

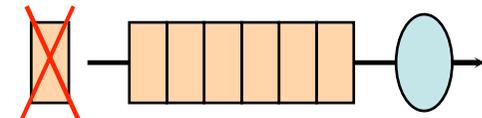
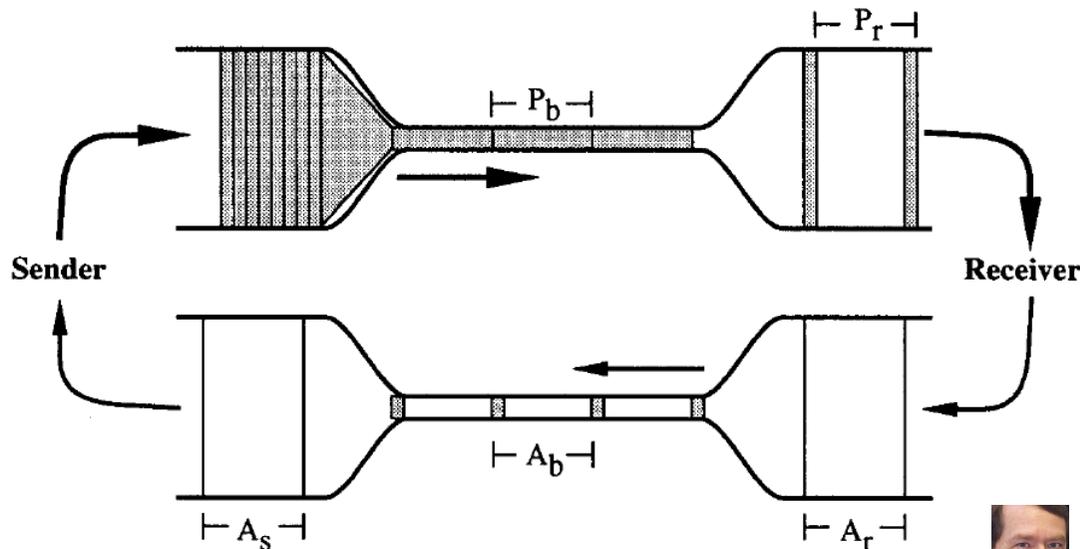
Congestión y buffers

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 4º

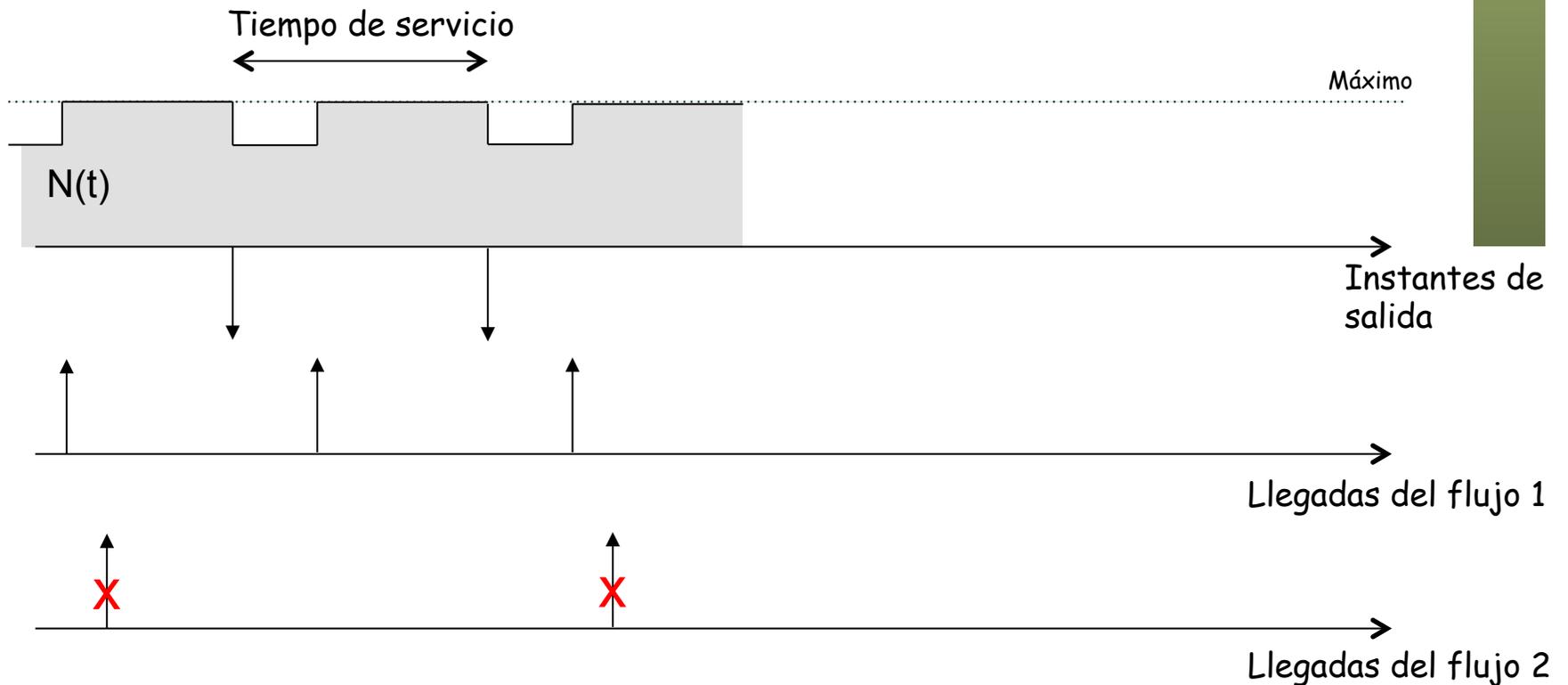
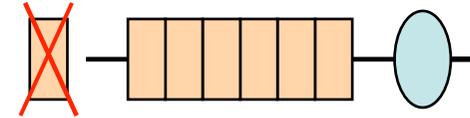
Hemos visto

- Las fuentes (protocolos) controlan el envío, en general mediante técnicas de control de ventana
- Se puede enviar tanto como “quepa” en la red
- Hasta que se detecta una pérdida y se reduce la tasa de envío
- Las pérdidas suelen ser por saturación de buffers
- ¿Son justos estos buffers?



