# NATs: Recomendaciones

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

Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, 3º

# Temas de teoría

0. Introducción
1. QoS
2. Encaminamiento dinámico en redes IP
3. Tecnologías móviles

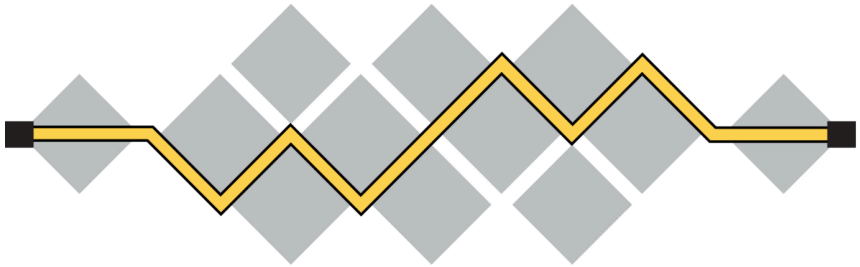
# Objetivos

- Conocer los problemas que pueden dar los NATs a las aplicaciones

# NATs y UDP

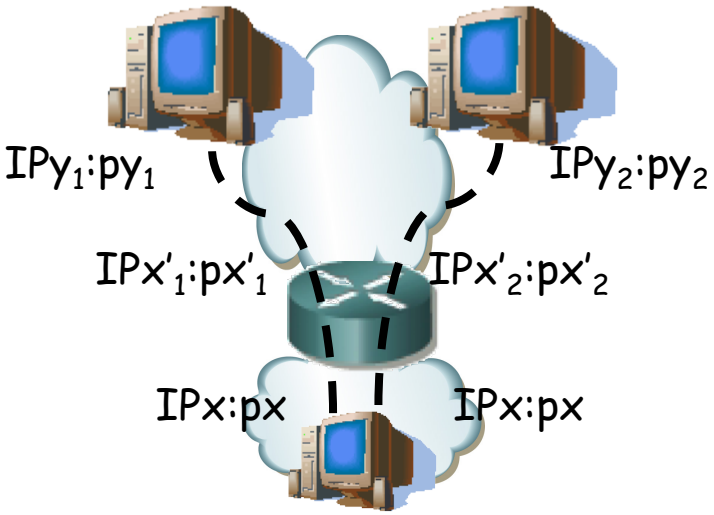
# REQs UDP: RFC 4787

- A.k.a. BCP 127 (Enero 2007)
- "Network Address Translation (NAT) Behaioral Requirements for Unicast UDP"
- Contiene Requerimientos y Recomendaciones
- No quiere decir eso que todas las implementaciones las sigan (¡ni mucho menos!)
- Veamos algunas de ellas (...)



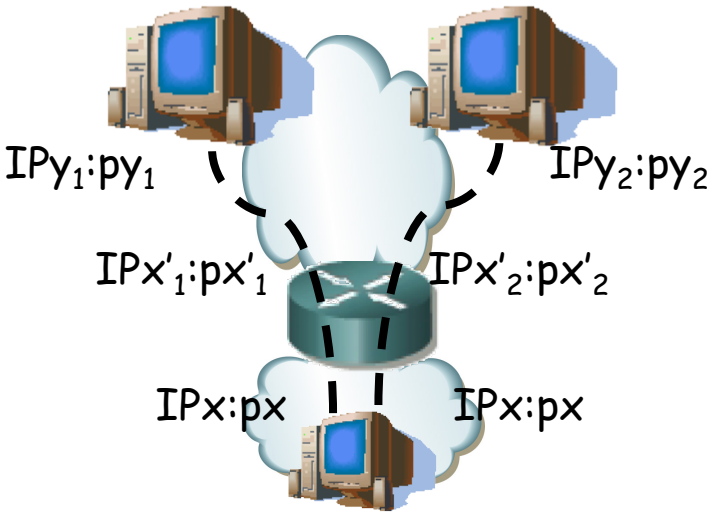
# Mapeo de dirección y puerto

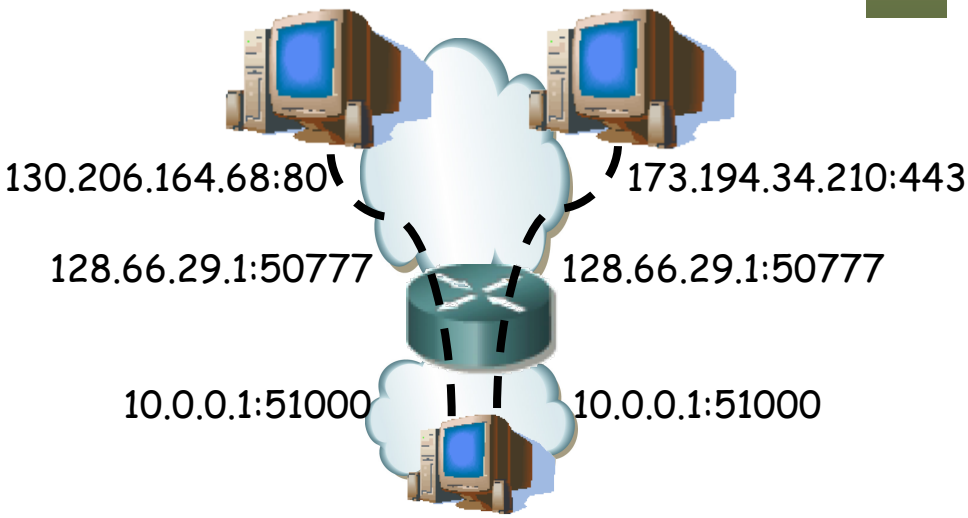
- Mapeo establecido: (IPx:px, IPx'$_1$:px'$_1$)->IPy$_1$:py$_1$
- A continuación se quiere enviar de IPx:px a IPy$_2$:py$_2$
- Es importante cómo es el comportamiento del NAT cuando hay múltiples sesiones con diferentes terminaciones externas
- (…)



