH` antes de reenviarlo y aprenden cuál es su *router upstream* (hacia arriba)
- El receptor responderá al mensaje `PATH` con un mensaje `RESV` que contiene la *TSpec* del emisor y la *RSpec* (típicamente BW) deseada. Este mensaje recorrerá el camino inverso al `PATH` a través de una ruta *unicast* o de un árbol *multicast*.
- Cada *router*, si acepta la reserva, le asigna los recursos necesarios y reenvía *upstream* una nueva reserva que depende del estilo de reserva usado (compartición o no de recursos entre emisores), y que puede suponer la fusión de varias reservas *downstream*.
- Para actualizar las rutas ante eventuales fallos se envían mensajes `PATH` cada cierto tiempo (≈ 30 segs.), desencadenando el envío por parte de los receptores de nuevos mensajes `RESV` para mantener la reserva o realizar otra por la nueva ruta. En este último caso, las reservas antiguas serán liberadas tras vencer la temporización.

RSVP: Mecanismo de reserva

- Los mensajes **RSVP** son enviados salto a salto entre *routers* **RSVP** mediante túneles a través de IP
- Si una reserva es rechazada, debe enviarse un mensaje `ResvError` hacia atrás para deshacer las reservas ya realizadas
- Habitualmente los receptores de una sesión *multicast* son heterogéneos (distintas tasas de recepción). Por ello, los flujos de audio y vídeo suelen codificarse en capas a distintas tasas.
- El emisor sólo debe conocer la tasa máxima de sus receptores y enviar tráfico a dicha tasa a través del árbol *multicast*

RSVP: Mecanismo de reserva

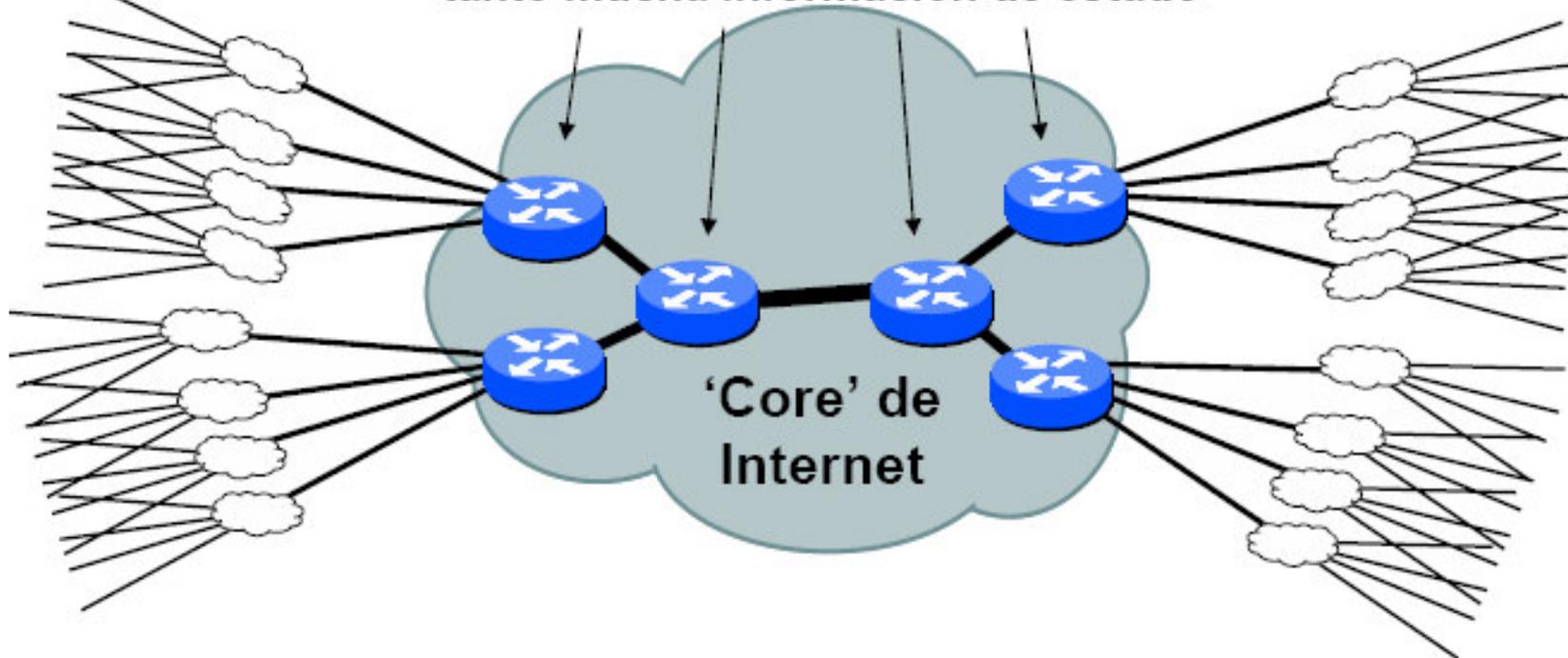


Inconvenientes de **IntServ**

- **Escalabilidad:** La reserva de recursos mediante **RSVP** y el mantenimiento del estado de cada flujo que atraviesa un *router* resulta muy poco eficiente si el número de flujos es muy elevado (más de 250.000 en uno troncal)
- **Flexibilidad:** **IntServ** no permite definir clases de servicio cualitativamente distintas (p. ej., la clase A recibiría un trato preferente sobre la B) que, entre otras ventajas, permitiría que la tarificación resultase mucho más sencilla e intuitiva que la realizada en base a requisitos cuantitativos.