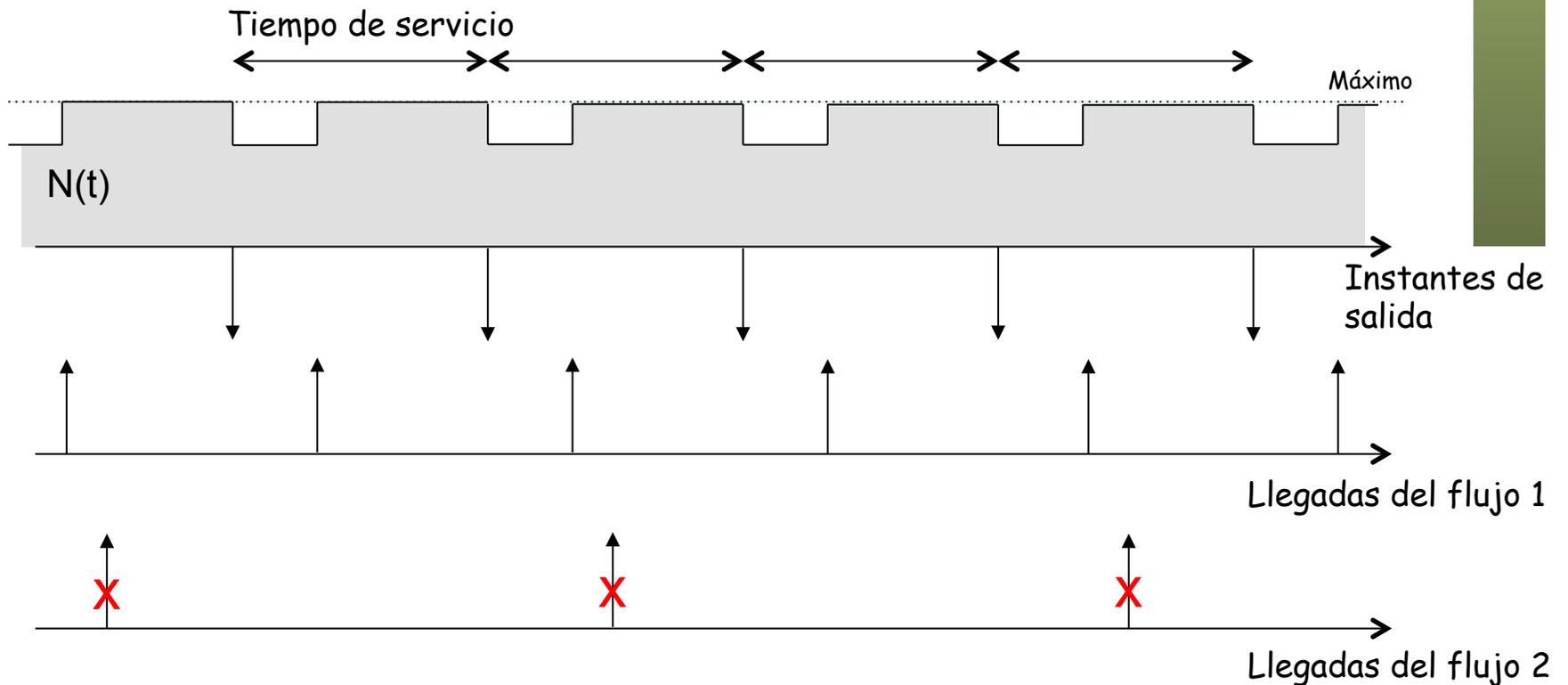
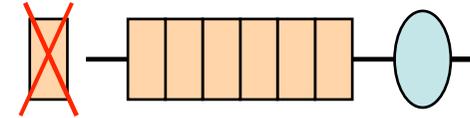
Traffic phase effects

- Un ejemplo
- Todos los paquetes de igual tamaño
- Enlace congestionado, cola llena
- Flujo 1 ocupa el hueco que queda al terminar de transmitir
- Otra vez (llegadas periódicas)
- Llegada del flujo 2 se pierde (...)



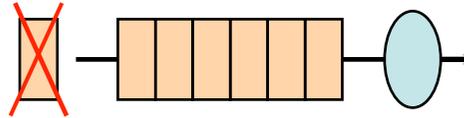
Traffic phase effects

- Flujo 1 ocupa el hueco que queda al terminar de transmitir (otra vez)
- Otra vez
- Otra vez llegada del flujo 2 se pierde (periódicas)
- ¡ Se van a perder siempre !
- Salidas periódicas (siempre hay *backlog* y con paquetes de tamaño constante)

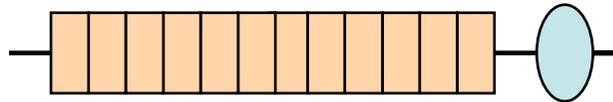


Romper la sincronización

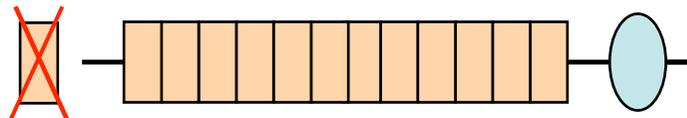
- Una de las causas son las colas drop-tail
- Y que detectamos congestión con pérdidas



- Evitaríamos pérdidas con cola más grande

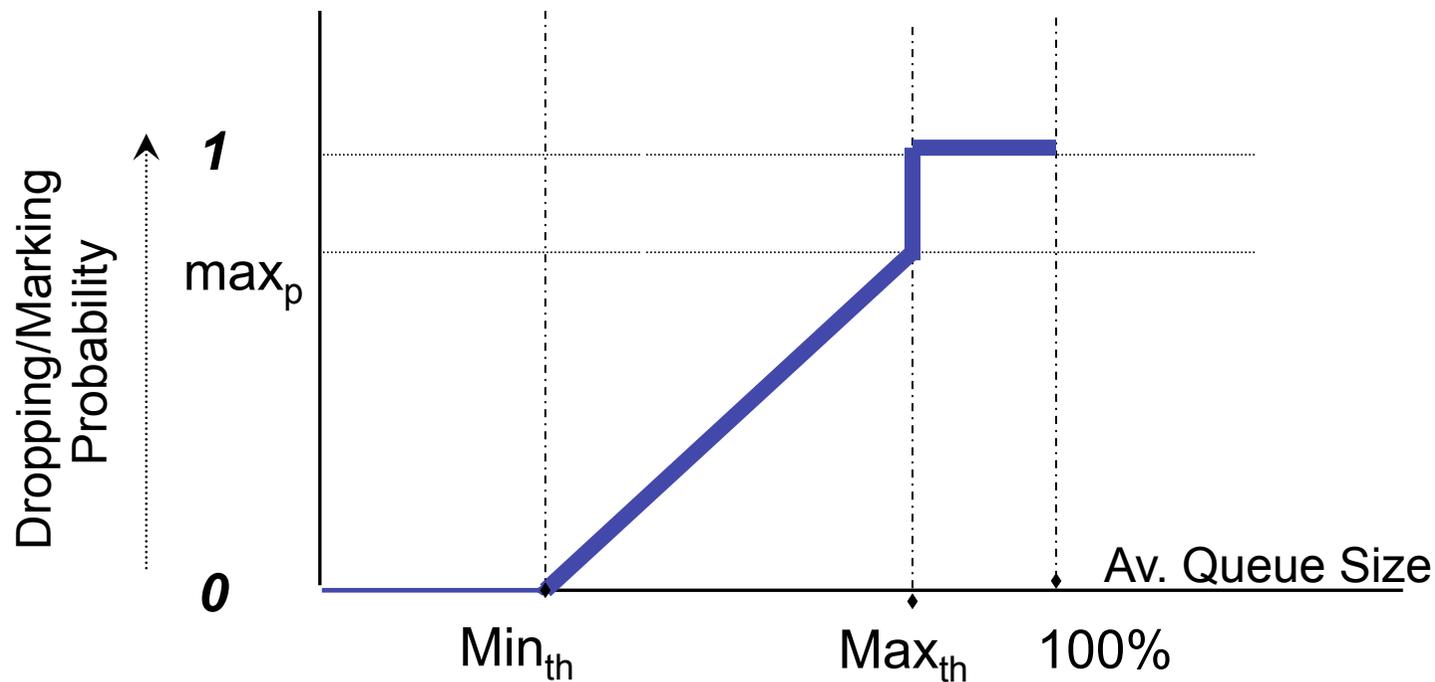


- ¿Resuelve el problema?
- No, no evita la congestión
- Sin pérdidas no hay *feedback* de que hay congestión
- Luego las fuentes siguen aumentando la tasa de envío
- Y acaba habiendo pérdidas