# Mapeo de dirección y puerto

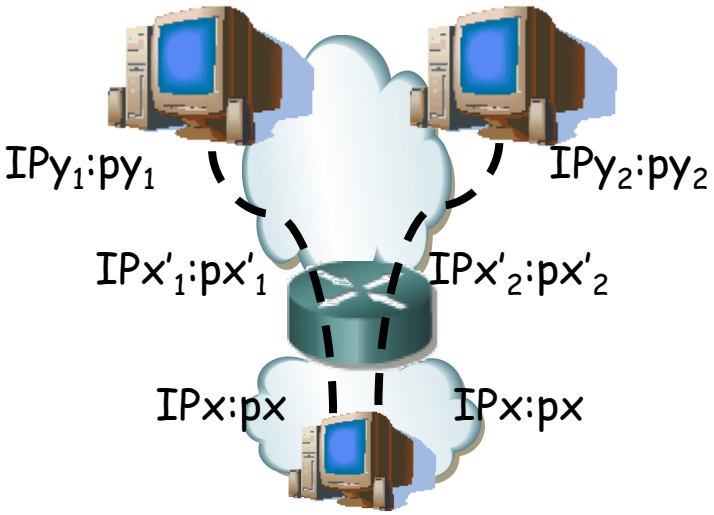
- Mapeo establecido: (IPx:px, $IPx'_1$:$px'_1$)->$IPy_1$:$py_1$
- A continuación se quiere enviar de IPx:px a $IPy_2$:$py_2$
- *Endpoint-Independent Mapping*
  - Reutiliza el mapeo establecido con esa dirección y puerto internos a cualquier dirección IP y puerto externos
  - Es decir, $IPx'_1$:$px'1$=$IPx'_2$:$px'_2$ para cualquier valor de $IPy'_2$:$py'_2$
  - (…)

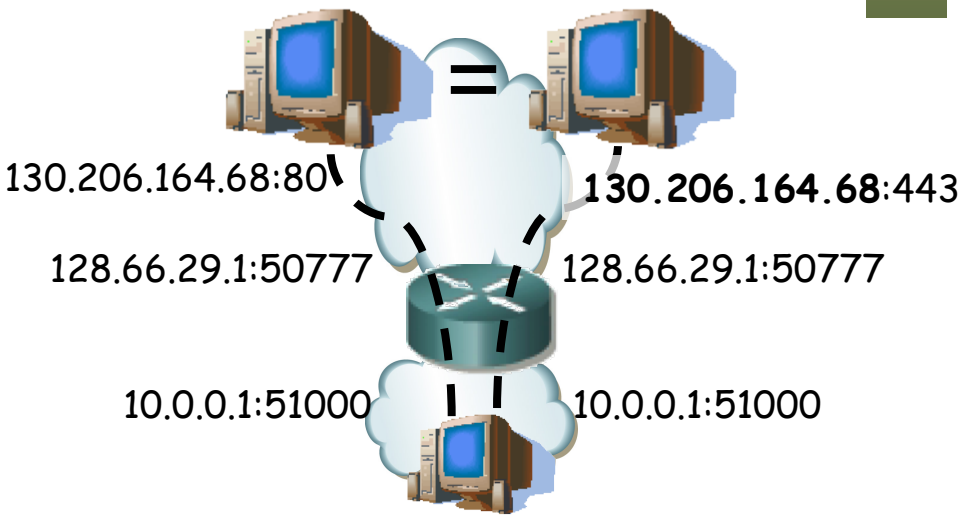


# Mapeo de dirección y puerto

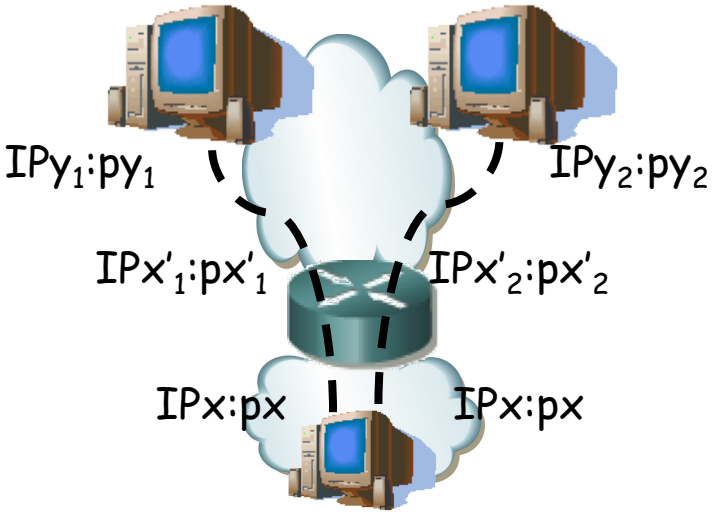
- Mapeo establecido: (IPx:px, IPx'$_1$:px'$_1$)->IPy$_1$:py$_1$
- A continuación se quiere enviar de IPx:px a IPy$_2$:py$_2$
- *Endpoint-Independent Mapping*
- *Address-Dependent Mapping*
  - Reutiliza el mapeo establecido con esa dirección y puerto internos siempre que vayan a la misma dirección externa
  - Es decir, IPx'$_1$:px'1=IPx'$_2$:px'$_2$ si y solo si IPy'$_2$=IPy'$_1$
  - (…)

