upna Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Tecnologías Avanzadas de Red

Área de Ingeniería Telemática

NATs

Area de Ingeniería Telemática

http://www.tlm.unavarra.es

Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, 3º

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Tecnologías Avanzadas de Red
Área de Ingeniería Telemática

NATs: Introducción

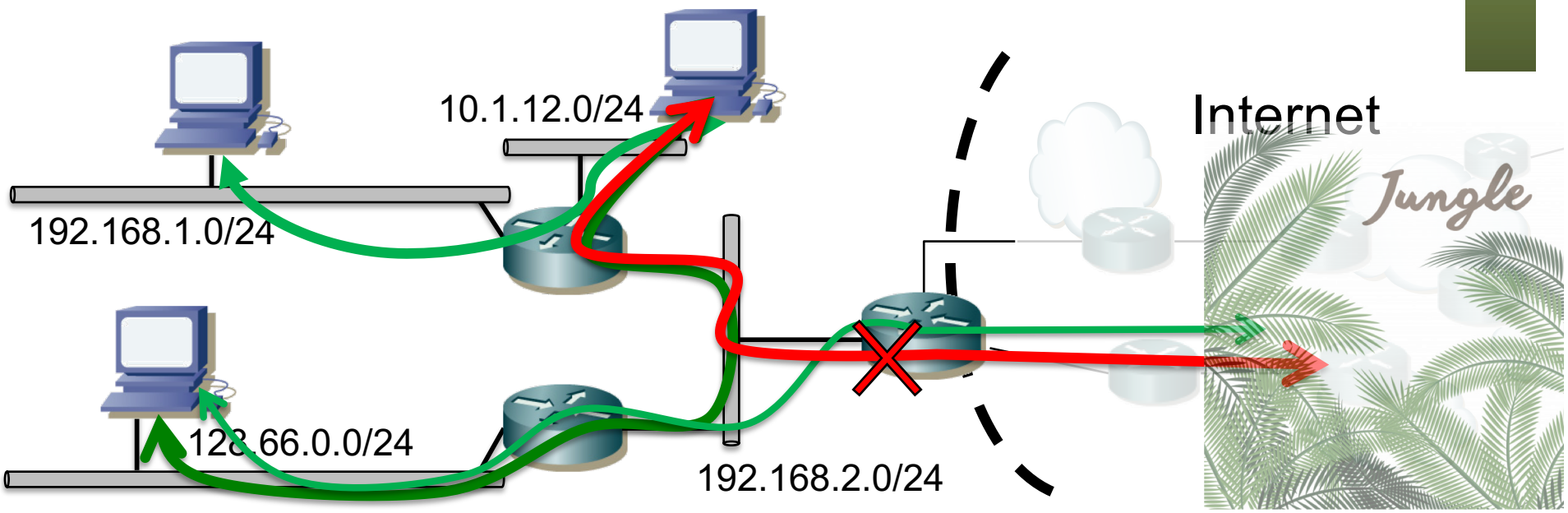
Problemas de IPv4

- Escasez de direcciones
  - Desaprovechamiento con Classful:
    - Clase A: Más de 16M de direcciones
    - Clase B: 64K direcciones
  - Con CIDR:
    - Hemos llegado de nuevo al problema de agotamiento
    - También PCs que se usen esporádicamente

- Complejidad innecesaria en los routers
- Algunas soluciones:
  - DHCP (escasa solución)
  - IPv6 (lejana solución)
  - NAT (vino a nuestro rescate… según cómo se mire)

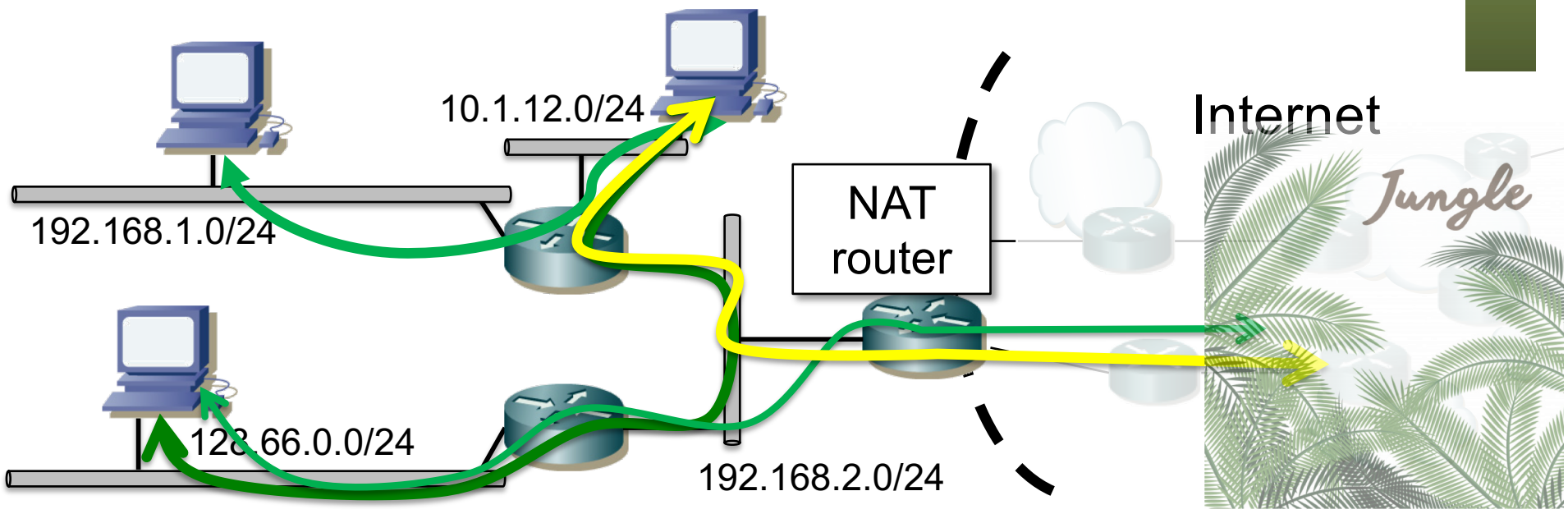
Direccionamiento privado

- 10.0.0.0/8, 192.168.0.0/16, 172.16.0.0/12
- Pueden comunicarse con cualquier máquina de la red interna (...)
- Al exterior solo pueden salir paquetes IP con direcciones públicas únicas (...)