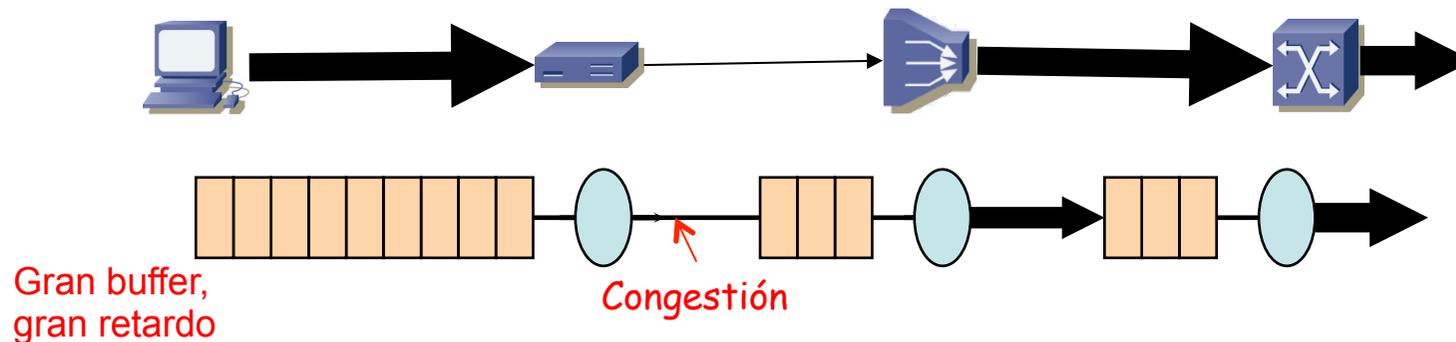
Romper la sincronización

- Introducir aleatoriedad en las pérdidas
- AQM, típicamente RED (Random Early Detection)
- Permite romper la sincronización y mantener la cola poco ocupada
- Complejo de configurar



Tamaño de buffers

- ¿Bueno, pero en realidad queremos el buffer ocupado para conseguir mayor throughput, no?
- Aún con un buffer grande habrá pérdidas
- Peor aún: además hay mayor retardo
- De hecho hoy en día se están poniendo buffers muy grandes
- Eso en enlaces congestionados (por ejemplo upstream ADSL) lleva a grandes retardos (centenares de ms o incluso segundos)



- Aumenta el RTT y con él la pérdida de interactividad (resolución de DNS, comienzo de conexiones cortas, etc)

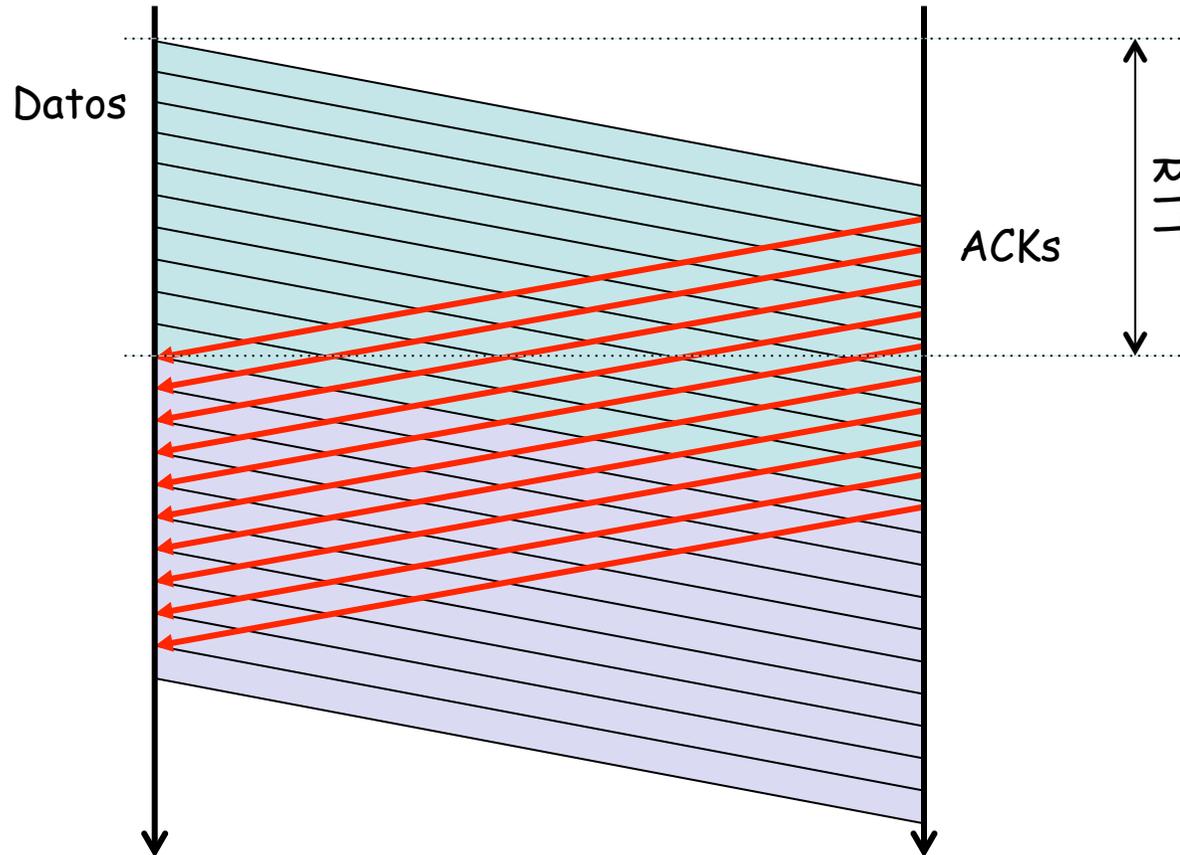
¿Tamaño del buffer?

- Queremos buffer para absorber la intermitencia del tráfico
- No lo queremos grande para que no incremente el retardo
- Retardo grande aumenta el tiempo que tarda el cliente en recibir notificaciones de congestión
 - Por ejemplo el RTO calculado será mayor
 - Entonces tarda más tiempo en reconocer una pérdida y reaccionar
- ¿Cuál es el tamaño ideal de buffer?



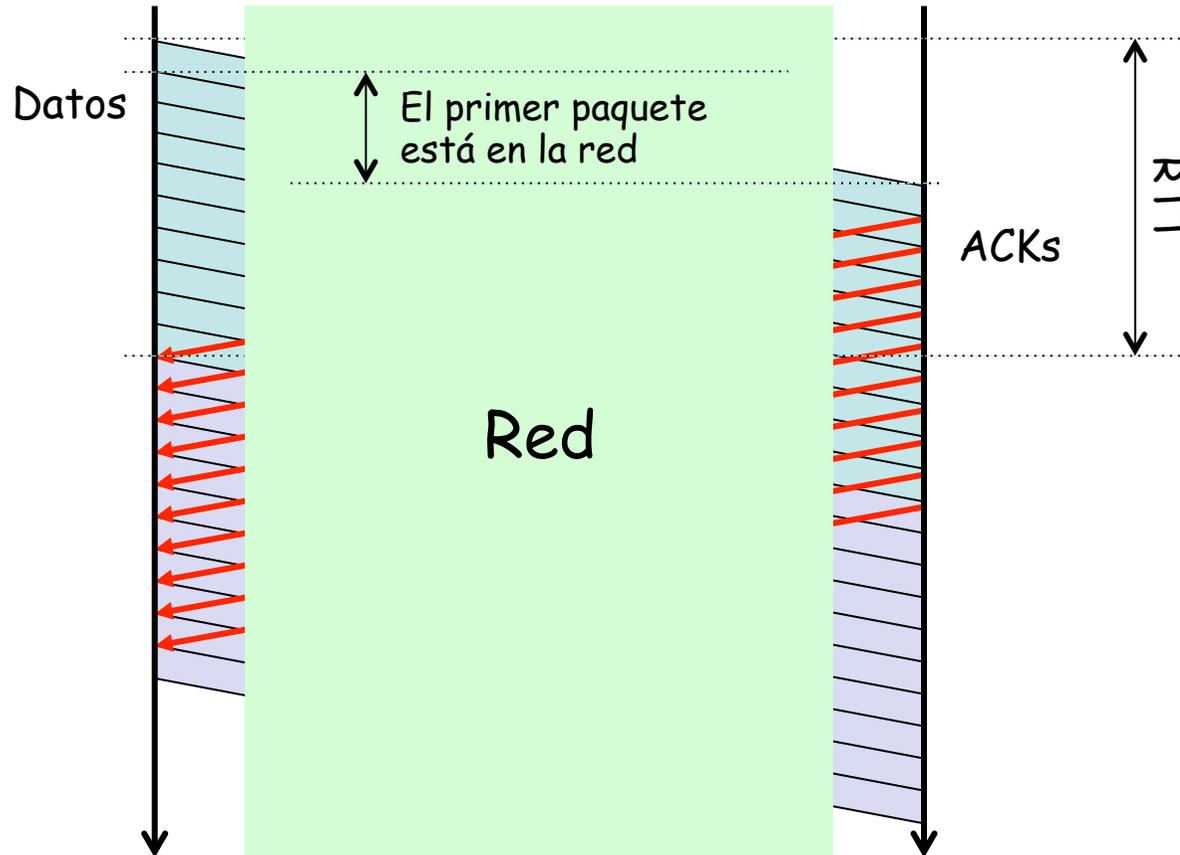
Buffer

- Transporte window-based
- Ventana para saturar = $RTT \times \text{Capacidad}$
- (...)