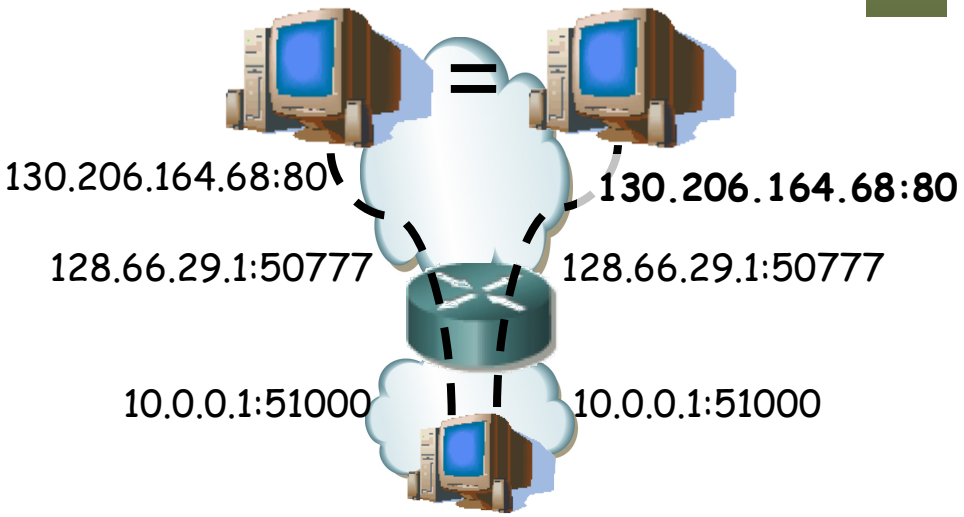


# Mapeo de dirección y puerto

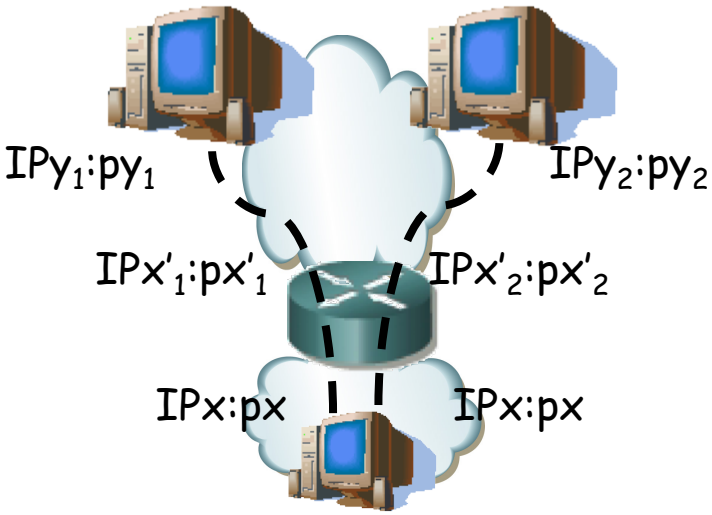
- Mapeo establecido: (IPx:px, $IPx'_1$:$px'_1$)->$IPy_1$:$py_1$
- A continuación se quiere enviar de IPx:px a $IPy_2$:$py_2$
- *Endpoint-Independent Mapping*
- *Address-Dependent Mapping*
- *Address and Port-Dependent Mapping*
  - Reutiliza el mapeo establecido con esa dirección y puerto internos siempre que vayan a la misma dirección y puerto externos
  - Es decir, $IPx'_1$:$px'1$=$IPx'_2$:$px'_2$ si y solo si $IPy'_2$:$py_2$=$IPy'_1$:$py_1$

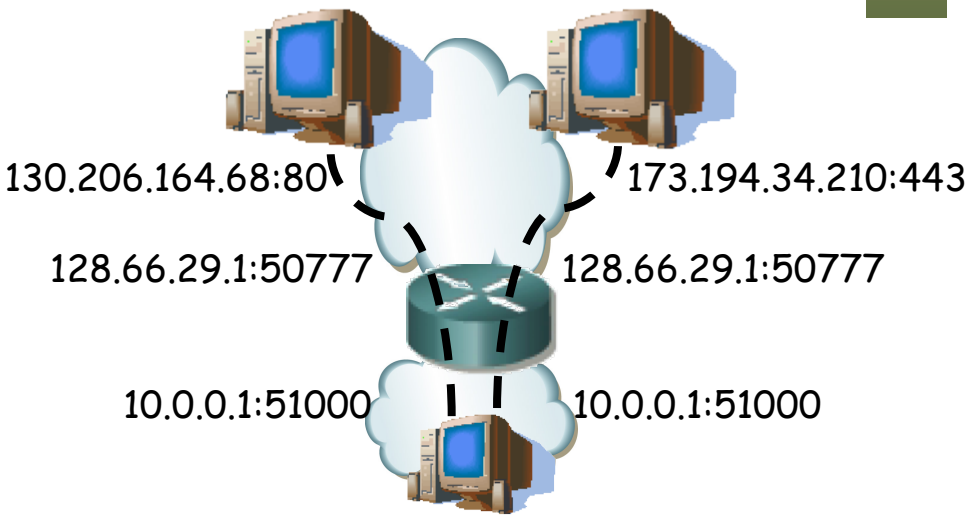


# REQ: Endpoint-Independent

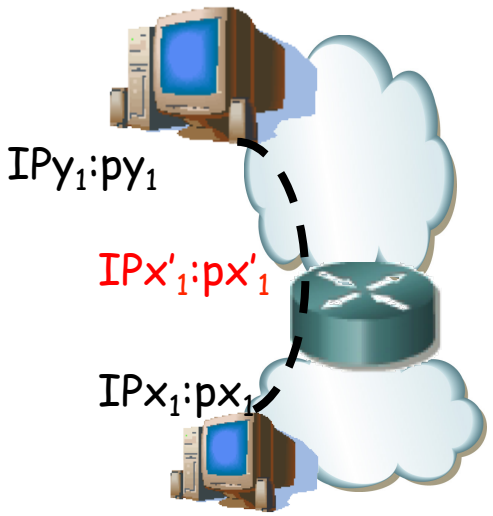
- BCP 127 **requiere** comportamiento *Endpoint-Independent*
- Necesario para métodos UNSAF (…)