Problemas de escalabilidad de **RSVP**

Estos routers han de mantener información sobre muchos flujos y por tanto mucha información de estado



Problemas de **IntServ/RSVP**

- Los fabricantes de *routers* no han desarrollado implementaciones eficientes de **RSVP**, debido al elevado costo que supone la implementación HW de las funciones de mantenimiento de la información de estado.
- A pesar de todo, **RSVP/IntServ** puede desempeñar un papel en la red de acceso, donde los enlaces son de baja capacidad y los *routers* soportan pocos flujos.
- Recientemente ha resurgido el interés por RSVP por su aplicación en MPLS y funciones de ingeniería de tráfico. En estos casos, el número de flujos no suele ser muy grande

Mecanismos de QoS

Tres mecanismos básicos:

- Seguir con “best-effort” → Sobredimensionar capacidades.
- Reservar a priori recursos
 - Servicios Integrados (IntServ)
- Priorizar determinados servicios/usuarios:
 - **Servicios Diferenciados (DiffServ)**

Servicios Diferenciados (**DiffServ**)

- **DiffServ** [[RFC 2475](#)] resuelve estos problemas fijando el número de categorías de servicio posibles, siendo por tanto independiente del número de flujos o usuarios; y de complejidad constante
- Así, en vez de distinguir flujos individuales, en **DiffServ** se clasifican los paquetes en clases a la entrada de la red (o dominio), donde se marcan adecuadamente. Posteriormente, los *routers* tratan cada paquete según su clase ofreciendo servicio diferenciado por clase (comportamiento agregado)
- **DiffServ** se basa únicamente en el marcado de paquetes. No hay reserva de recursos por flujo, no hay protocolo de señalización, no hay información de estado en los *routers* (se halla contenida en los paquetes)
- Aunque las garantías QoS no son tan severas como en **IntServ**, en muchos casos se consideran suficientes
- Una de las principales características de **DiffServ** es la distinción entre la frontera (*edge*) y el núcleo (*core*) de un dominio DS:
 - *En la frontera* ⇒ *Clasificación de paquetes en clases y monitorización del tráfico (medida, conformación y/o descarte)*
 - *En núcleo* ⇒ *Reenvío (forwarding) de paquetes mediante la asignación de recursos por clase*



Servicios Diferenciados (**DiffServ**)

- Se etiquetan los paquetes para un tratamiento de QoS diferenciado (IPv4: TOS e IPv6: Class) → No se necesitan cambios en IP.
- Antes de usar DiffServ se establece un acuerdo de nivel de servicio (Service Layer Agreement, SLA): ISP y cliente.
- Proporciona un mecanismo de agregación integrado → Todo el tráfico con el mismo byte DS se trata por el mismo servicio de red → Escalabilidad.
- Los routers no guardan información sobre el estado de los flujos. Cada paquete se trata individualmente (DS).



Servicios Diferenciados (**DiffServ**)

- Un servicio DS se proporciona en un dominio DS.
- Dominio DS: porción continua de Internet sobre la que se administra un conjunto consistente de políticas DS.
- Los servicios proporcionados a través de un dominio DS se definen en el SLA (contrato cliente-ISP).
- Una vez establecido el SLA, el cliente envía paquetes con el campo DS marcado para indicar la QoS requerida.
- El ISP debe garantizar la QoS asociada para cada paquete.
- Si el destino está en el dominio DS → Se debe mantener la QoS.
- Si el destino está en otro dominio DS → el dominio DS deberá reenviar los paquetes y re-marcarlos.

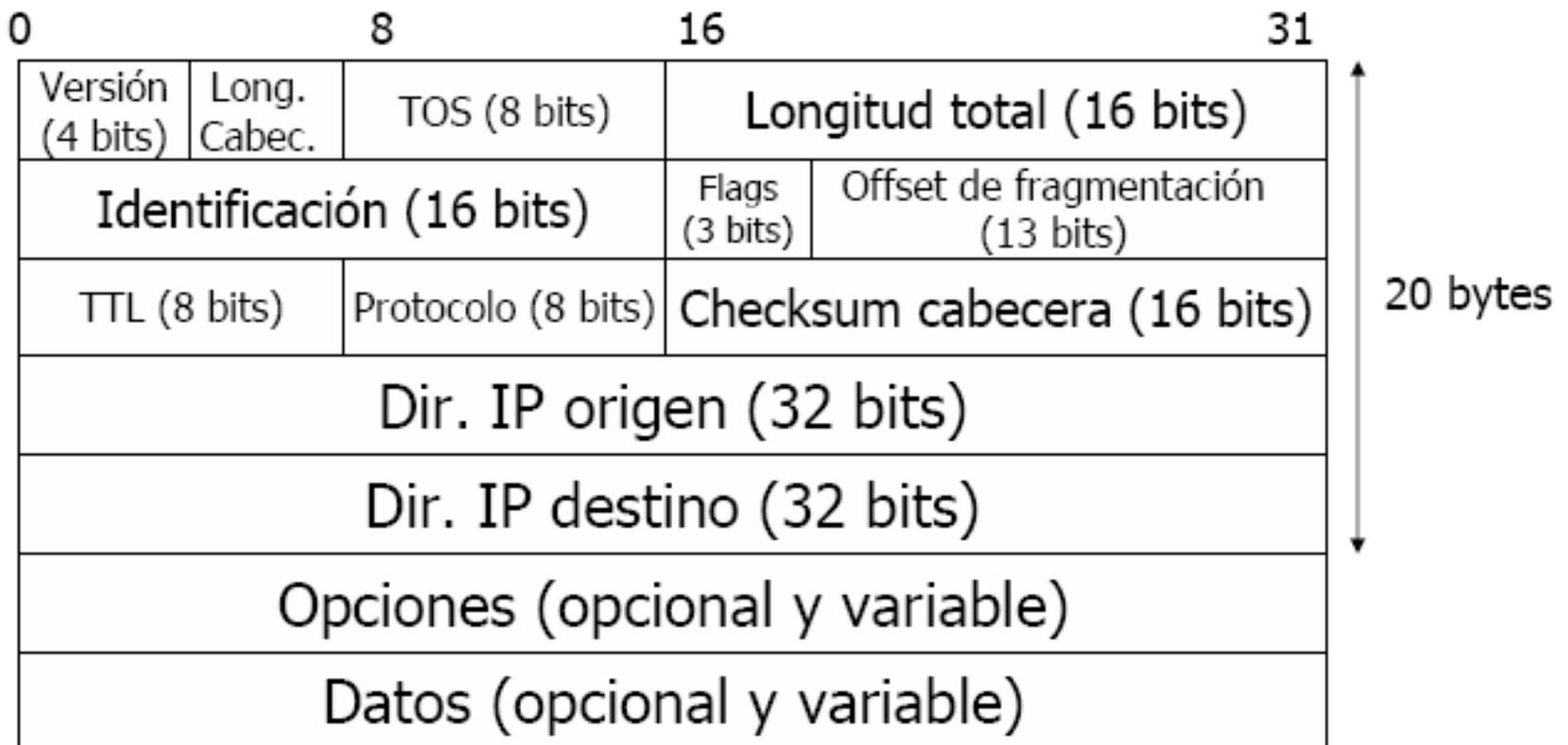


Objetivos de **DiffServ**

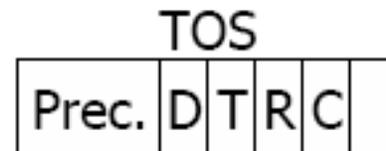
- Proporcionar una arquitectura que posibilite una discriminación de servicios escalable en Internet.
- En el reenvío (forwarding) se utiliza un comportamiento por salto (PHB: Per-Hop-Behavior)
 - Caracteriza el tratamiento diferenciado que recibe un paquete individual.
 - Este tratamiento se implementa por las disciplinas de servicio de colas (no es parte de la estandarización).
 - Basado únicamente en las marcas de cada paquete.
- Los PHB se realizan en cada nodo de la red para proporcionar tratamientos diferenciados, con independencia de cómo se construyan los servicios extremo a extremo o intradominio.
- Se definen 2 tipos de PHB (+ uno implícito = “best effort”):
 - Assured Forwarding y Expedited Forwarding