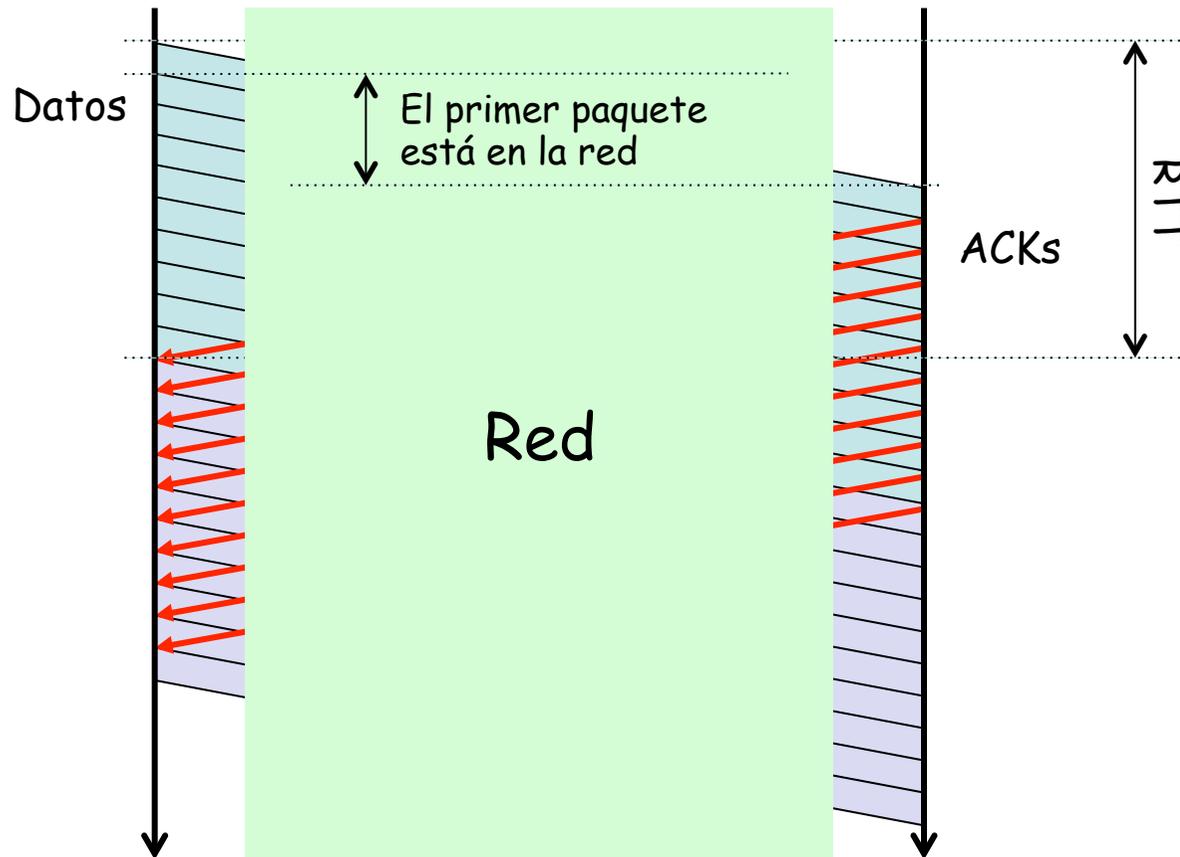
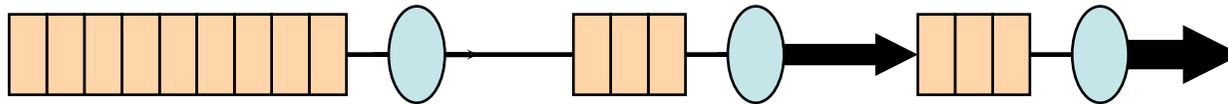
Buffer

- Transporte window-based
- Ventana para saturar = $RTT \times \text{Capacidad}$
- ¿Dónde están los paquetes?
- En la red (...)