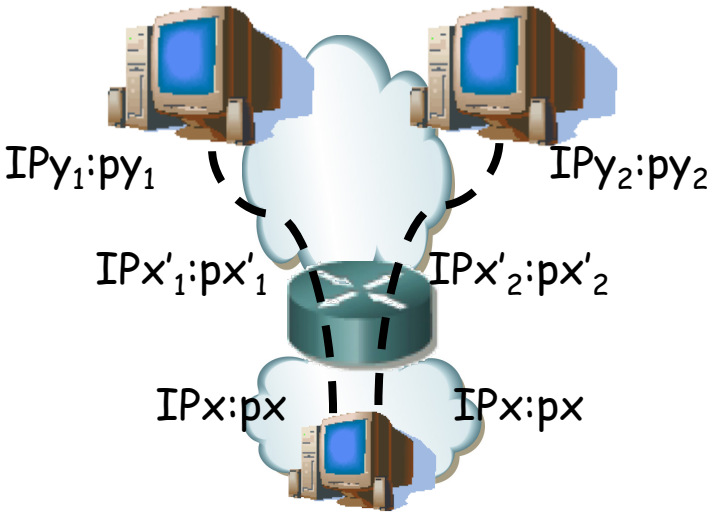
# UNSAF

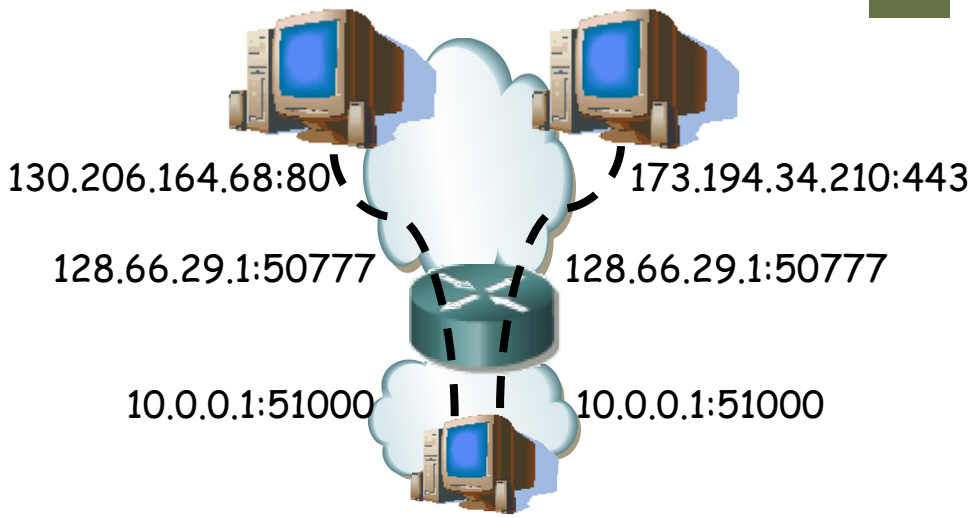
- UNilateral Self-Address Fixing (UNSAF)
- En ocasiones la aplicación necesita saber con qué dirección IP y puerto externo está comunicándose con el otro extremo
- Son métodos para que un extremo averigüe o fije la dirección y puerto con la que le puede acceder otro extremo
- Es decir, saber los valores de dirección y puerto públicos que va a emplear el NAT en la comunicación, tal vez para comunicarla en los datos del protocolo
- Se basan en heurísticos



# REQ: Emparejado de dir.

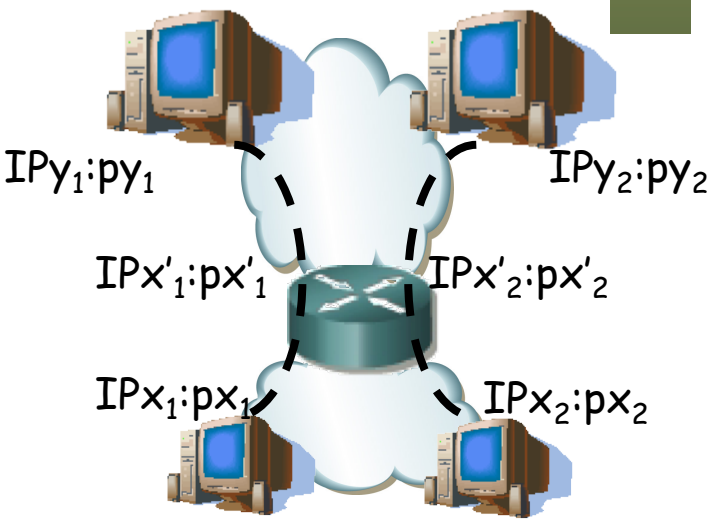
- Algunos NATs escogen la dirección pública de un *pool*
- Si lo hacen al azar para cada mapeo no mantienen la identidad (dirección IP) del host externamente
- Suele hacerse para ocultar a los usuarios
- Da problemas con algunas aplicaciones (ej: algunas sobre RTP)
- BCP 127: Requiere que la dirección externa en todos los mapeos de una dirección interna se mantenga



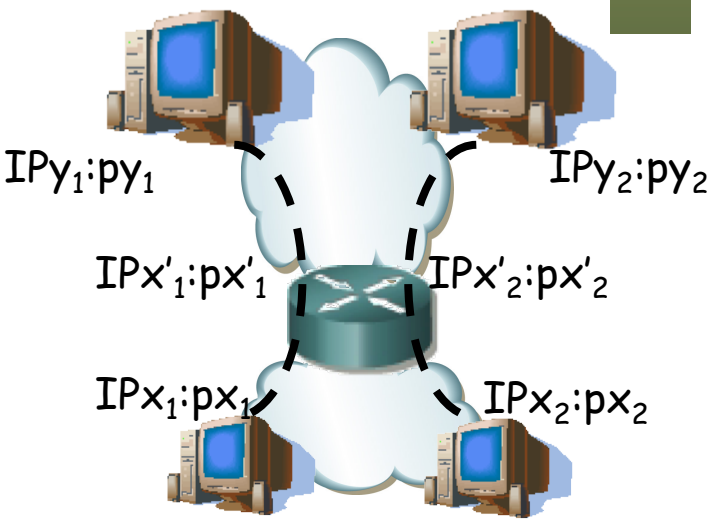
# Mapeo de puerto

- *Port preservation*: NAT al mapear puerto: $px_1=px'_1$ , $px_2=px'_2$
- Técnicas que usan:
  - Sobrescribir el mapeo anterior
  - Asignar otra dirección pública si tienen un *pool*
  - *Port overloading (PO)*: usar el mismo puerto aunque colisionen
- Puertos: 0-1023 *well-known*, 1024-49151 *registered*, 49152-65535 *dynamic/private*
- Si requiere cambiar el puerto
  - Algunos emplean solo el rango dinámico
  - Otros emplean todos menos los *well-known*
  - Otros mantienen el que sea del mismo grupo si es *well-known*
- REQ BCP 127: No hacer *port overloading*
- Si no dos hosts internos no pueden usar mismo puerto con mismo servidor:puerto
- Recomendado: mantener el puerto en el mismo rango (0-1023 y 1024-65535)



# Mapeo de puerto: paridad

- RFC 3550 “RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications”
- *“ [...] RTP SHOULD use an even destination port number and the corresponding RTCP stream SHOULD use the next higher (odd) destination port number. For applications that take a single port number as a parameter and derive the RTP and RTCP port pair from that number,* ***if an odd number is supplied then the application SHOULD replace that number with the next lower (even) number to use as the base of the port pair****. “*
- Si el NAT cambia a un puerto impar (odd) y sigue esta regla cambia a otro puerto que el cliente no sabe el que es
- Recomendado: mantener paridad
- RFC 3605 mejora la especificación de puertos para RTP/RTCP



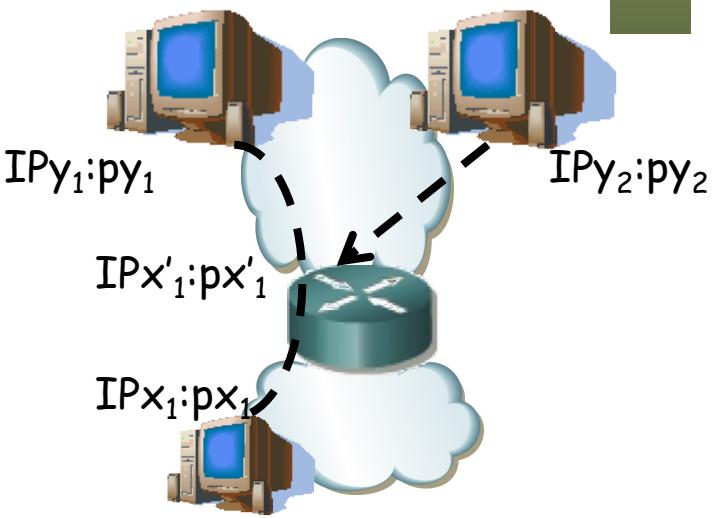
# Timers

- Tiempo sin recibir paquetes de un mapeo tras el cual se elimina
- En el rango de unos minutos (2-5min)
- Si es de un servicio (puerto) conocido sobre UDP que se sabe emplea flujos cortos se puede reducir