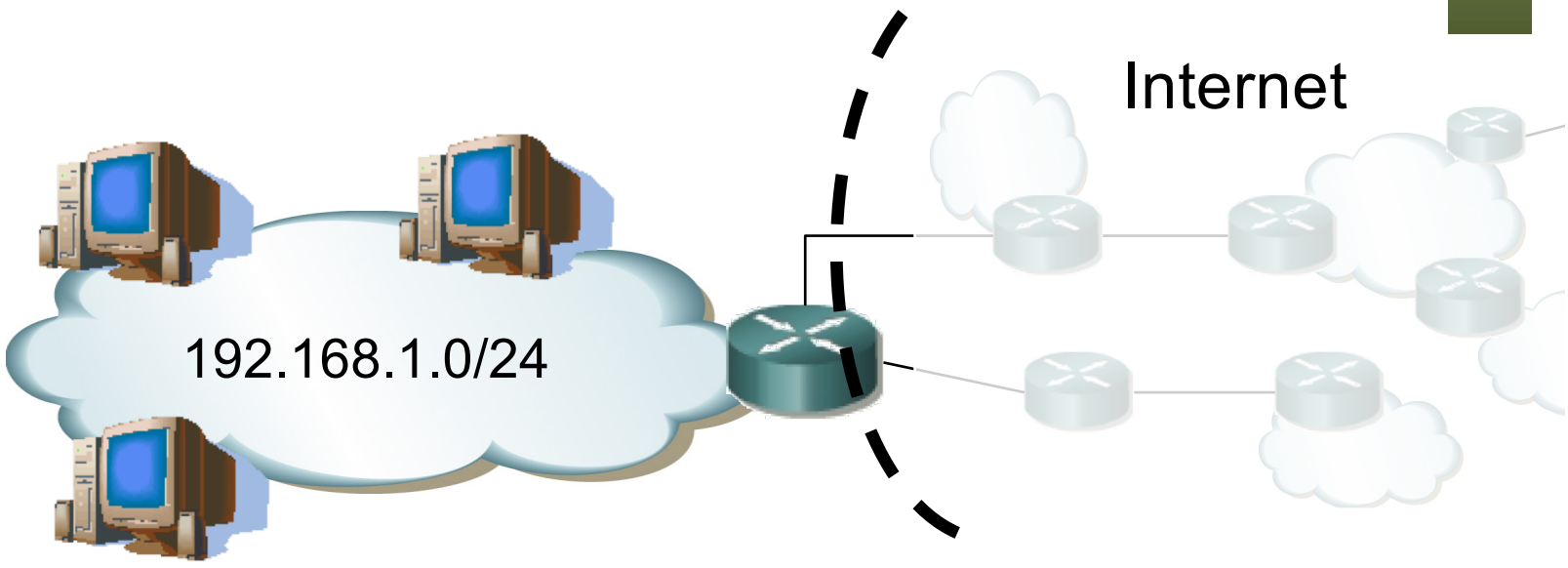
NATs

- Habilitan esa comunicación
- En los paquetes IP el NAT cambiará la dirección privada por una pública
- Escenario más conocido (…)



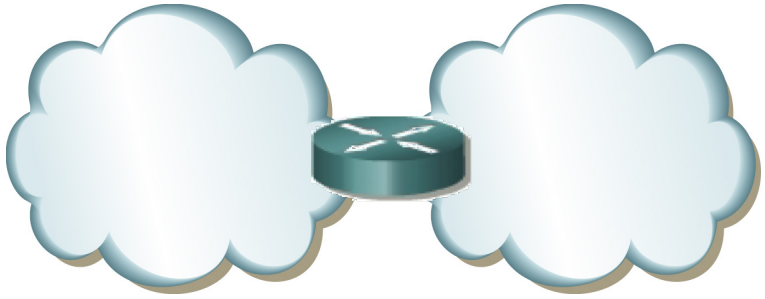
NATs

- Habilitan esa comunicación
- En los paquetes IP el NAT cambiará la dirección privada por una pública
- Escenario más conocido: Usuario residencial



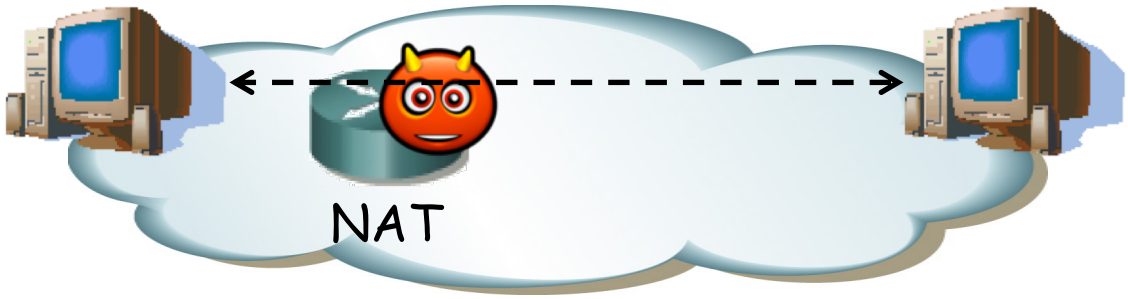
Introducción

- Hoy en día hay ya varias RFCs tratando el tema de los NATs
- Por ejemplo:
  - RFC 3022 “Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT)
  - RFC 2663 “IP Network Address Translator (NAT) Terminology and Considerations”
  - Y otras que comentaremos más adelante
- Un NAT mapea direcciones entre dos dominios
- Se habla de NATs y NAPTs (a veces PATs) aunque por extensión se les suele llamar a ambos NATs
- Se dice que hacen *transparent routing,* enrutando paquetes entre dos dominios



End-to-end principle

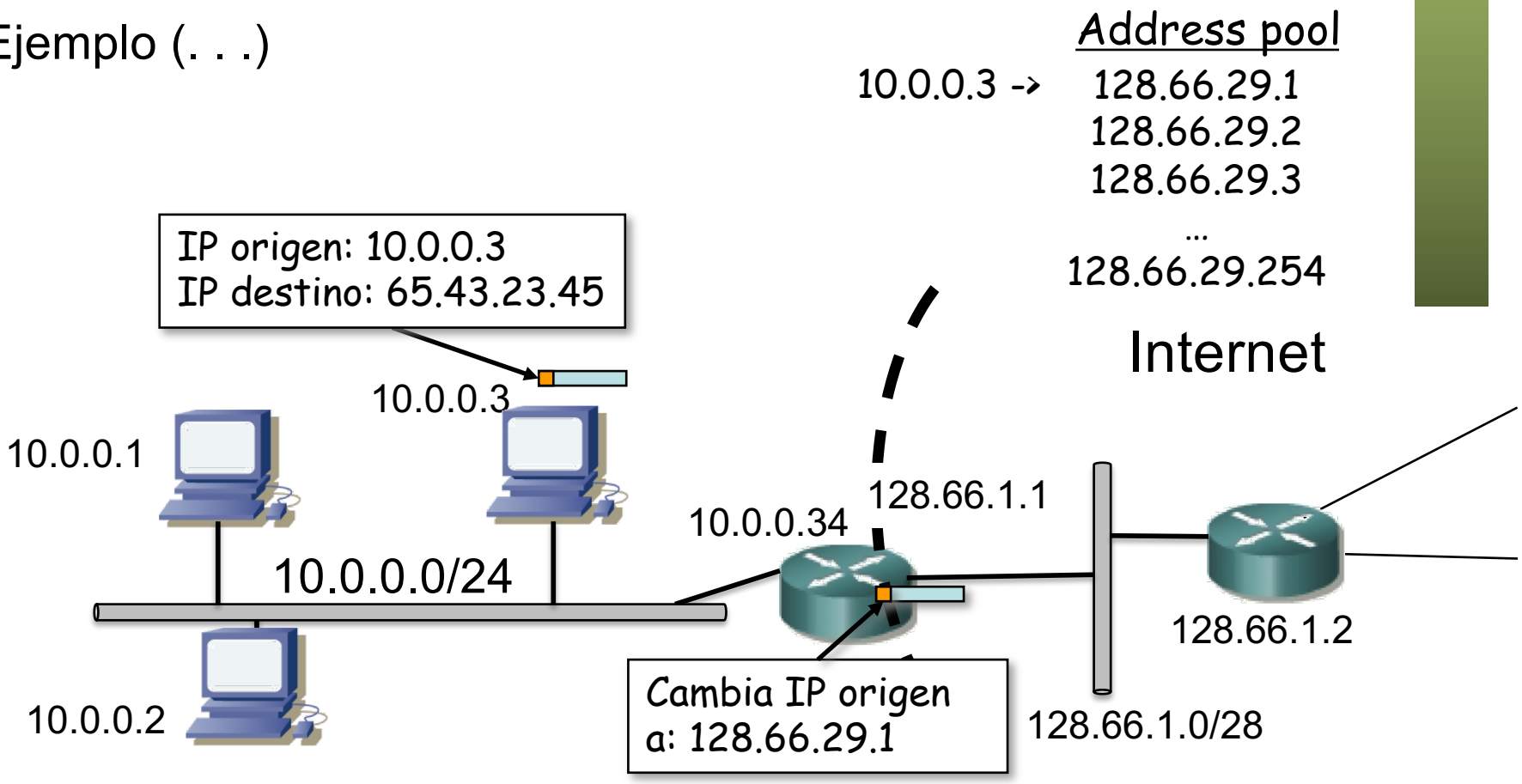
- Siempre que sea posible, implementar los protocolos en los extremos de la red
- Implementar en la red lo menos posible
- Red con mínima inteligencia (la red es difícil de cambiar)
- Inteligencia en los extremos (es más sencillo añadir nueva funcionalidad)
- La Internet es un ejemplo, con IP en la red y el resto de protocolos solo en los extremos
- NATs rompen el funcionamiento extremo-a-extremo de la Internet
- Eso va a dar problemas a las aplicaciones, a su funcionamiento y a su despliegue