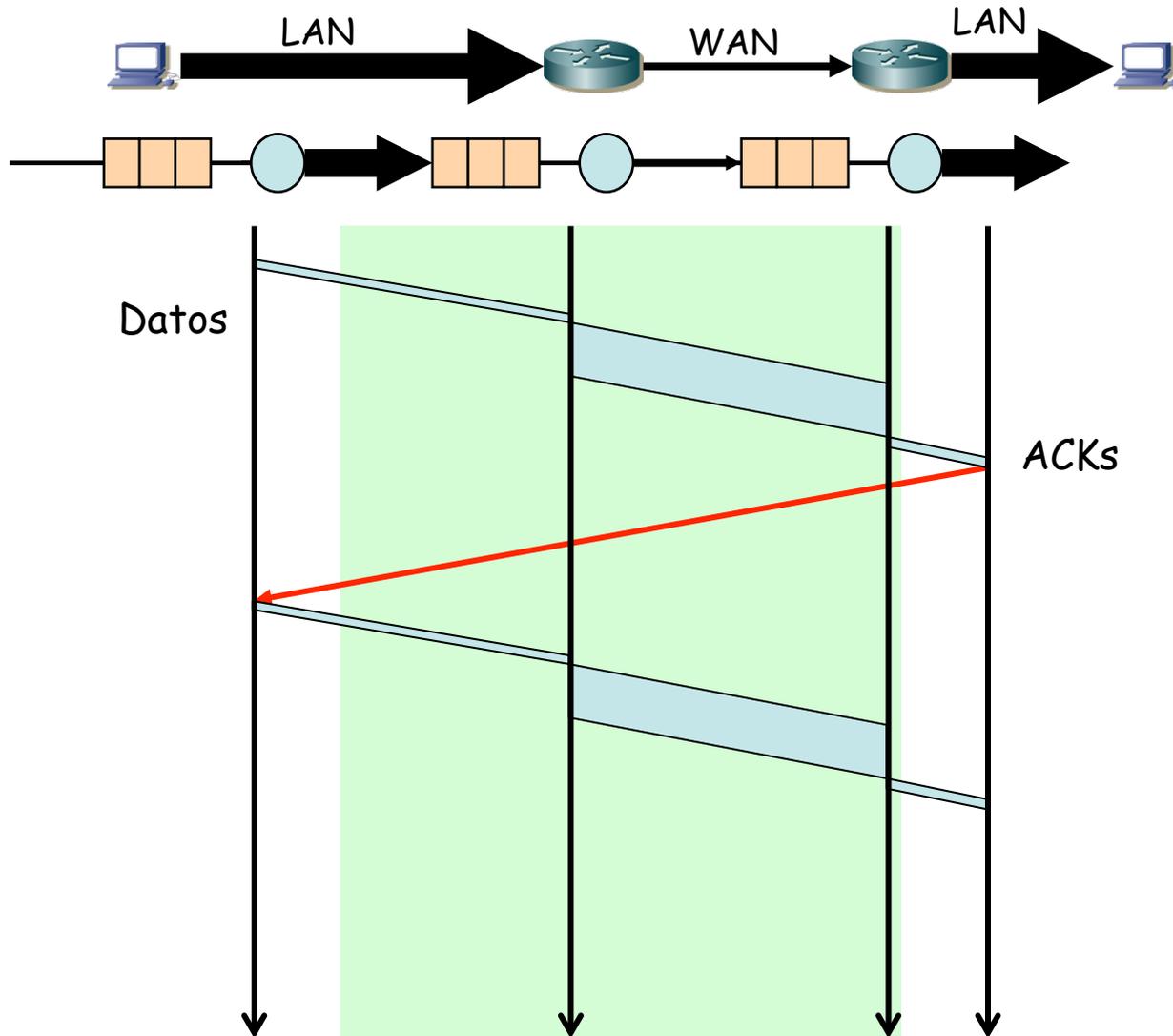


Buffer

- ¿Dónde están los paquetes?
- En buffers o siendo transmitidos

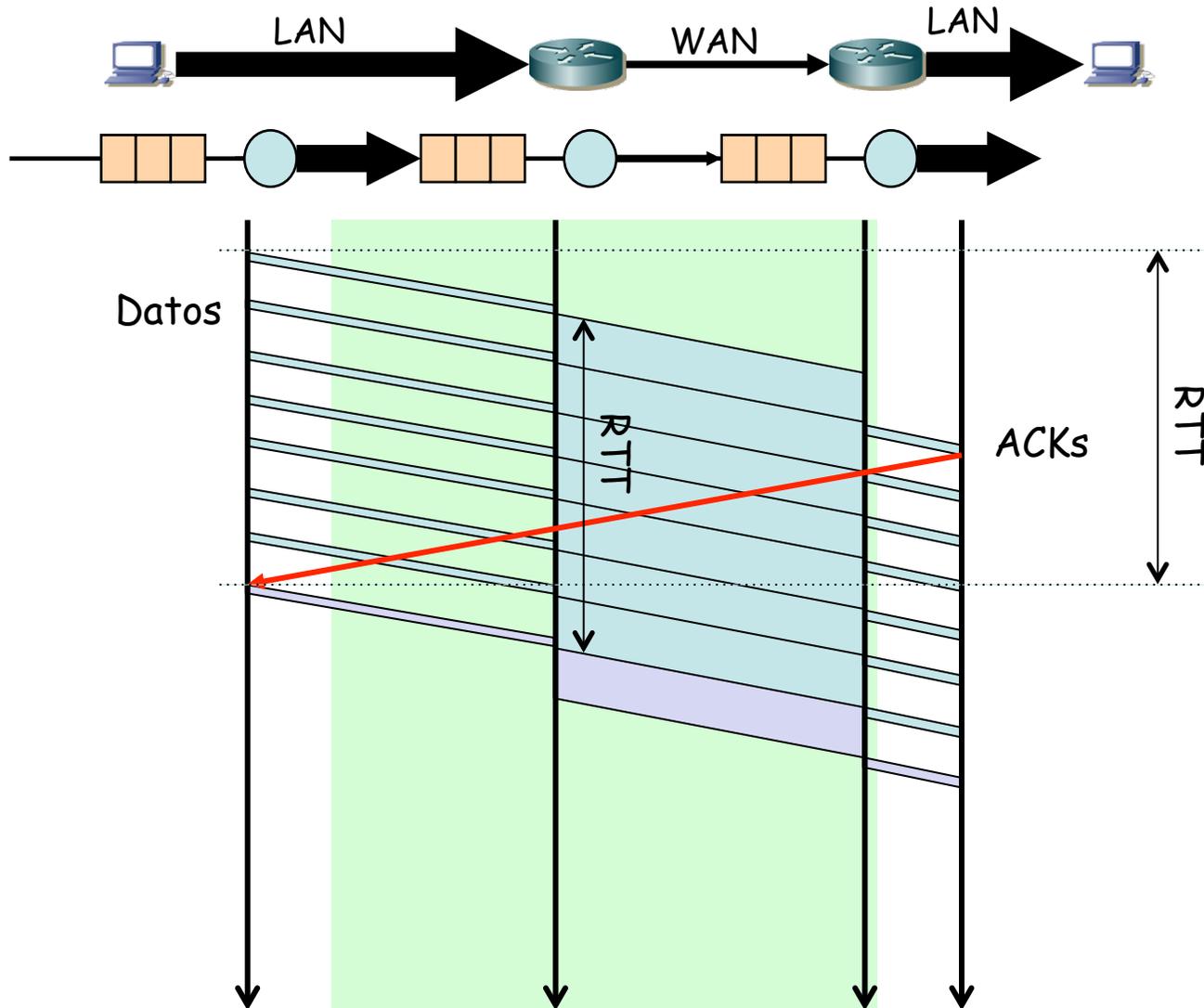


Ejemplo: LAN-WAN-LAN



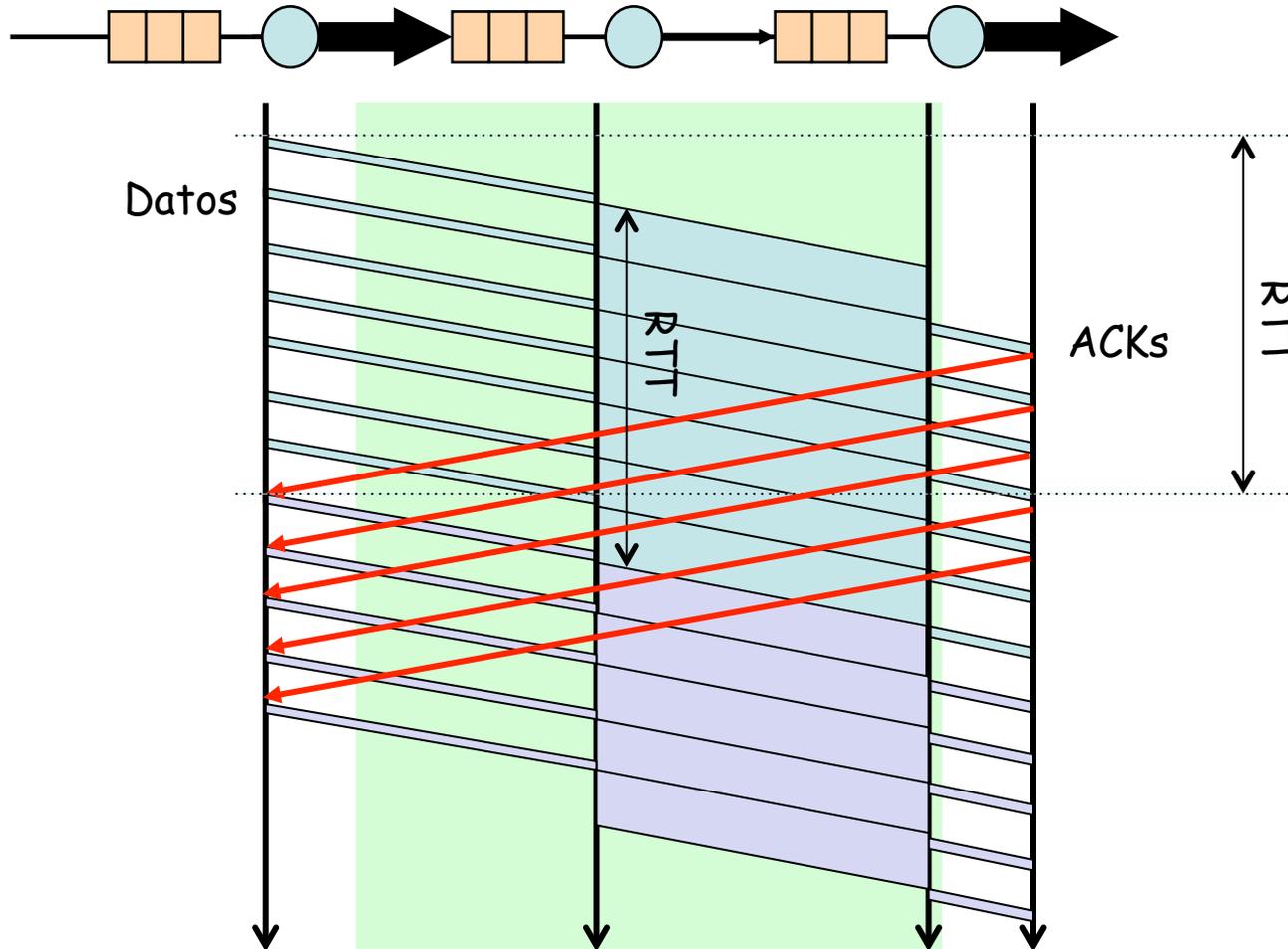
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- Ventana para saturar = $RTT \times \text{Capacidad_bottleneck}$