Campo TOS

■ Cabecera IPv4:



Campo TOS



■ Precedencia

- 111 Control de Red
- 110 Control encaminamiento
- 101 Crítico
- 100 Muy urgente
- 011 Urgente
- 010 Inmediato
- 001 Prioridad
- 000 Rutina

■ TOS

- 1000 Minimizar retardo
- 0100 Maximizar throughput
- 0010 Maximizar fiabilidad
- 0001 Minimizar coste
- 0000 Servicio normal

Campo DS

- Campo DS:
 - TOS de IPv4
 - Class de IPv6

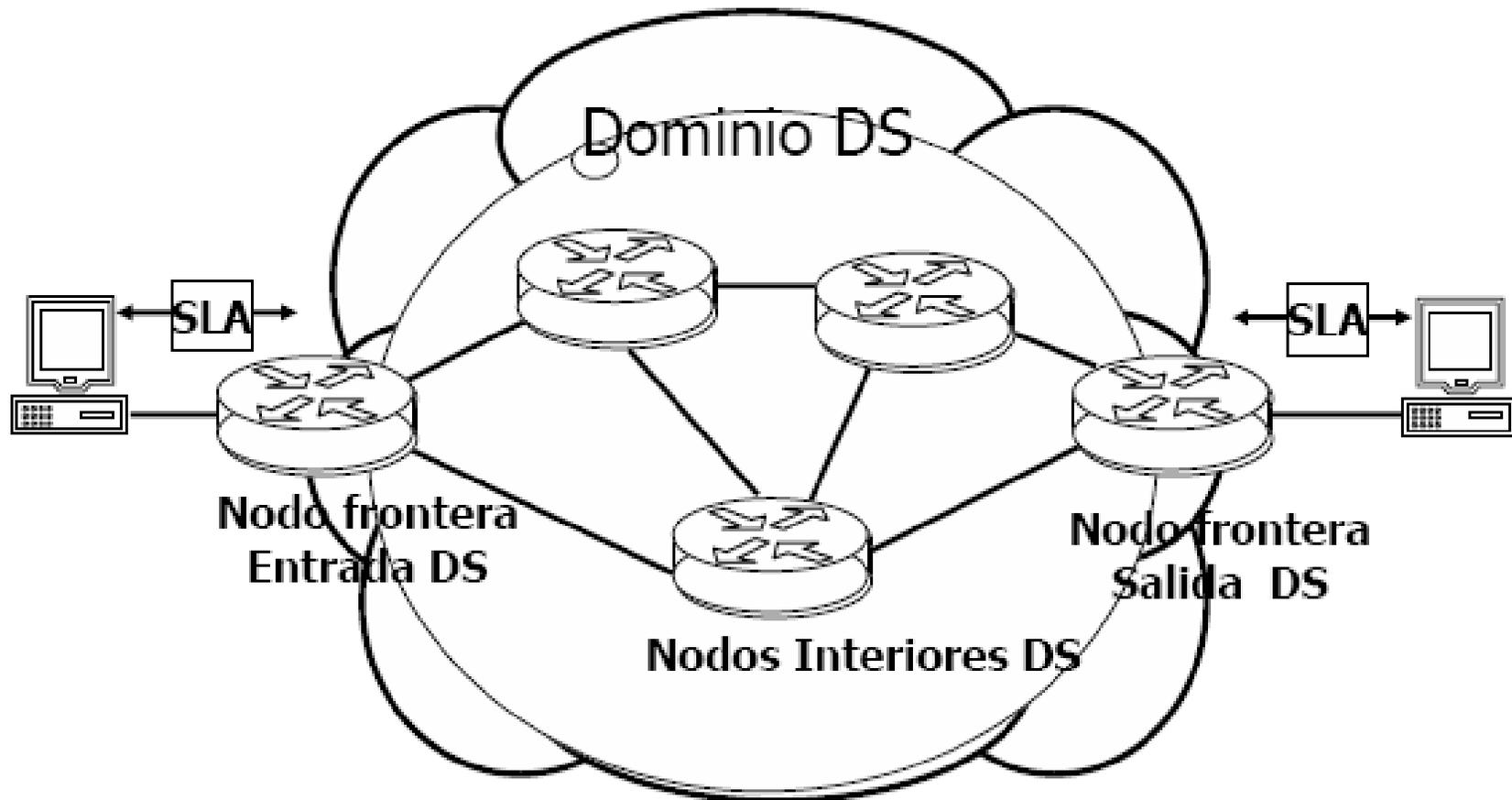


- Formato:
 - 6 bits: código DS
 - 2 bits: no utilizado actualmente
- En principio, 64 clases de tráfico diferentes:
 - Compatibilidad con campo Precedencia de TOS en IPv4.
 - No intención de compatibilidad con TOS en IPv4.
 - Agrupados en 3 conjuntos de códigos.