NATs: Mapeo de direcciones

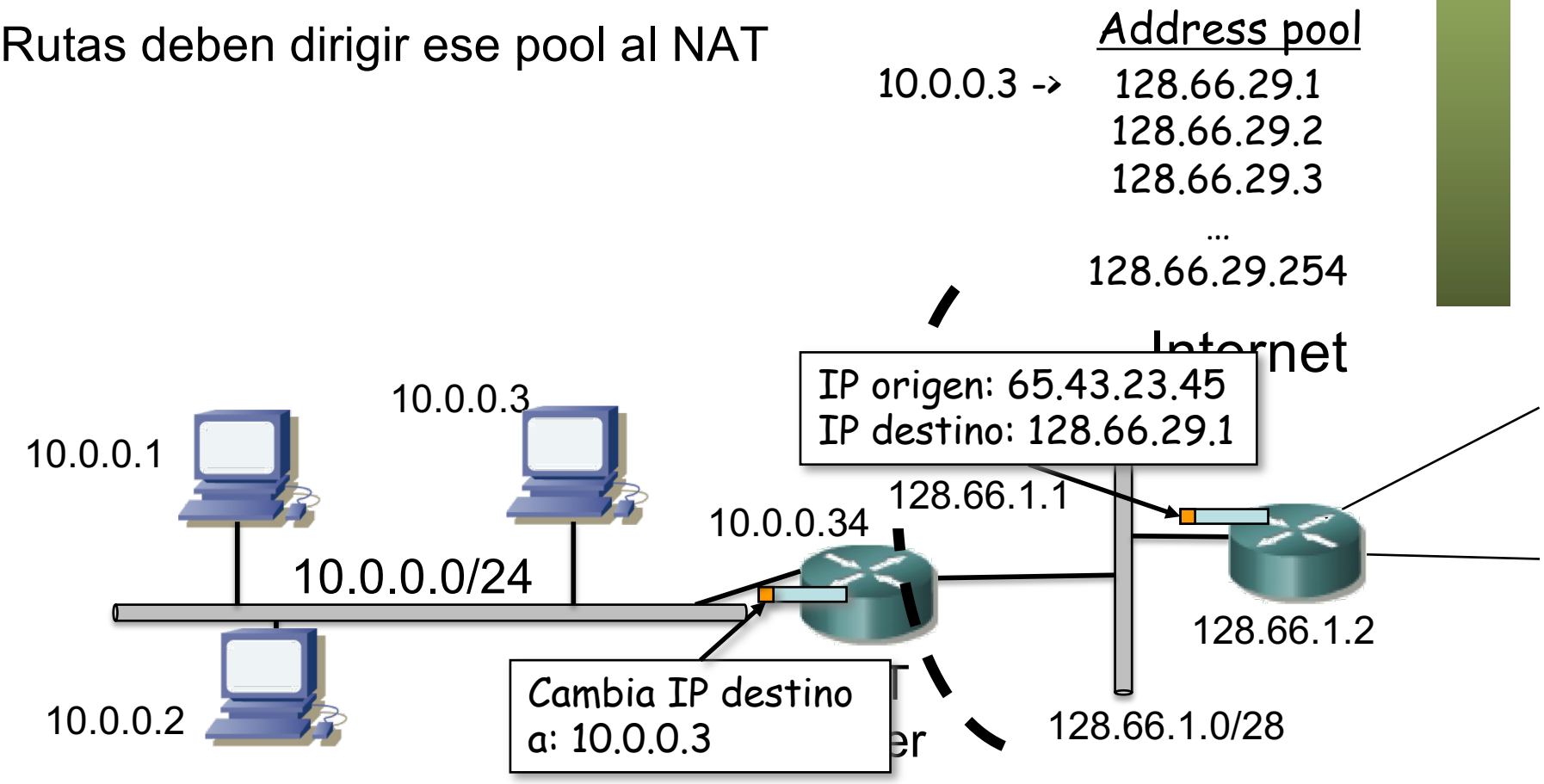
NATs

- NAT tiene asignado un bloque (*pool*) de direcciones públicas
- Cuando reenvía al exterior un paquete cambia la dirección origen por una del pool
- Apunta la correspondencia para deshacer el cambio en sentido contrario
- Ejemplo (. . .)