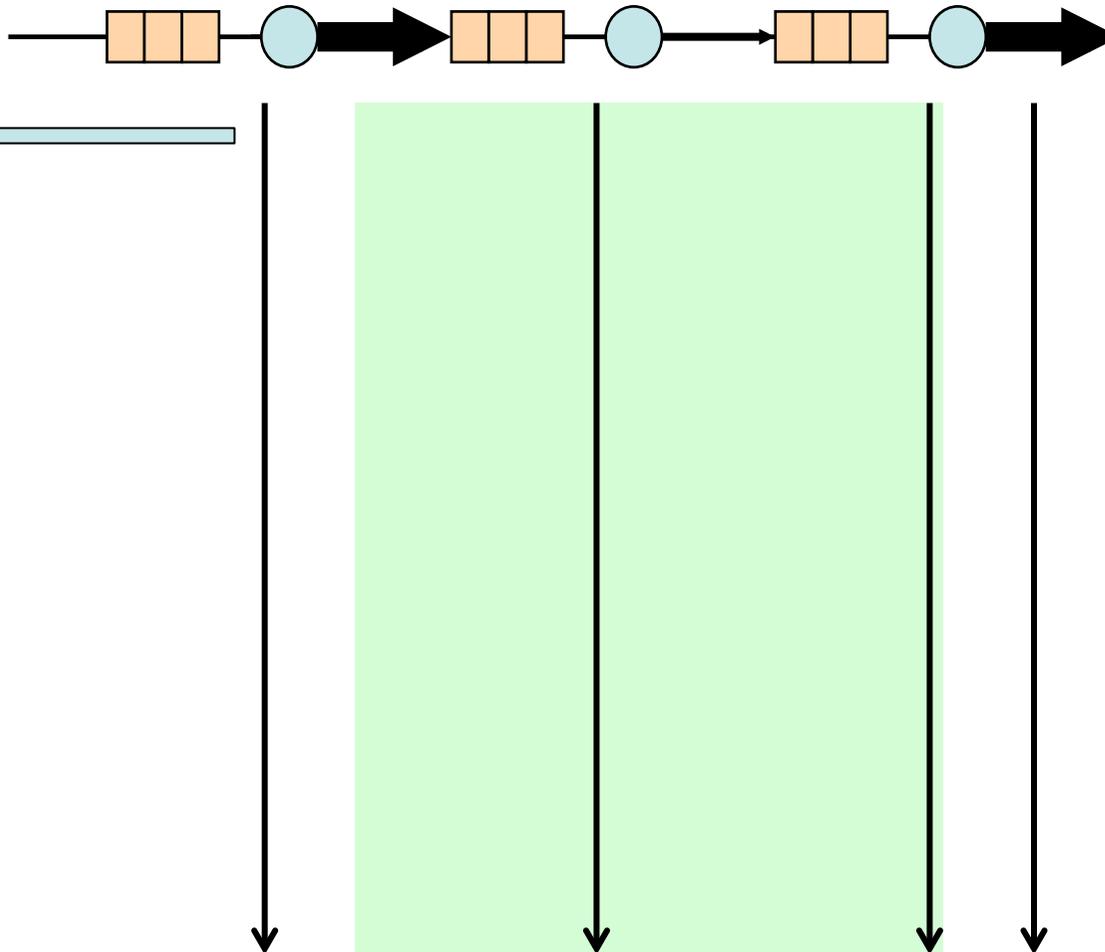
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- Ventana para saturar = $RTT \times \text{Capacidad_bottleneck}$
- Y es el *clocking* aportado por los ACKs quien da la regulación



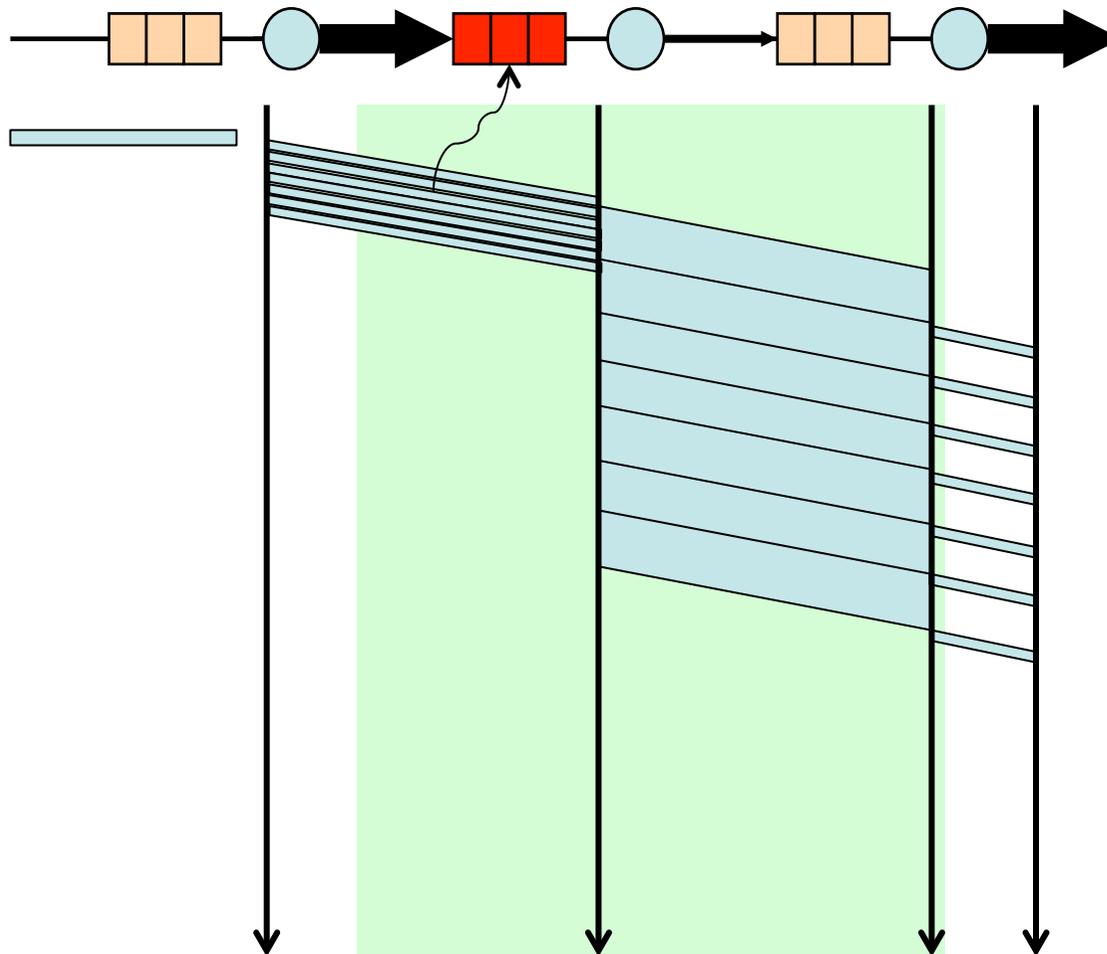
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- Pero si está todo confirmado, y llega un bloque de datos de aplicación
- (...)