- REQ: refrescar el timer ante paquetes salientes
- Recomendado: refrescarlo ante paquetes entrantes (desventaja de que el externo puede mantenerlo indefinidamente)

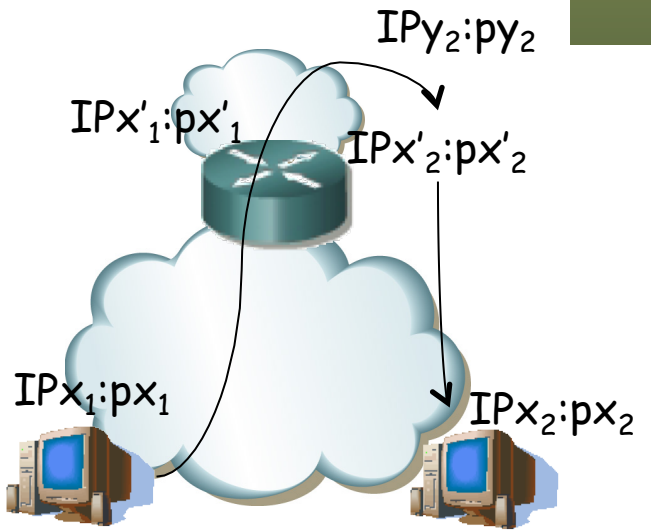
# Filtrado

- Mapeo establecido: ($IPx_1$:$px_1$, $IPx'_1$:$px'_1$)->$IPy_1$:$py_1$
- El filtrado determina qué hace el NAT con paquetes de $IPy_2$:$py_2$ dirigidos a $IPx'_1$:$px'_1$
- *Endpoint-Independent*
  - Reenvía cualquier paquete dirigido a $IPx_1$:$px'_1$ hacia $IPx_1$:$px_1$
- *Address-Dependent*
  - Reenvía el paquete hacia $IPx_1$:$px_1$ solo si $IPy_2$=$IPy_1$
- *Address and Port-Dependent*
  - Reenvía el paquete hacia $IPx_1$:$px_1$ solo si $IPy_2$=$IPy_1$ y $py_2$=$py_1$
- Ejemplo: Una aplicación UDP (un juego?) podría cambiar al cliente a otro servidor
- El nuevo servidor interesa que pueda contactar con el cliente si sabe $IPx'_1$:$px'_1$
- Recomendado:
  - *Endpoint-Independent* para facilitar a las aplicaciones
  - *Address-Dependent* para mayor restricción



# Hairpinning

- Dos hosts internos $IPx_1$ e $IPx_2$
- Hay un mapeo ($IPx_2:px_2$, $IPx'_2:px'_2$)->$IPy_2:py_2$
- Es un NAT Endpoint-Independent
- $IPx_1$ intenta comunicarse con $IPx_2$ a través de la dirección externa
- Envía paquete $IPx_1:px_1$ -> $IPx'_2:px'_2$
- Se dice que hace *hairpinning* al reenviar ese paquete a $IPx_2:px_2$
- Comportamiento *"Internal source IP address and port"*
  - El paquete lo reenvía con origen $IPx_1:px_1$
- Comportamiento *"External source IP address and port"*
  - El paquete lo reenvía con origen $IPx'_1:px'_1$
- REQ: Soportar *hairpinning* en modo *External*
- Esto permite que se comuniquen empleando la dirección externa
- Con *Internal* la respuesta a este paquete no pasaría por el NAT y llegaría a $IPx_1$ desde una dirección inesperada

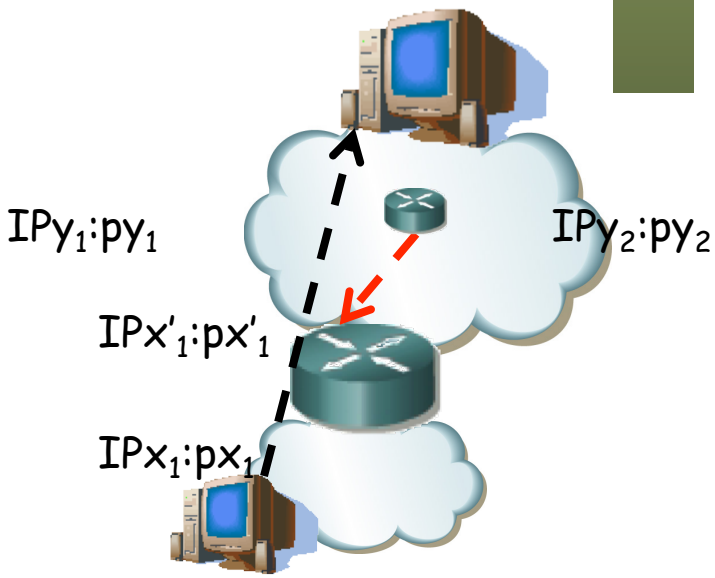


# Determinismo

- Hay implementaciones de NAT que cambian de comportamiento según las circunstancias
- Por ejemplo:
  - Es *Endpoint-Independent* con *Port Overloading*
  - Pero si hay dos hosts internos en comunicación con el mismo externo lo hay cambia a *Address and Port-Dependent* sin *Port preservation*
- Un NAT que cambia su método de mapeo o de filtrado sin cambios de configuración se llama no determinista
- No deterministas suelen cambiar el comportamiento ante conflictos
- Se habla de su comportamiento primario, secundario, terciario, según el número de conflictos
- REQ: comportamiento determinista

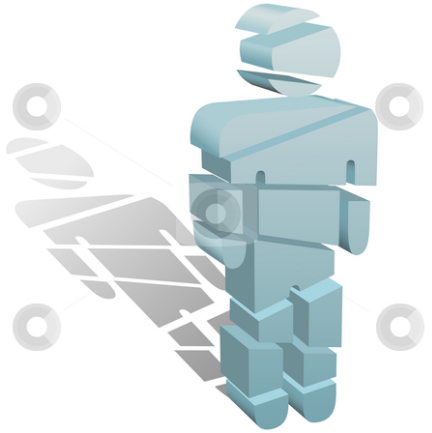

# ICMP destino inalcanzable

- Puede ser devuelto por un router intermedio
- Dirección IP origen del ICMP no coincide con la del mapeo
- No debería descartarlo
- Debería aplicarle el mapeo y reescribir los datos (el paquete contenido tiene la dirección pública, no la interna)
- Debe hacerlo mientras exista el mapeo
- REQ: No debe eliminar el mapeo por recibir un ICMP
- Permite así UDP Path MTU Discovery y traceroute