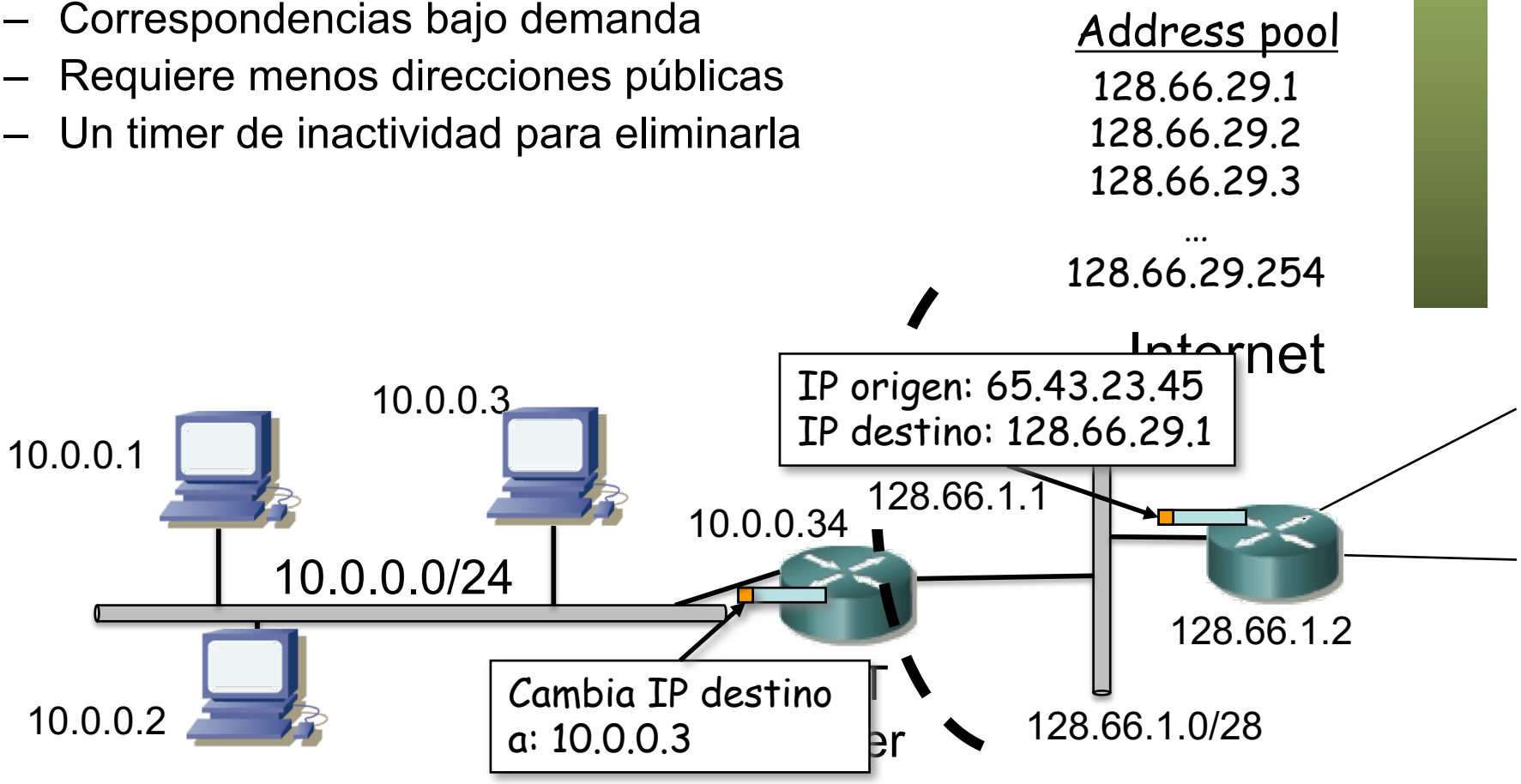
NATs

- Cuando venga un paquete de esa dirección IP externa vendrá dirigido a la dirección que colocó como origen el router NAT
- La tabla de mapeos indica el cambio a hacer (… …)
- Para el host remoto el flujo es con la dirección pública pues nunca ve la privada
- Rutas deben dirigir ese pool al NAT



NATs: mapeo

- Estático
  - Preconfigurado 1 a 1
  - Requiere tantas direcciones como hosts con direccionamiento privado
- Dinámico
  - Correspondencias bajo demanda
  - Requiere menos direcciones públicas
  - Un timer de inactividad para eliminarla



NAPT: Mapeo básico con puertos

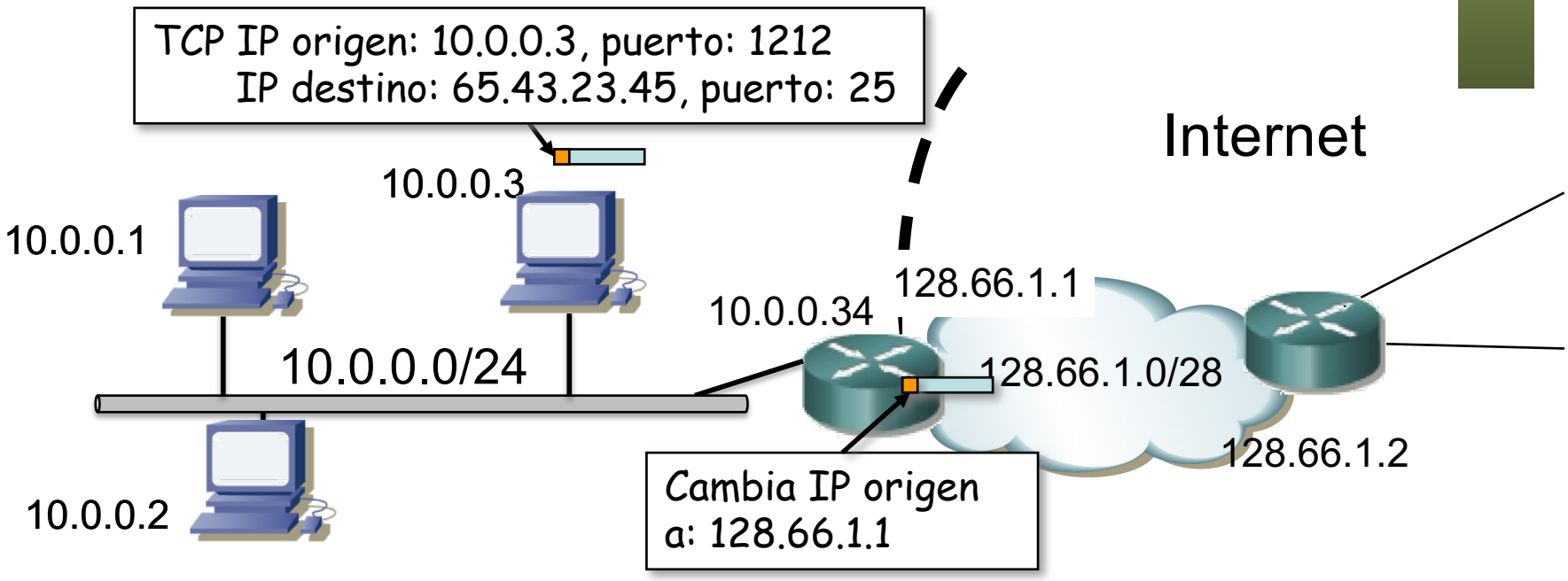
NAPT

- Network Address/Port Translator
- Va a poder modificar también la cabecera del protocolo de transporte
- Solo para TCP, UDP e ICMP
- “Sesiones”
  - TCP/UDP (TU): {(IP-1, Port-1), (IP-2, Port-2)}
  - ICMP: (IP-1, queryID, IP-2)
  - En TCP termina tras intercambio de FINs/RST aunque pueden perderse y se mantiene durante un tiempo (recomendado 4min)
  - El concepto de sesión a nivel de aplicación puede diferir e incluir varias de éstas
  - Hosts pueden reiniciarse así que siempre deben caducar los mapeos tras un tiempo de inactividad

NAPT

- Pocas direcciones públicas, por ejemplo solo una (que puede ser la de su interfaz exterior)
- Paquete hacia el exterior provoca nueva correspondencia (. . .)

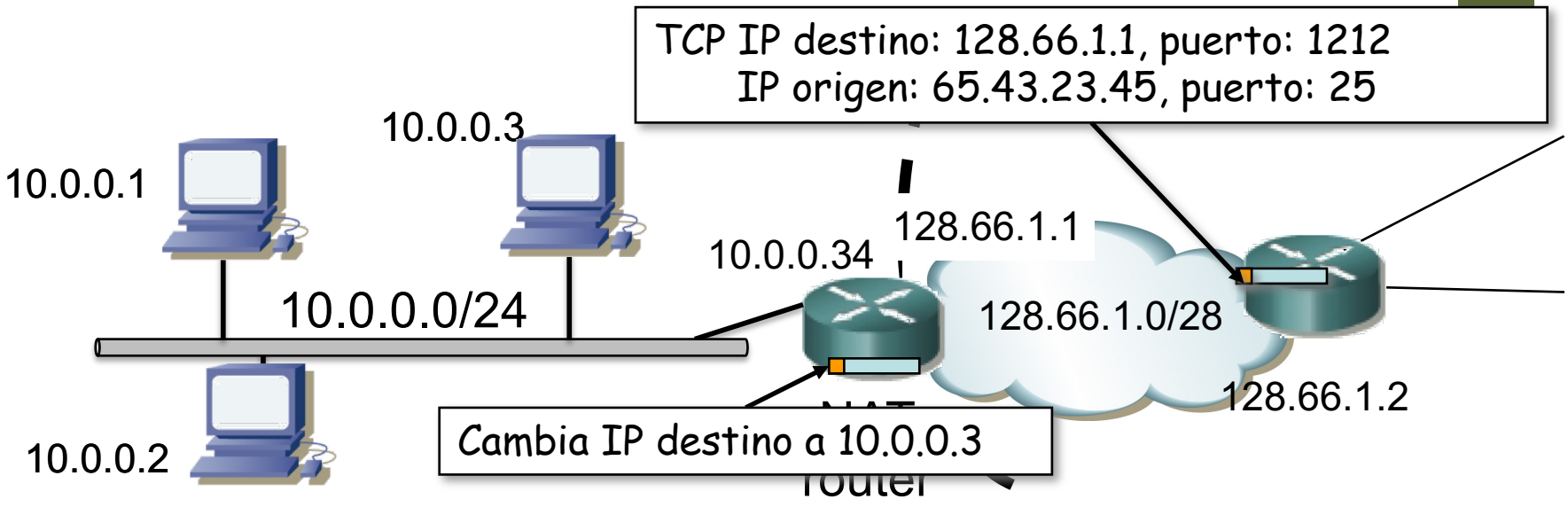
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25