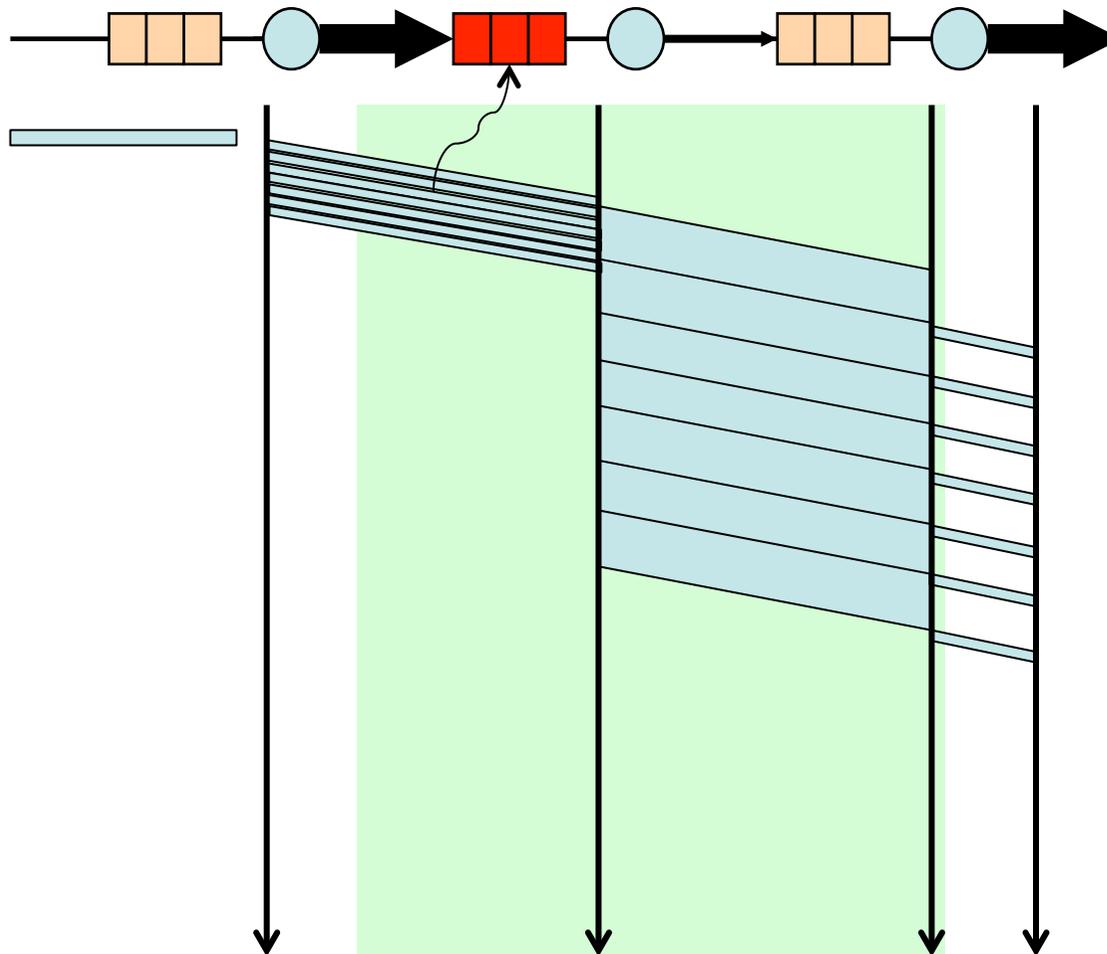
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- Pero si está todo confirmado, y llega un bloque de datos de aplicación
- Se puede enviar toda la ventana como una ráfaga
- Los paquetes quedarán encolados ante el cuello de botella (...)



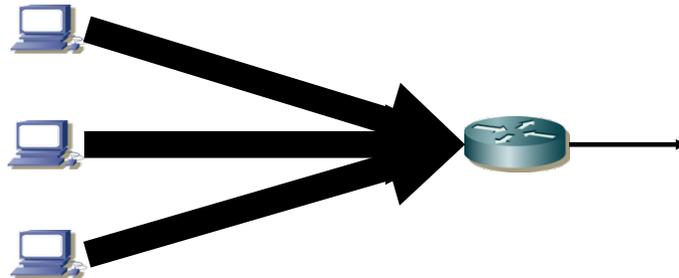
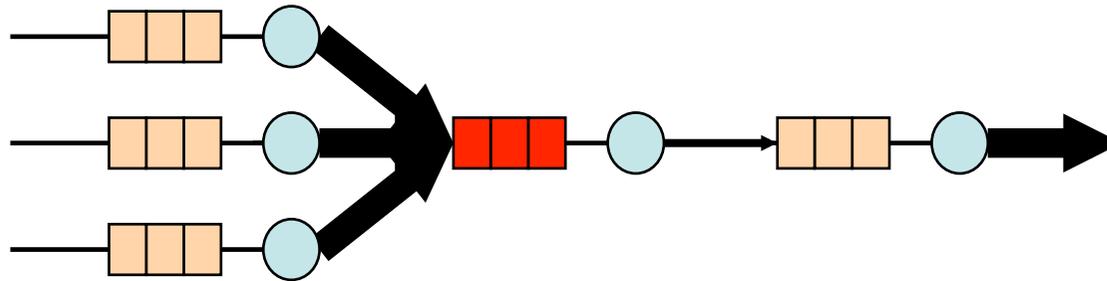
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- De aquí que tradicionalmente se tienda a dimensionar los buffers para que puedan almacenar ese $RTT \times \text{Capacidad}$
- Trayecto a 100 Mbps, $RTT = 250 \text{ ms}$ → más de 3 MBytes (...)