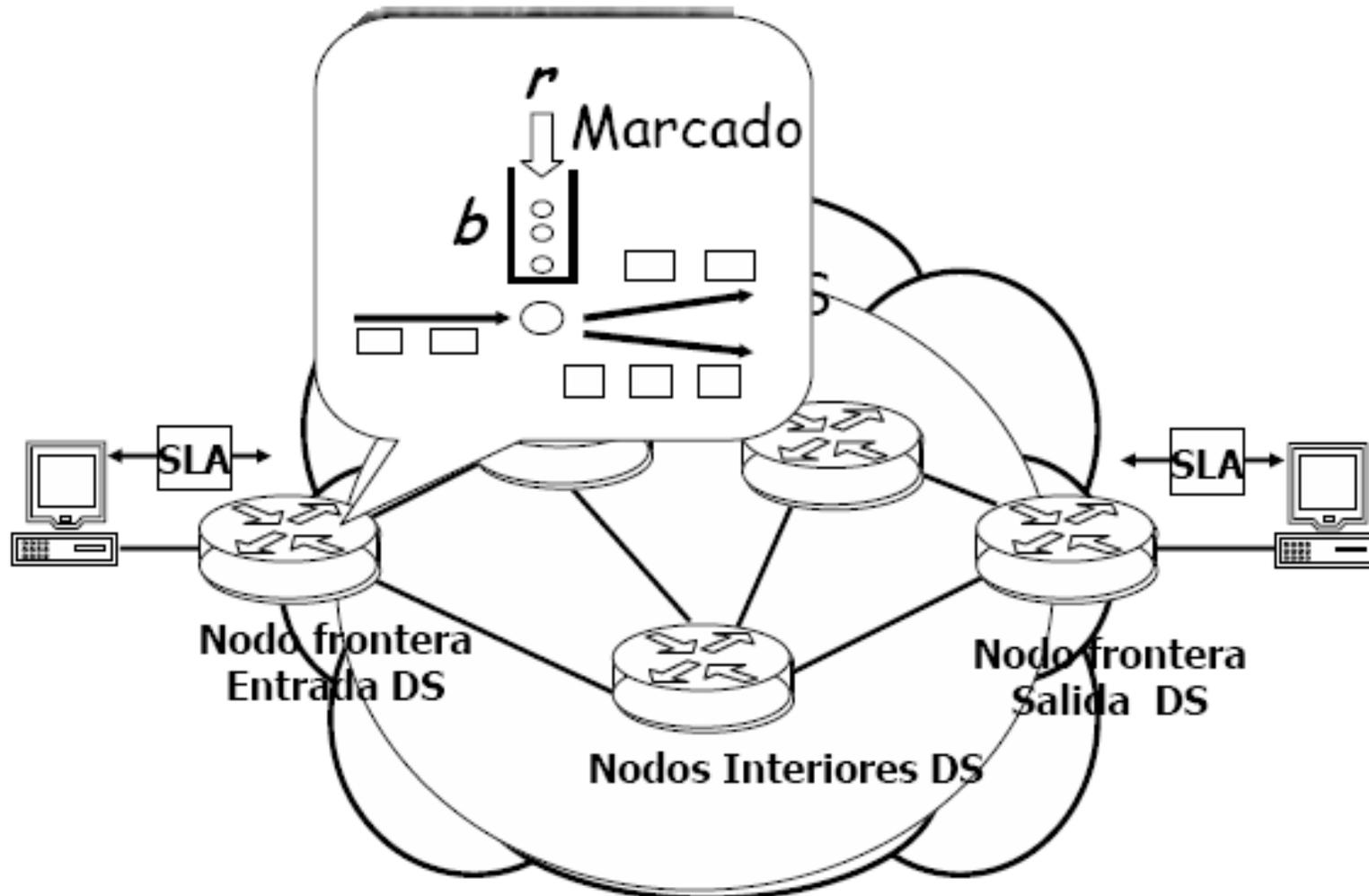
Campo DS

- Códigos DS:
 - Códigos xxxxx0: acción estándar (asignados por ICANN).
 - xxx000 reservados para compatibilidad con Precedencia IPv4.
 - Códigos xxxx11: Experimental/Local Use
 - Códigos xxxx01: Experimental/Local Use + asignación a futuros estándares si se requiere.
- El campo de precedencia indica el grado de prioridad del datagrama. Un router puede actuar de tres maneras para gestionar el datagrama:
 - Selección de ruta
 - Servicio de red
 - Disciplina de atención en cola.