NAPT

- Cuando venga un paquete de vuelta de la misma conexión
- Encuentra la 4-tupla en la tabla y con ello el cambio a hacer (…)

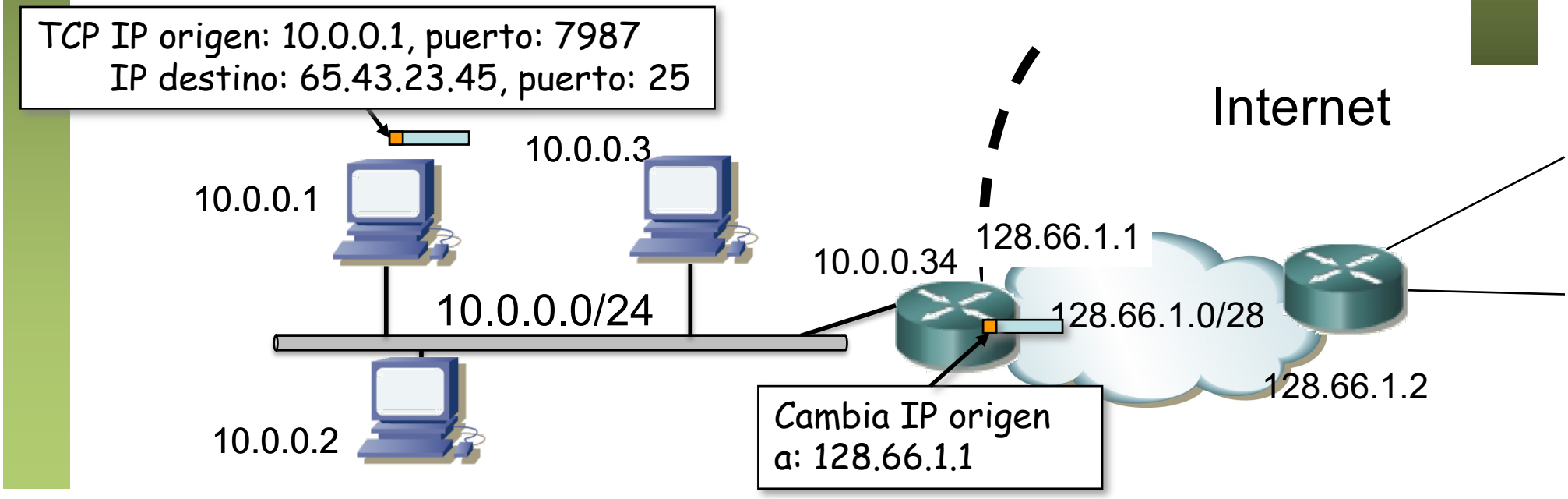
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25



NAPT

- Otro host podría ir al mismo servidor y servicio
- Si emplea diferente puerto cliente no hay colisión y crea nueva correspondencia (…)

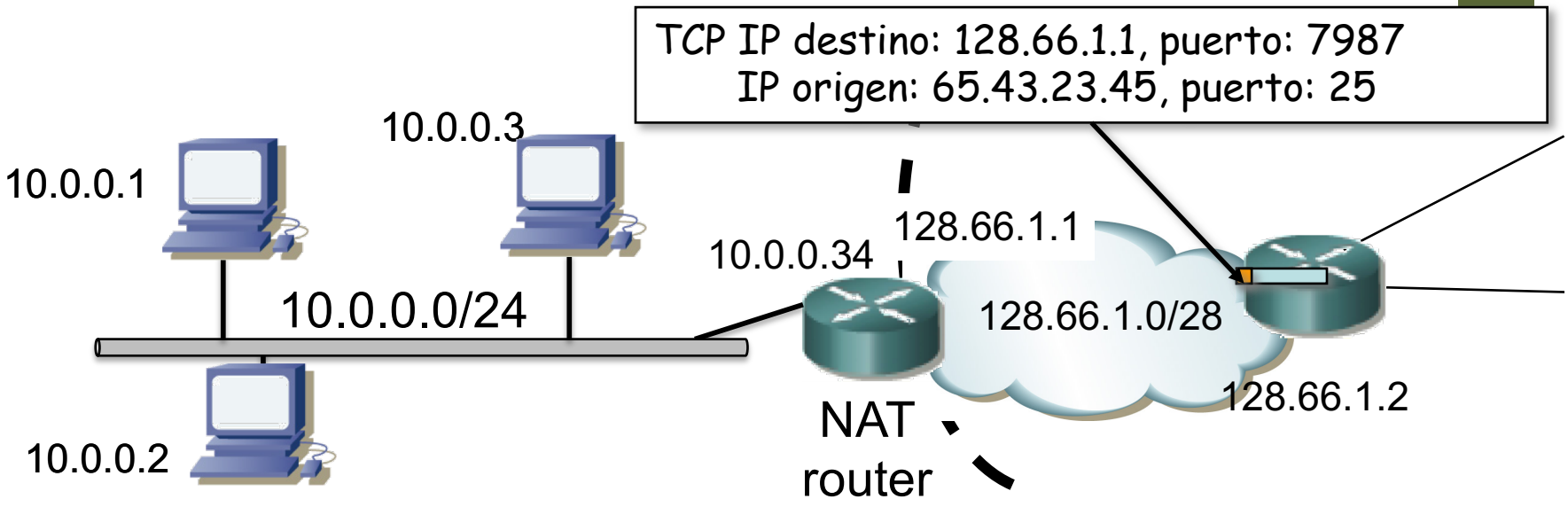
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.1:7987	126.66.1.1:7987	65.43.23.45:25



NAPT

- Cuando venga un paquete de vuelta de la misma conexión
- Encuentra la 4-tupla en la tabla y con ello el cambio a hacer (…)