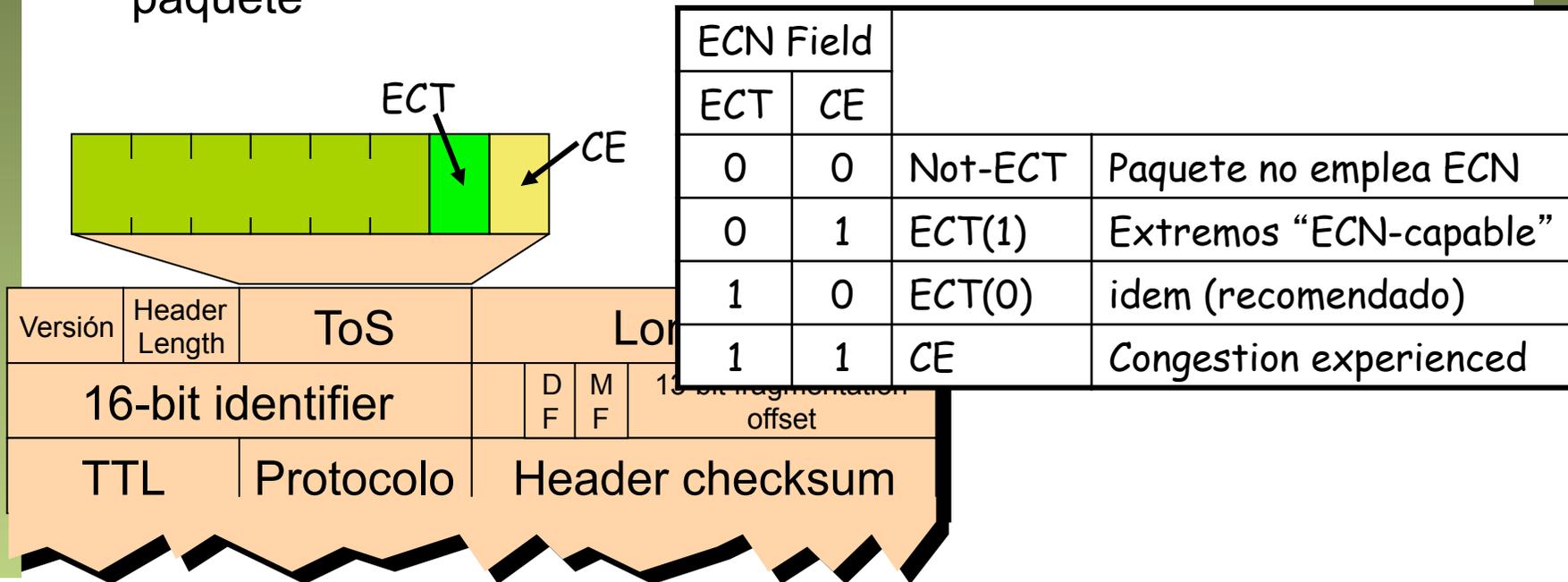
Ejemplo: LAN-WAN-LAN

- De aquí que tradicionalmente se tienda a dimensionar los buffers para que puedan almacenar ese $RTT \times \text{Capacidad}$
- Trayecto a 100 Mbps, $RTT = 250 \text{ ms}$ → más de 3 MBytes
- Para un gran número n de flujos TCP (no sincronizados) en realidad los requisitos son más del orden $BW \times RTT / \sqrt{n}$
- Hay que tener en cuenta que generalmente el tráfico no viene de un solo interfaz ni es una sola conexión



Realimentación explícita

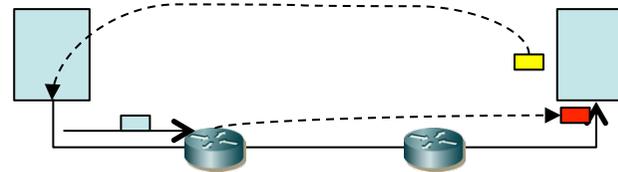
- Hasta ahora la realimentación sobre congestión era implícita
 - Si detectamos pérdida (timeout) es que debe haber congestión
 - Sale un paquete (llega ACK) es que no debe haberla
- Requiere crear la congestión
- Y que de verdad las pérdidas sean por congestión
- La alternativa explícita es ECN (Explicit Congestion Notification)
- Empleando AQM tipo RED y en lugar de descartar, marcar el paquete



Realimentación explícita

- Con ECN la realimentación la introduce el router
- Pero tiene que llegar al receptor y volver al emisor

C	E	U	A	P	R	S	F
W	C	R	C	S	S	Y	I
R	E	G	K	H	T	N	N



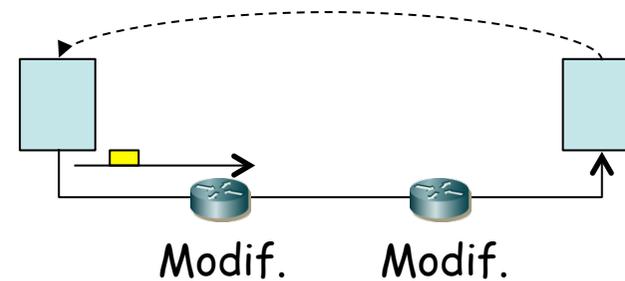
- Otra alternativa es que el router envíe un mensaje al emisor
 - *Choke packet*
 - Permite reacción más rápida



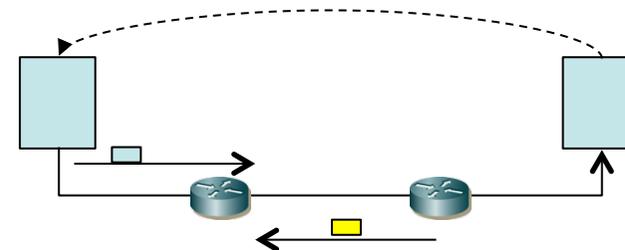
- Tiene un coste alto para el router que debe crear un paquete nuevo
- ICMP Source Quench, aunque retirado desde 1995 (RFC 1812 y 6633) y no existe para IPv6
- Complicado decidir sobre qué flujos actuar
- Escasa mejora, solo para flujos largos y alto RTT

Realimentación explícita

- Otra alternativa: *explicit rate feedback*
 - La fuente envía paquete o cabecera especial
 - Los conmutadores del camino actualizan información en él
 - Celdas RM en ATM ABR

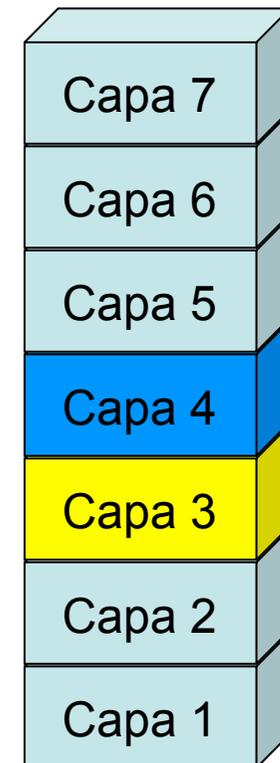


- *Backpressure*
 - *Hop-by-hop congestion control*
 - Cada conmutador del camino envía realimentación al anterior
 - Esquemas hop-by-hop solían plantearse para ofrecer fiabilidad dentro de la red, lo cual se desechó en la Internet (*deadlocks*)



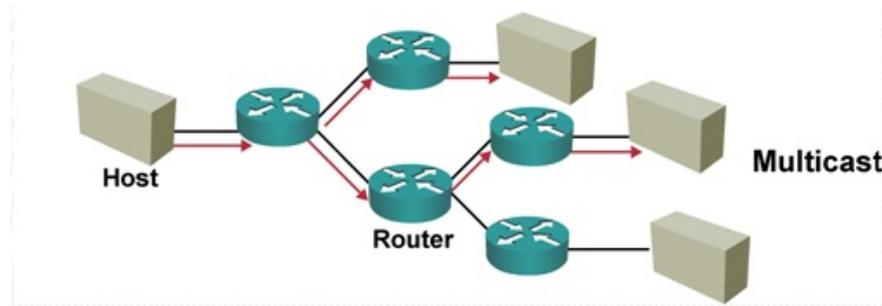
Congestión, TCP/IP y OSI

- OSI habla de flow control en el nivel de red
- Entonces se está refiriendo a lo que llamamos control de congestión pues a lo que protege es a la red
- Tiene sentido en nivel 3 pues ese nivel debe ocultar al nivel 4 lo que sucede en la red
- El que TCP deduzca que hay congestión en base a pérdidas va en contra de los niveles en OSI y da problemas
 - Ej: pérdidas en redes wireless son por interferencia
- Es que TCP/IP es anterior a OSI
- OSI no habla de control de congestión en nivel 4



Otros temas

- ¿Multicast?
 - Realimentación explícita puede inundar a la fuente
 - Diferentes caminos a cada destino, ¿a cuál se adapta?



- ¿Y si hay fuentes egoistas?
 - No aplican control de congestión
 - El resultado es peor para todos
 - ¿Control del tráfico por la red?
 - ¿Que paguen más? (control por el usuario final)



Resumen

- Las pérdidas en buffer pueden producir efectos de sincronización indeseados
- Técnicas AQM evitan esos casos
- La ventana debe ser al menos $BW \times RTT$ para saturar el camino
- La capacidad necesaria en los buffers no está tan clara y es de ese orden aunque con más flujos suele hacer falta menos
- La realimentación explícita (ECN) nos permite detectar que se acerca la congestión sin provocarla