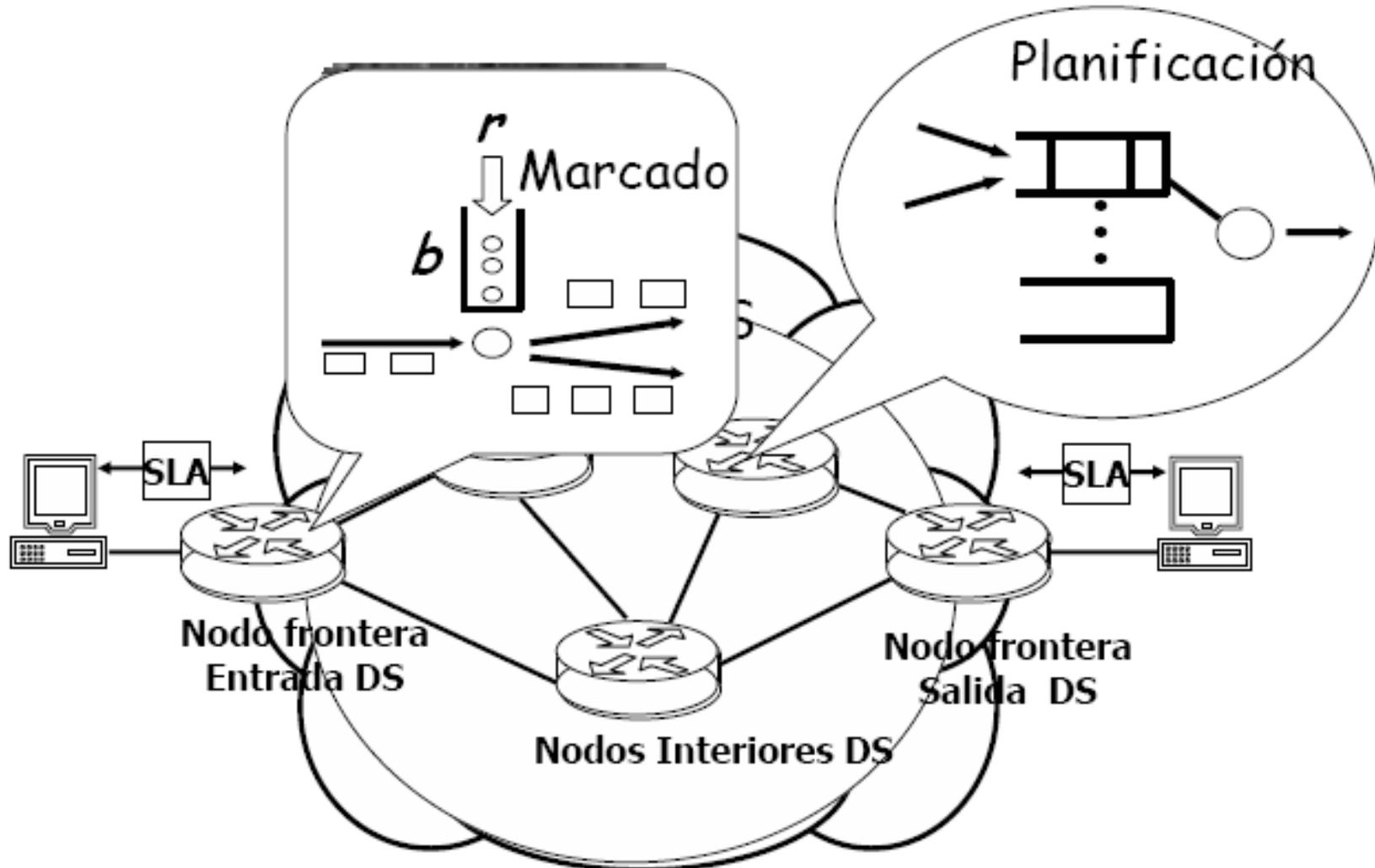
Arquitectura **DiffServ**



Arquitectura DiffServ



Arquitectura DiffServ



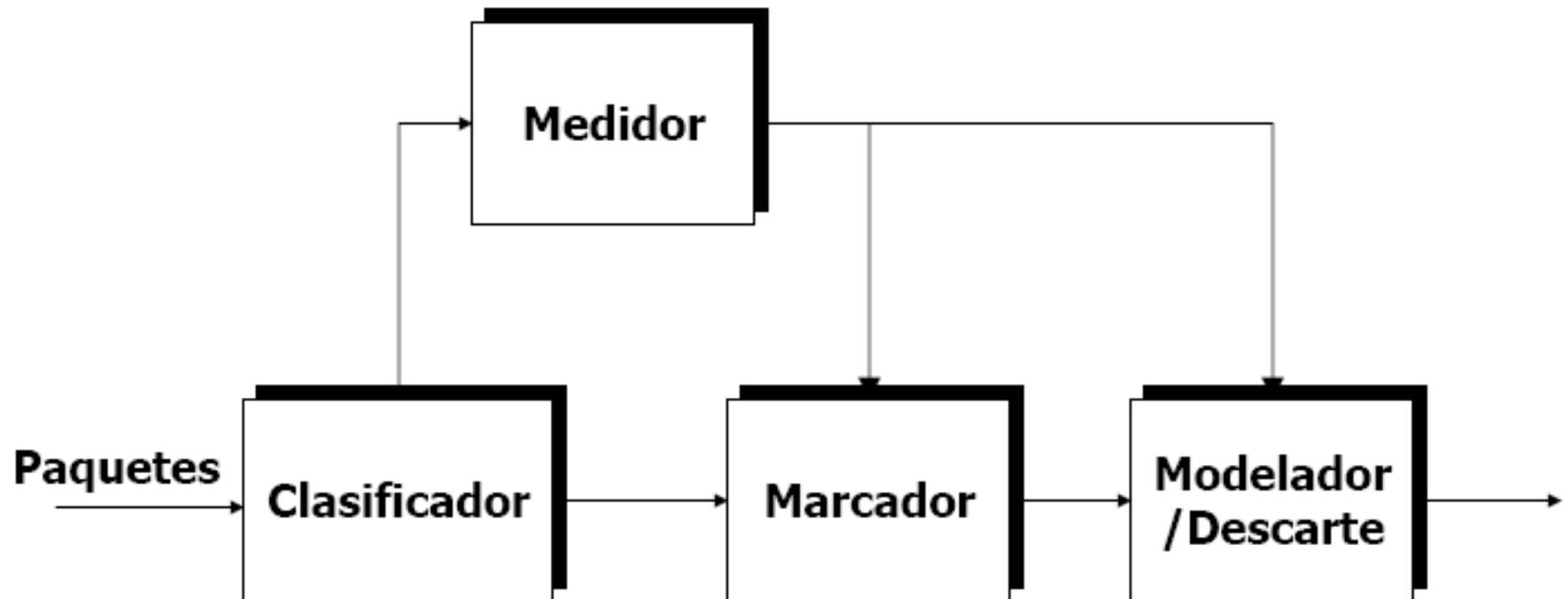


Arquitectura **DiffServ**

- Nodos frontera: clasificación de paquetes y acondicionamiento del tráfico
 - Gestión del tráfico por flujos de datos.
 - Marcan los paquetes.
- Nodos interiores: re-envío
 - Gestión del tráfico por clases → Mecanismos simples para tratar los paquetes en base a su código DS.
 - Implementan el PHB: especificaciones DS que indican el tratamiento de reenvío.
 - Planificación en base al marcado de los nodos frontera.

Arquitectura DiffServ

- Elementos de un nodo con función de acondicionamiento de tráfico:



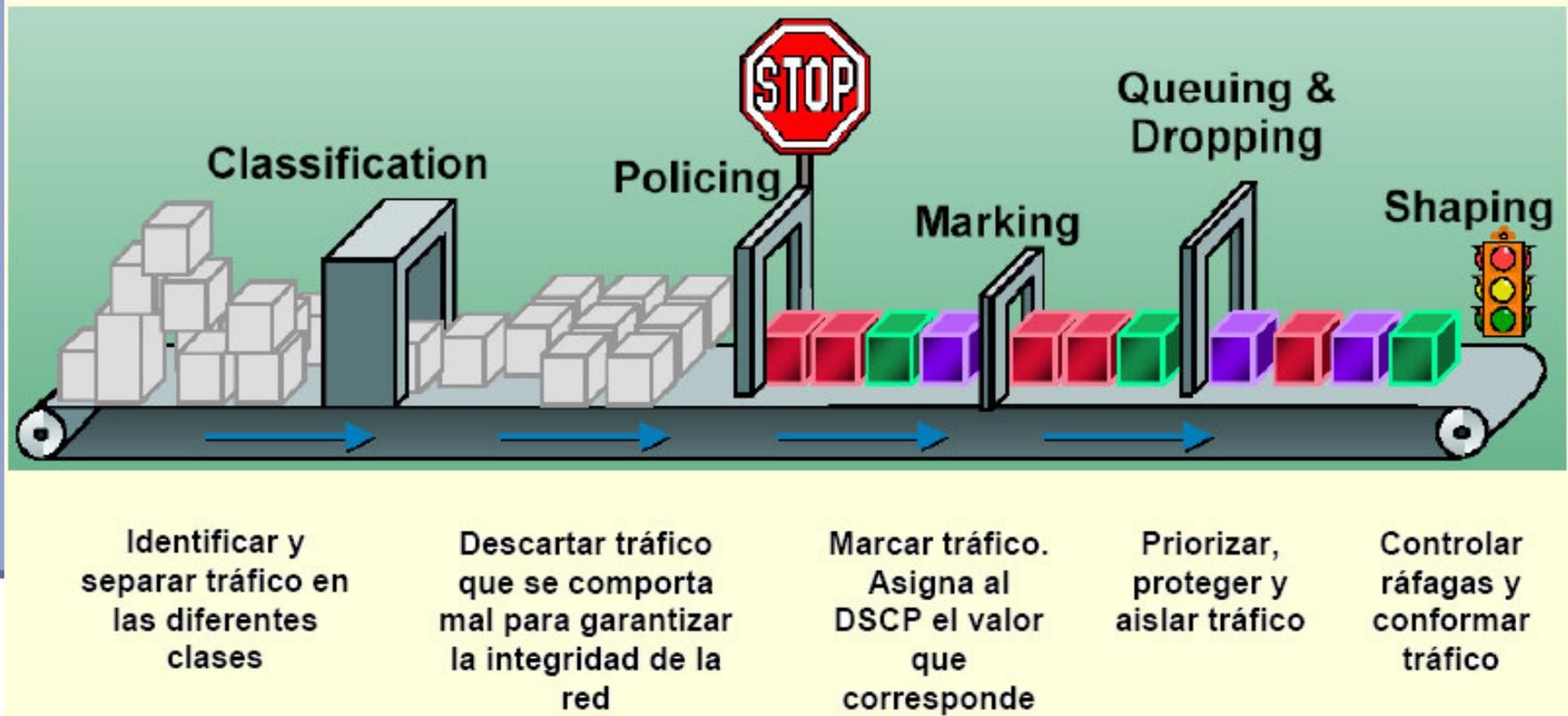
Arquitectura DiffServ

- Clasificador: entidad que selecciona paquetes en base al contenido de las cabeceras, según unas reglas definidas.
 - Clasificador de Agregados de Comportamiento (BA): Selecciona paquetes basándose exclusivamente en el campo DS.
 - Clasificador MultiCampo (MF): Selecciona paquetes en base a varios campos: protocolo, puerto, direcciones IP.
- Medidor: mide el tráfico enviado que se ajusta a un perfil.
- Marcador: controla el tráfico mediante el re-marcado de los paquetes con un código diferente (si es necesario).
 - Entre dos dominios.
 - Paquetes que excedan un perfil determinado.
- Modelador: controla el tráfico retardando paquetes para no exceder la velocidad especificada.
- Elemento de descarte: descarta paquetes cuando la velocidad de transferencia excede de la especificada.

Arquitectura **DiffServ**

- **Nodo frontera: clasificador + medidor + marcador + modelador/elemento de descarte**
 - Marca los paquetes, siempre que se ajusten al SLA
 - Si no se cumple el SLA, se marcan de manera diferente (eliminados, retardados, ...)
- **Nodo interior: clasificador + gestor de cola**
 - Únicamente re-envía los paquete, según la clasificación previa.

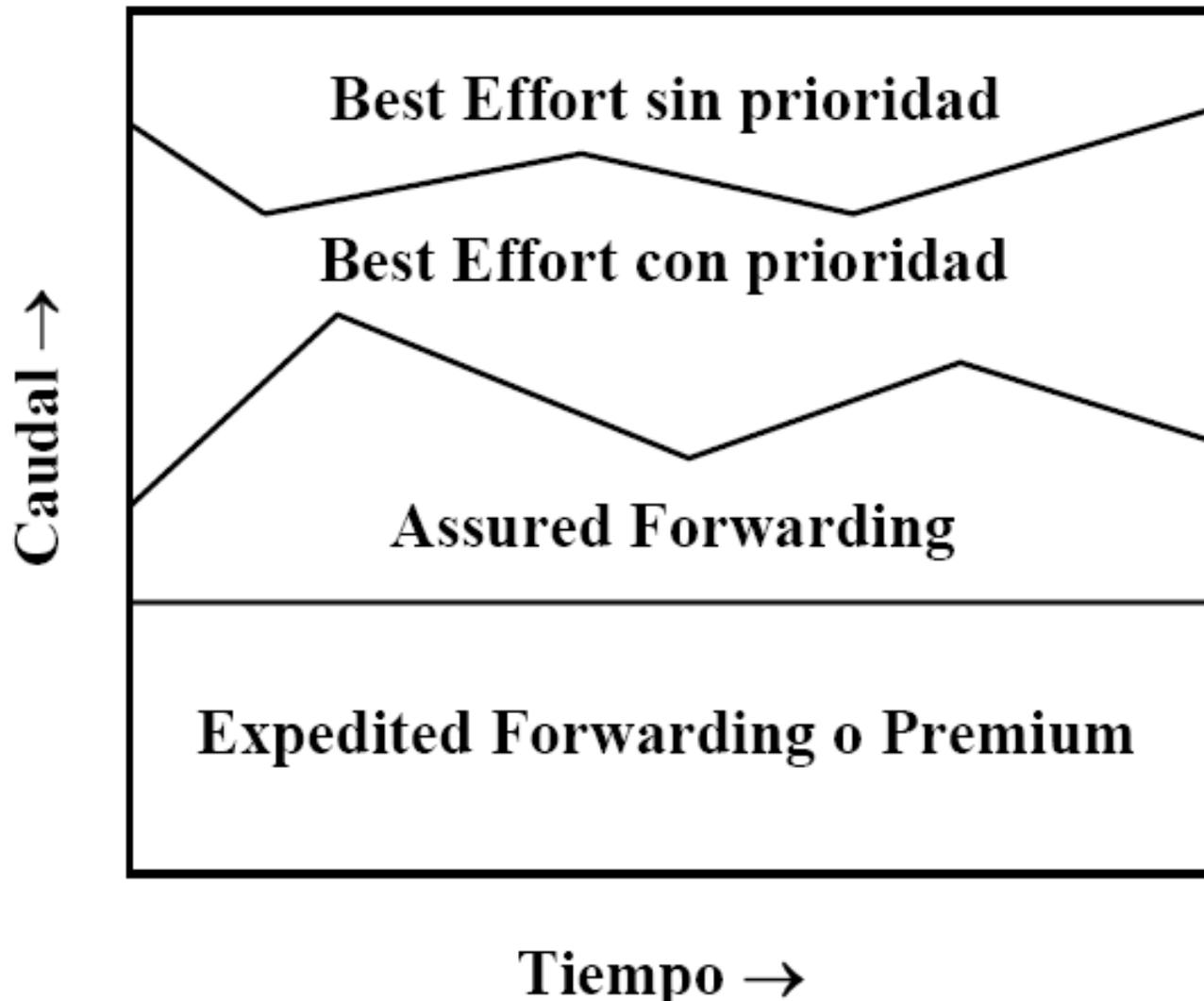
Implementación de **DiffServ** en los routers