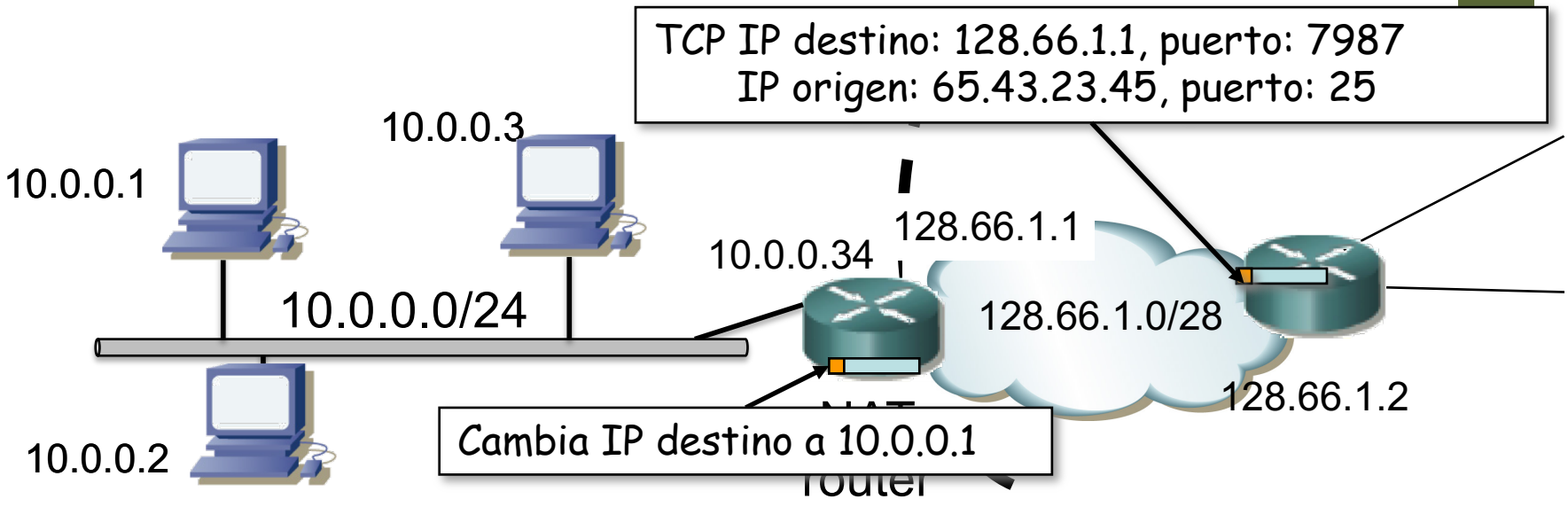
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25



NAPT

- Cuando venga un paquete de vuelta de la misma conexión
- Encuentra la 4-tupla en la tabla y con ello el cambio a hacer
- Paquetes de las 2 conexiones son distinguibles

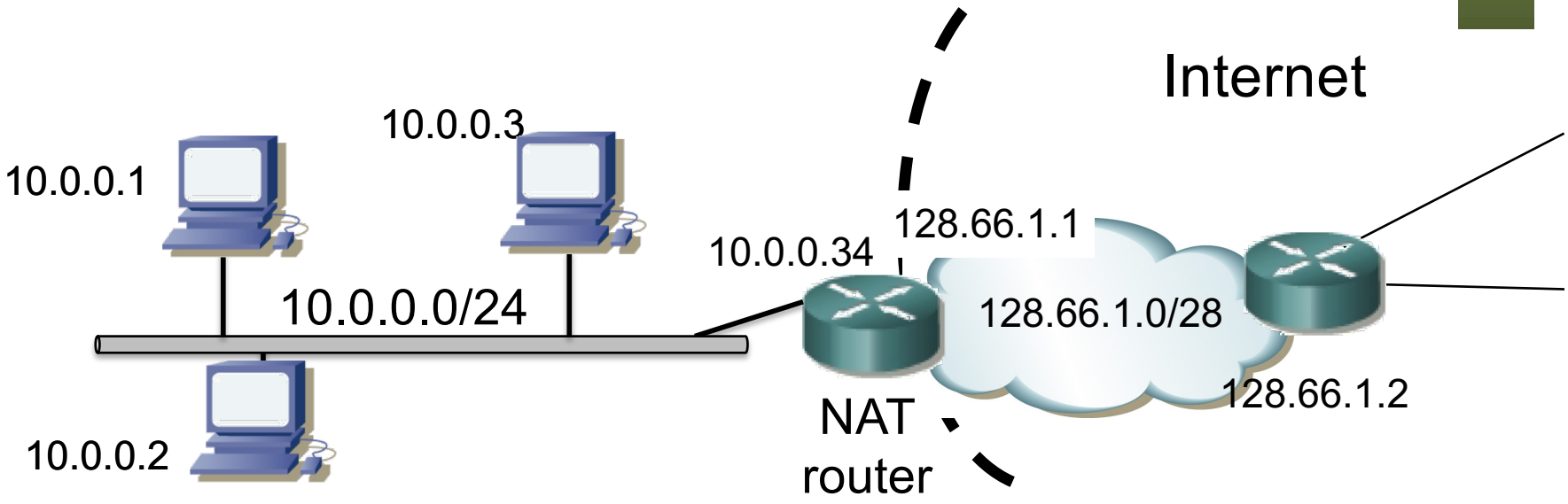
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	**128.66.1.1:1212**	**65.43.23.45:25**
TCP	10.0.0.1:7987	**128.66.1.1:7987**	**65.43.23.45:25**



NAPT

- ¿Puede haber una colisión?
- Se daría si dos conexiones necesitan usar la misma 4-tupla en el exterior (…)

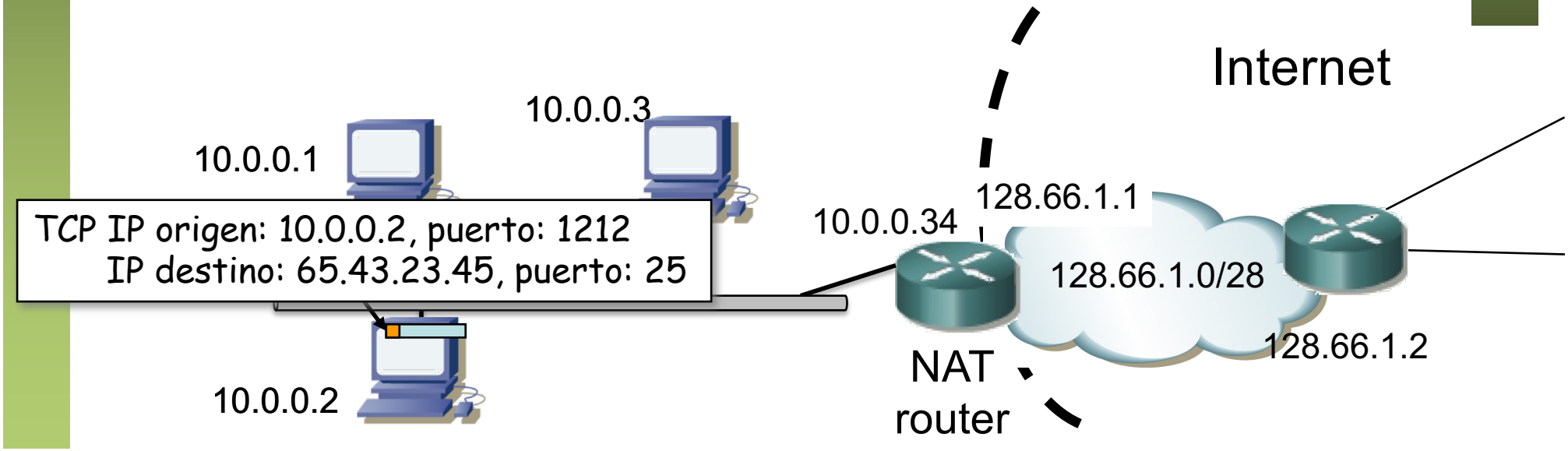
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25



NAPT

- Otro host podría ir al mismo servidor y servicio empleando el mismo puerto local (no hay coordinación entre ellos)
- Colisión en la correspondencia (. . .)