# Recibiendo fragmentos

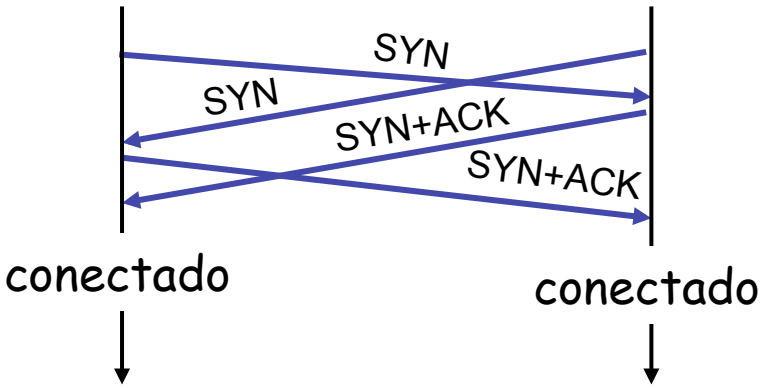
- Si recibe fragmentos del exterior la cabecera de transporte está solo en el primero (que puede no llegar el primero)
- NAT *"Received Fragments Ordered"*
  - Solo es capaz de reenviar correctamente los fragmentos si han llegado en orden
- NAT *"Received Fragments Out of Order"*
  - Es capaz de reenviar fragmentos correctamente aunque le lleguen desordenados
- REQ: ser *out of order*



# NATs y TCP

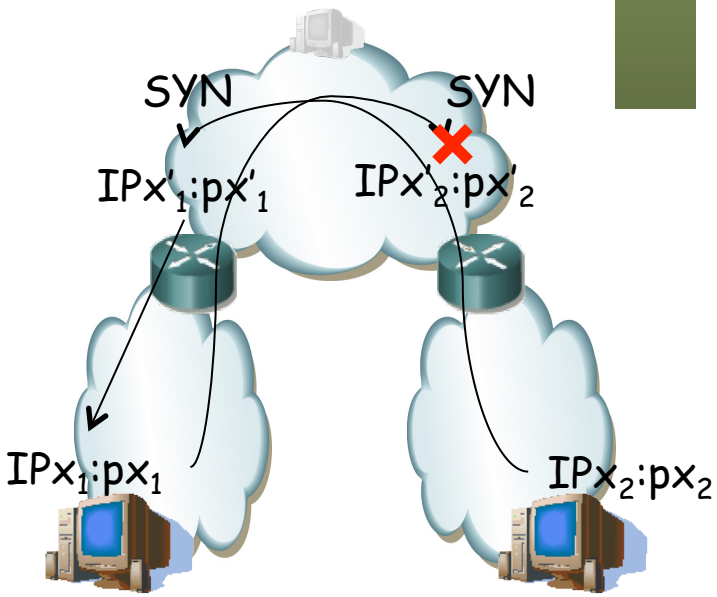
# REQs TCP: RFC 5382

- BCP 143 “NAT Behavioral Requirements for TCP” (2008)
- REQ: Comportamiento *“Endpoint-Independent Mapping”*
  - Es decir, mantener mismos IP:puerto externos para mismos internos independiente del destino externo
  - Necesario para UNSAF
- REQ: Debe soportar todas las secuencias de paquetes TCP; en concreto debe manejar correctamente un *simultaneous open*
  - Que no impida un SYN entrante (sin ACK) si hay mapeo
  - Permite hacer *hole punching* para comunicar dos hosts ambos tras NATs (...)



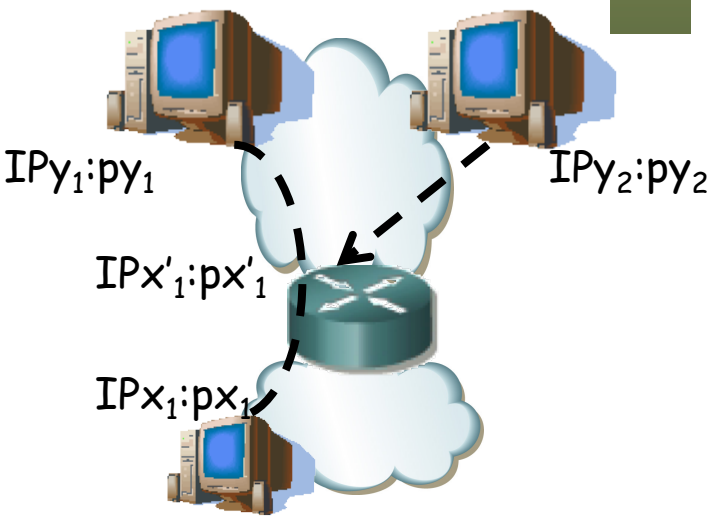
# Hole Punching

- Partimos de que cada extremo conoce la dirección y puerto externo del otro
- Por ejemplo cada uno ha hablado con un servidor externo, de forma que éste ha visto el mapeo
- Si el NAT hace un *Endpoint-Independent Mapping* mantendrá esas IP:puertos externos siempre que el cliente mantenga los suyos, aunque vayan los paquetes a otro host
- Host 1 manda SYN a $IPx'_2:px'_2$ mientras host 2 manda SYN a $IPx'_1:px'_1$
- El primero podría no encontrará mapeo
- El segundo sí
- Host 1 ha enviado SYN y recibido otro
- *¡ Simultaneous open !*
- Si al primer paquete el NAT contesta con un ICMP abortaría el proceso
- REQ: espera 6s para ese ICMP
- Si en ese tiempo crea un mapeo saliente descarta el SYN entrante viejo



# BCP 143

- Recomendado (como para UDP):
  - *Endpoint-Independent* para facilitar a las aplicaciones (cualquier host externo puede enviar a IP:puerto externo)
  - *Address-Dependent* para mayor restricción (solo el mismo host)



# BCP 143: *Session Refresh*

- El mantenimiento de estado es sensible a ataques y agotamiento de recursos
- Además una conexión TCP puede permanecer establecida indefinidamente sin enviar tráfico
- NAT podría eliminar mapeos de sesiones que estima han terminado en el orden:
  - Sesiones en que un extremo se ha reiniciado
  - Sesiones cerradas
  - Sesiones en proceso de establecerse