Tipos de Servicio en DiffServ

Servicio	Características	Equivalencia en ATM
'Expedited Forwarding' o 'Premium'	<ul style="list-style-type: none"> ■ Es el que da más garantías. Equivale a una línea dedicada ■ Garantiza Caudal \Rightarrow Tasa de pérdidas, retardo y jitter muy bajos ■ Valor 101110 en DSCP 	CBR VBR-rt
'Assured Forwarding'	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asegura un trato preferente, pero sin fijar garantías (no hay SLA) ■ Se definen cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte de paquetes 	VBR-nrt
'Best Effort' con prioridad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sin garantías, pero obtendrá trato preferente frente a 'best effort sin prioridad' 	ABR
'Best Effort' sin prioridad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ninguna garantía, obtiene solo las migajas 	UBR

DiffServ: Reparto de recursos



DiffServ : Problemas

- Problemas de cooperación entre diferentes ISPs.
 - Para proporcionar servicios diferenciados extremo a extremo, todos los ISPs intermedios debe:
 - Proporcionar servicios diferenciados
 - Y cooperar y establecer acuerdos para que el usuario final obtenga el mismo servicio (o equivalente) en todos los ISPs.
- Política de autenticación para evitar fraudes:
 - Compleja y costosa: facturación por volumen y no cuota fija mensual.

IntServ vs DiffServ

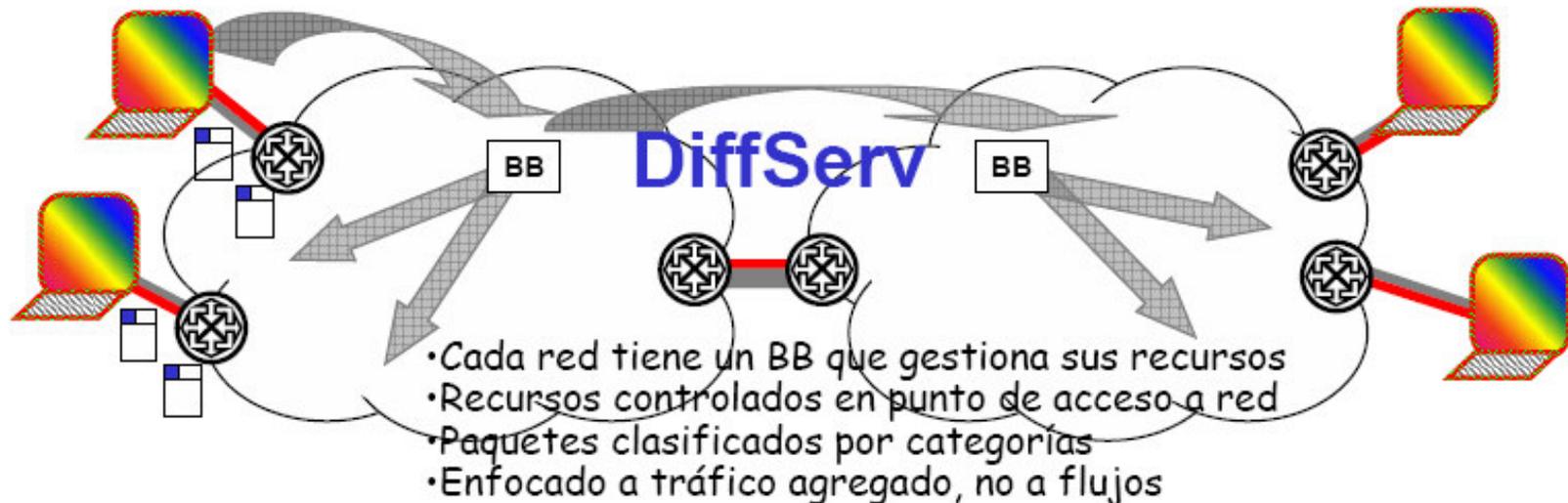
- IntServ fue desarrollado con anterioridad a DiffServ. Sin embargo DiffServ se ha extendido más que IntServ
- DiffServ permite agregar flujos, el modelo es escalable.
- Debido a estas diferencias muchos fabricantes de *routers* implementan versiones eficientes de DiffServ, pero no de IntServ.
- Actualmente muchos ISP implementan DiffServ.
- Qbone (red experimental de QoS en Internet 2) utiliza el modelo DiffServ.