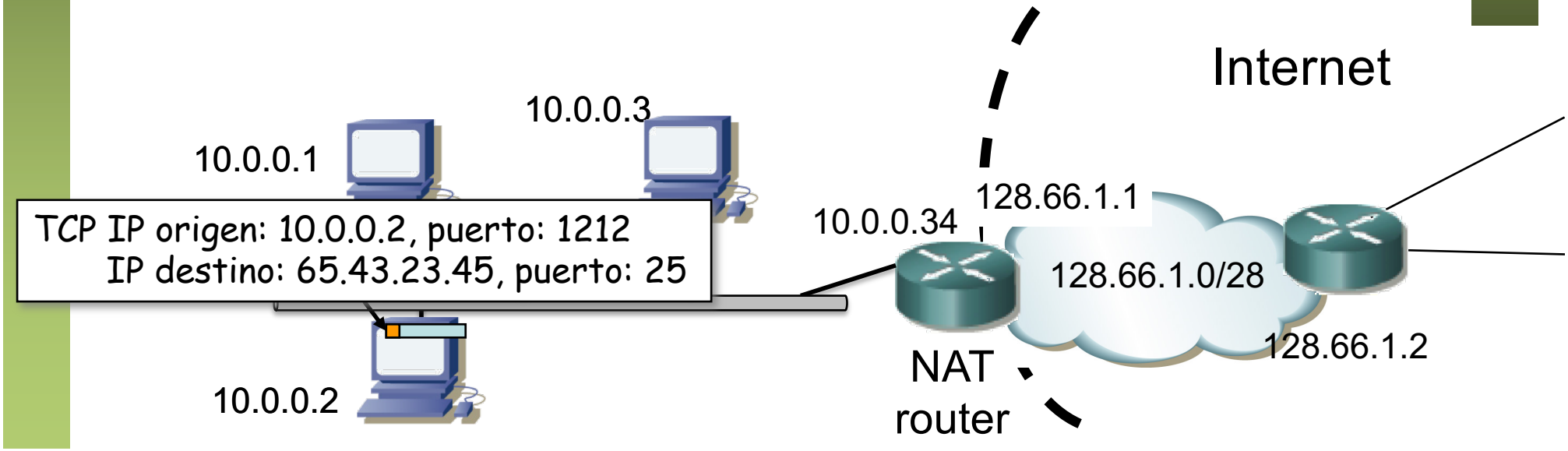
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	**128.66.1.1:1212**	**65.43.23.45:25**
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.2:1212	**128.66.1.1:1212**	**65.43.23.45:25**



NAPT

- Si hiciera ese cambio, cuando venga un paquete del exterior con esa 4-tupla ¿a qué conexión corresponde?
- Ambigüedad

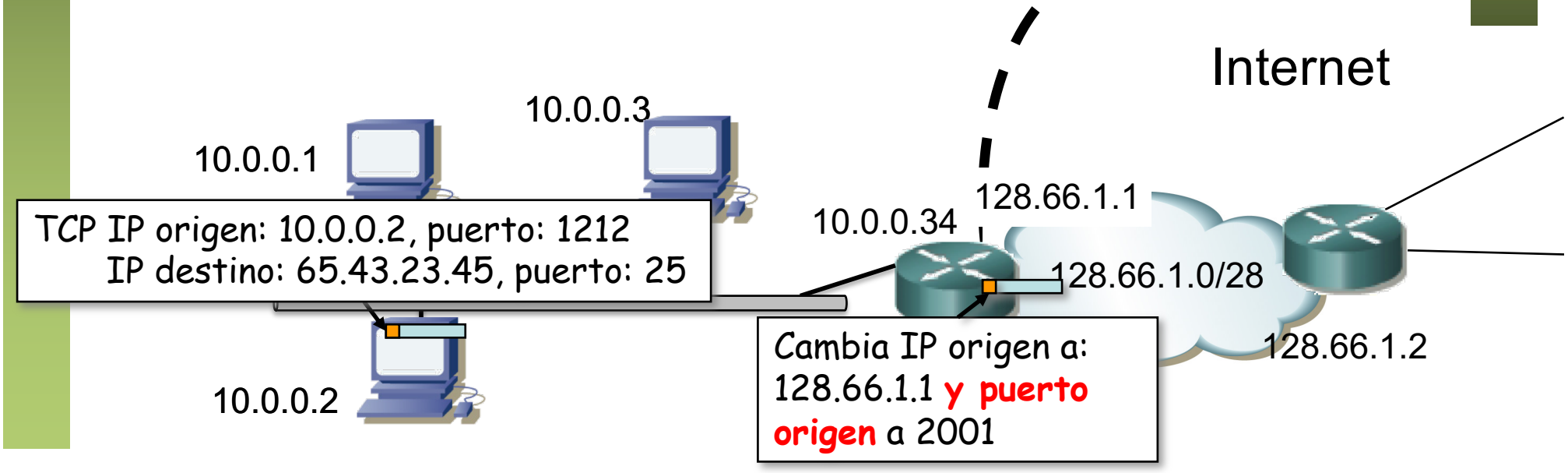
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	**128.66.1.1:1212**	**65.43.23.45:25**
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.2:1212	**128.66.1.1:1212**	**65.43.23.45:25**



NAPT

- El NAPT va a cambiar también el puerto origen a uno que no colisione
- Ahora ya se puede distinguir con la 4-tupla en los paquetes de vuelta de qué conexión son

Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.2:1212	128.66.1.1:2001	65.43.23.45:25



NAPT

UDP

- Lo mismo que con TCP
- Sigue habiendo una 4-tupla y no aceptamos colisiones

ICMP

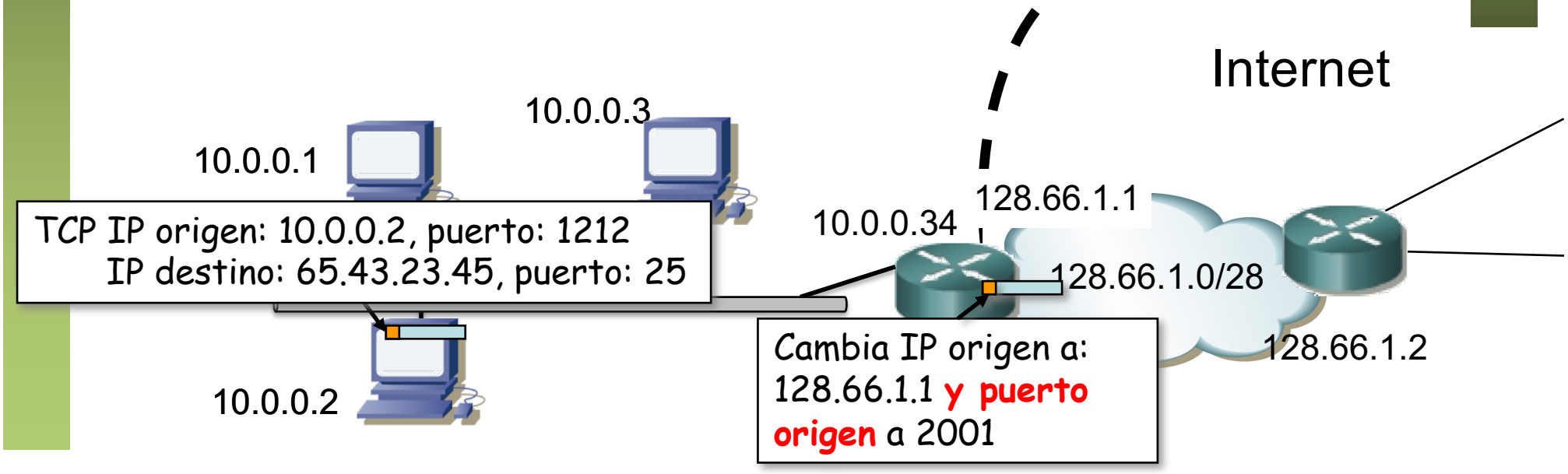
- No hay puertos
- Debe basarse en otros campos de su cabecera
- QueryID