- El NAT podría comprobar si un extremo se ha reiniciado enviándole un *keep-alive* (recibiría un RST)
- REQ: si no puede determinar si los extremos siguen activos puede abandonar la sesión tras un tiempo
- Ese tiempo debe ser al menos de 2h04m para las establecidas

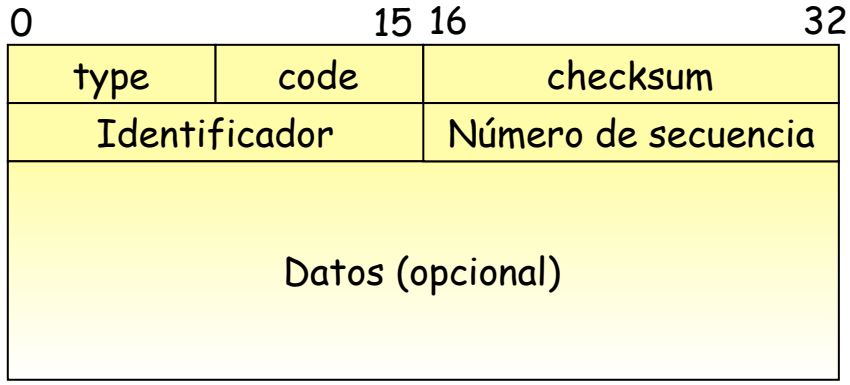
# BCP 143

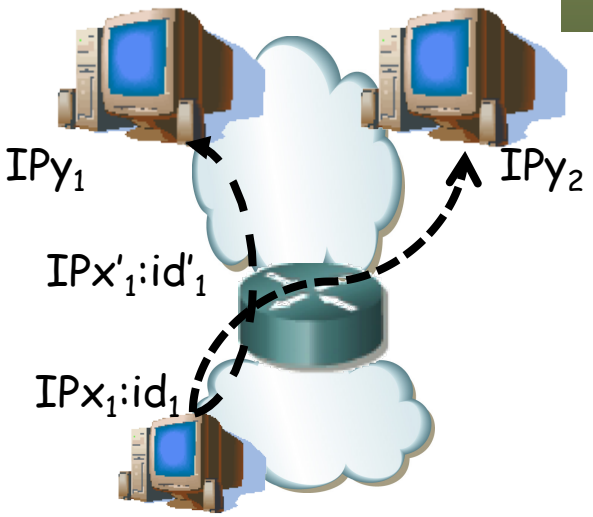
- REQ: no debe usar *"Port overloading"*
- REQ: debe suportar *hairpinning* con comportamiento *"External source IP addres and port"* (comunicación de hosts internos a través de direcciones externas)
- REQ: debe traducir ICMP de tipo destino inalcanzable
- REQ: recibir un ICMP no debe eliminar un mapeo

# NATs e ICMP

# REQs ICMP: RFC 5508

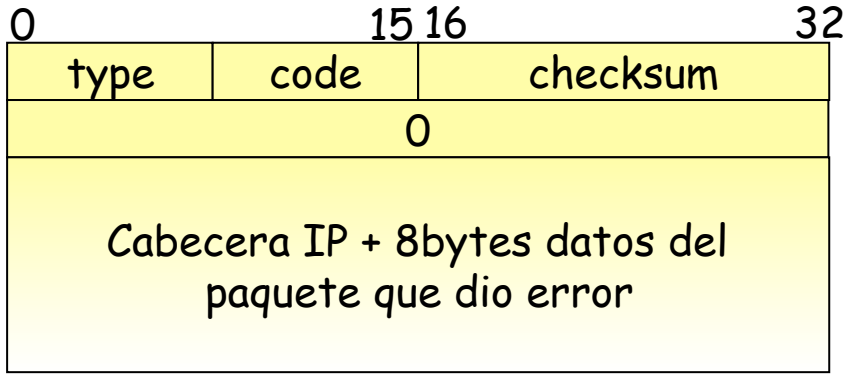
- BCP 148: "NAT Behavioral Requirements for ICMP" (2009)
- REQ: debe permitir *ICMP Queries* desde el interior y sus respuestas. Los identificadores de query externos deberían ser independientes del host externo
  - Es decir, dos queries a distinto destino pero con el mismo identificador en el interior deberían tener el mismo en el exterior
- REQ: el timeout de la sesión debe ser al menos de 60s
- REQ: el NAT debe descartar errores ICMP cuyo checksum ICMP no sea correcto

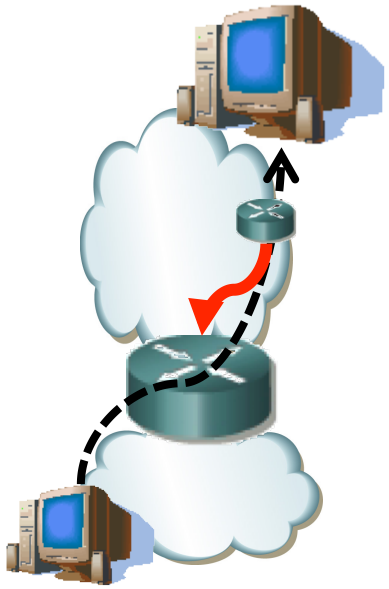


# BCP 148

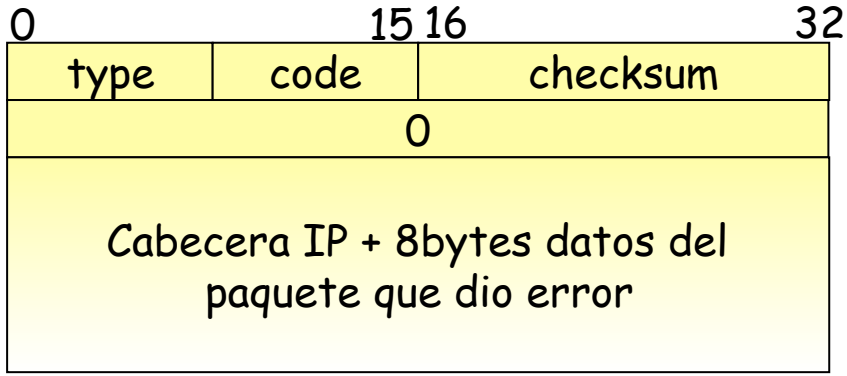
- REQ: si el NAT recibe un ICMP Error desde el exterior y tiene un mapeo activo para el paquete contenido debe:
  - Mapear la cabecera IP y de transporte del paquete contenido
  - Modificar la dirección IP destino del ICMP a ser la dirección origen del paquete contenido
- Si no tiene mapeo debería descartar el paquete ICMP