IntServ vs DiffServ

RSVP/IntServ



DiffServ

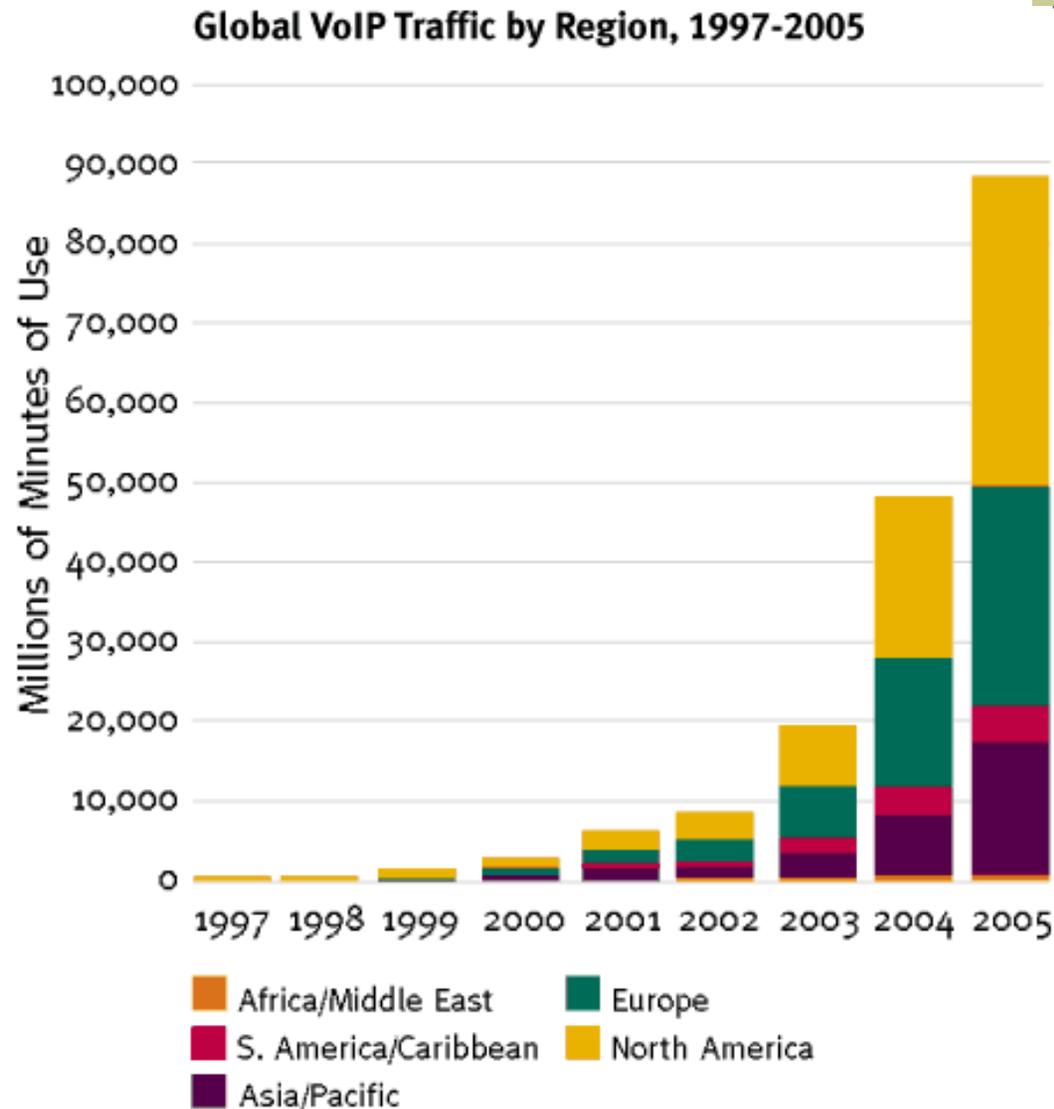


Protocolos para aplicaciones interactivas

- Las aplicaciones interactivas en tiempo real (telefonía IP y videoconferencia) centran una parte importante del crecimiento futuro de Internet.

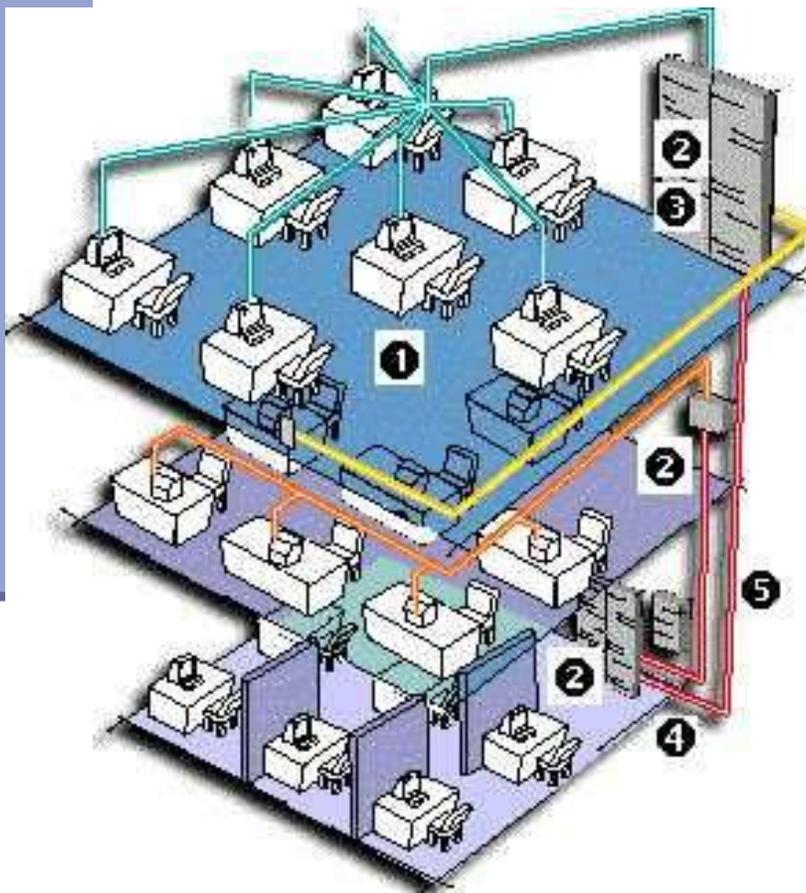
- Se han definido varios estándares:
 - RTP (Real-Time Protocol)
 - SIP (Session Initiation Protocol)
 - ST-II (Stream Protocol-II)
 - H.323

TELEFONIA IP



PROYECTO No. 1

■ Situación Actual Empresa XYZ



1. Área de trabajo

- Cada Puesto de trabajo con PC y Ext. Telefónica (Excepto en las sucursales)
- Cada piso tiene 14 puesto de trabajo y una (1) impresora en Red
- Cada sucursal 10 PC y 3 extensiones

2. Cableado Horizontal

- Utilizando Switch capa 2
- Cableado estructurado categoría 5E

3. Closet de Equipo

- 2 Servidores (Aplicaciones y WEB)
- Planta telefónica (50 Extensiones)

4. Instalaciones de **Entrada (Acometida)**

- 7 líneas telefónicas

5. Cableado Vertebral (**Back Bone**)



PROYECTO No. 1

Requerimientos de Empresa XYZ

El Gerente General de la empresa XYZ le a solicitado a usted como director del área de informática y telecomunicaciones de la empresa, la evaluación del montaje de un sistema de VozIP en la organización para reemplazar el actual modelo telefónico, teniendo en cuenta que se espera un crecimiento de personal del 20% en los próximos 3 años y la apertura de una nueva sucursal.

El Gerente solicita que **se presente un informe escrito** y se realice **una presentación** a la Junta directiva el día **8 de Marzo de 2010** que contenga:

- Características de la tecnología
- Ventajas y desventajas versus la tecnología actual
- Qué nuevos equipos, software, etc, son necesarios adquirir
- Que efectos se presentan con la estructura de red actual (actualizaciones, modificaciones y cambios)
- Costo aproximado de la inversión para el cambio tecnológico
- Su recomendación para adquirir o no la tecnología de VozIP