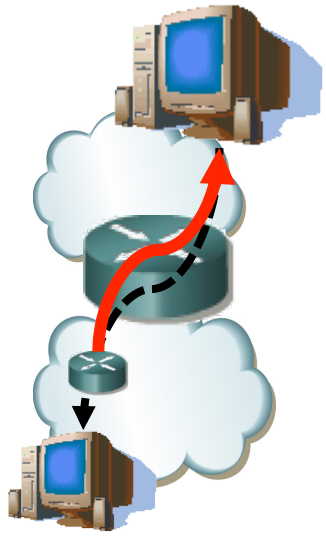


# BCP 148

- REQ: si el NAT recibe un ICMP Error desde el **interior** y tiene un mapeo activo para el paquete contenido debe:
  - Mapear la cabecera IP y de transporte del paquete contenido
  - Si tiene mapeo para la dirección origen del error traducirla y si no tiene cambiarla por su propia dirección IP pública
- Si no tiene mapeo debería descartar el paquete ICMP
- REQ: debe soportar *hairpinning*

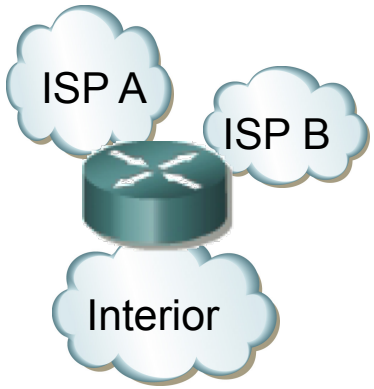


# NATs: Otros aspectos

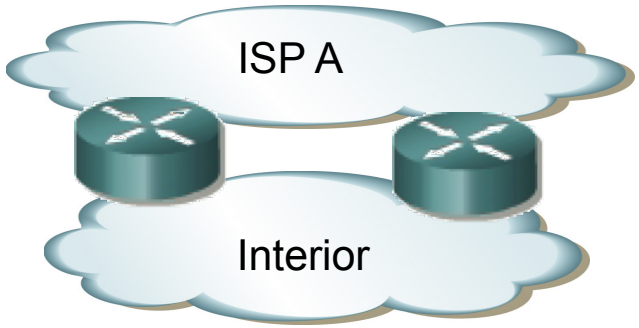
# Protección y NATs

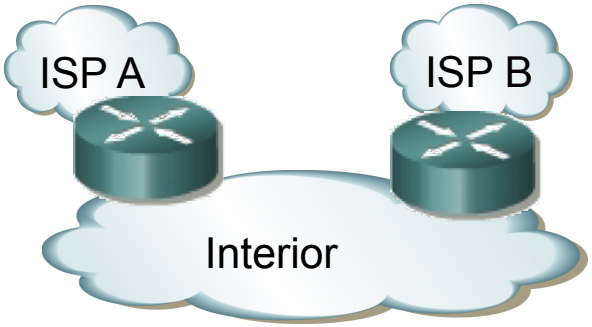
- Mantiene el mapeo para una sesión así que todo el tráfico debe pasar por él
- No debe haber asimetría, los dos sentidos de la comunicación deben pasar por el NAT
- Normalmente el NAT está en la frontera de un *stub*
- Es un punto único de fallo
- ¿ Multihomed ?
  - Protección con enlaces a varios operadores
  - La dirección externa será diferente así que los mapeos fallarán salvo que se enrute de vuelta al NAT por el segundo operador



# Protección y NATs

- Mantiene el mapeo para una sesión así que todo el tráfico debe pasar por él
- No debe haber asimetría, los dos sentidos de la comunicación deben pasar por el NAT
- Normalmente el NAT está en la frontera de un *stub*
- Es un punto único de fallo
- ¿ Múltiples NATs ?
  - Protección ante fallo del equipo y de enlace si van a diferente ISP
  - Podría emplearse para cada sesión el más cercano al destino
  - Si uno falla debería encaminarse el tráfico por el otro
  - Las sesiones entonces deben estar sincronizadas
  - De nuevo problema con la dirección externa



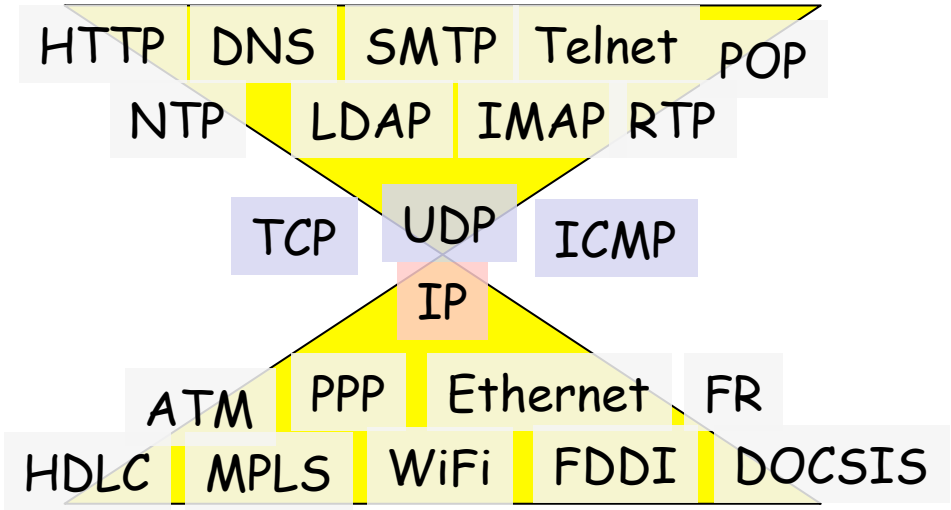



# Seguridad y NATs

- Hosts internos no son directamente accesibles si no inician ellos la comunicación
- Cambian direcciones y puertos así que no funcionan con mecanismos de seguridad que los firmen (IPSec)
- Sí funcionan con aplicaciones que no basen la seguridad en direcciones IP o puertos (SSH, TLS)

# Protocolos sobre IP

- Campo protocolo 1 byte (256 valores)
- Hay ya 142 reservados (2013)
- Pero un NAPT soporta traslación solo para TCP/UDP/ICMP
- Con el despliegue que hay de NATs, el empleo de otros protocolos hoy en día no tendría alcance global
- Nuevos protocolos acaban implementándose sobre UDP que da un servicio de datagramas como IP



# Resumen

- Dan problemas serios a las aplicaciones
- Los desarrolladores de aplicaciones deben tenerlos muy en cuenta