NAPT: Algunas dificutades

NAPT: Problema

- Ante una dirección IP y puerto externo muy popular hay un límite de posibles correspondencias
- Se debe al límite de puertos TCP disponibles (16 bits)

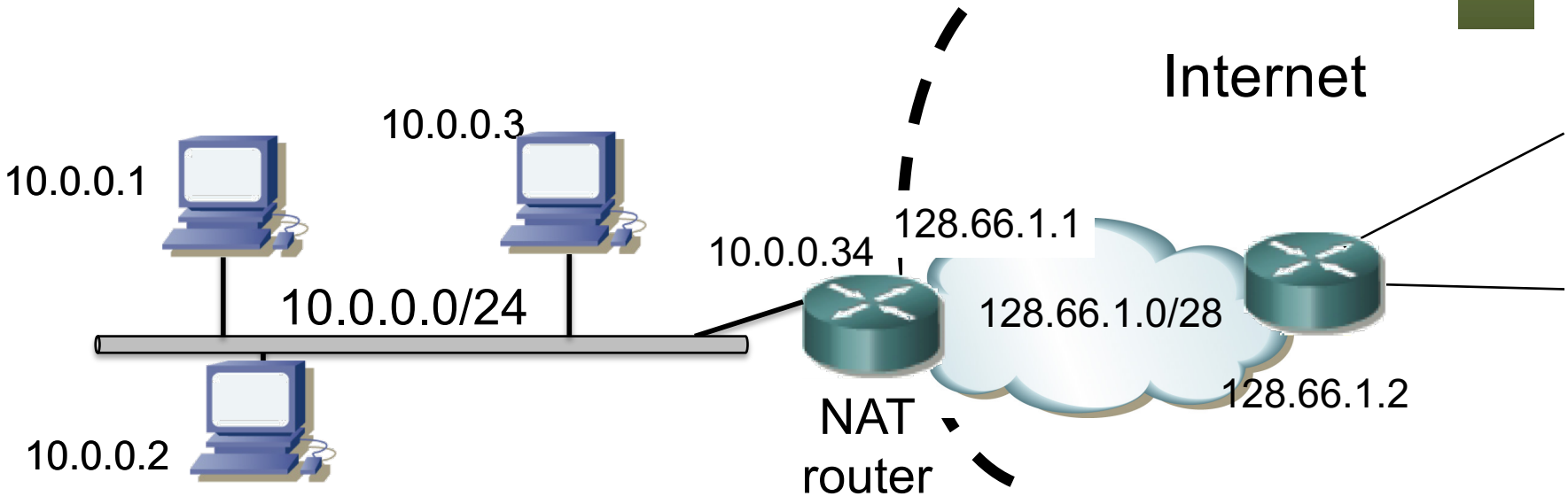
Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:1212	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.1:7987	128.66.1.1:7987	65.43.23.45:25
TCP	10.0.0.2:1212	128.66.1.1:2001	65.43.23.45:25



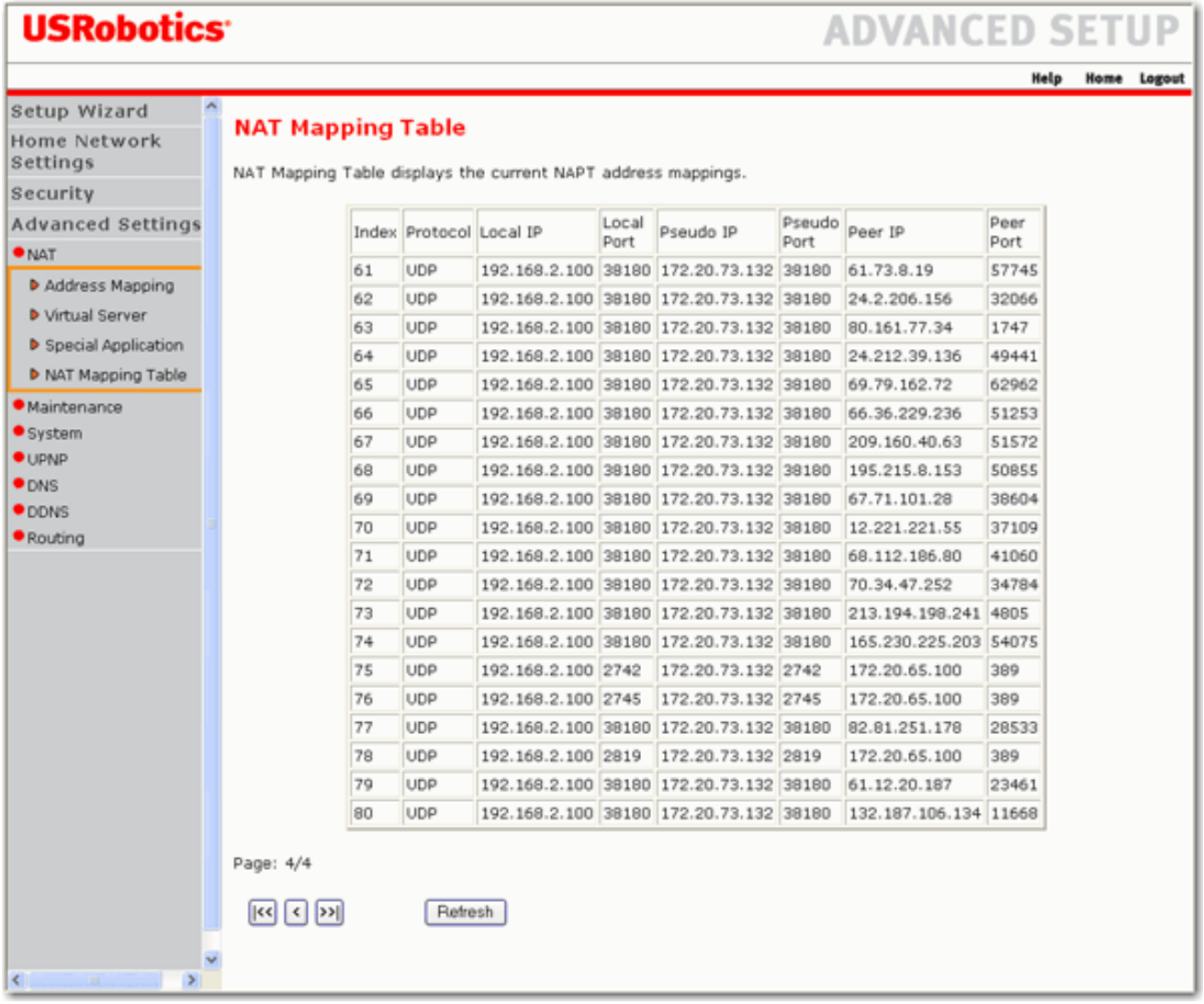
Conexiones entrantes

- Normalmente mediante correspondencia estática
- Cambiando o no el puerto local

Proto.	Interno	Pública	Exterior
TCP	10.0.0.3:1212	128.66.1.1:80	*

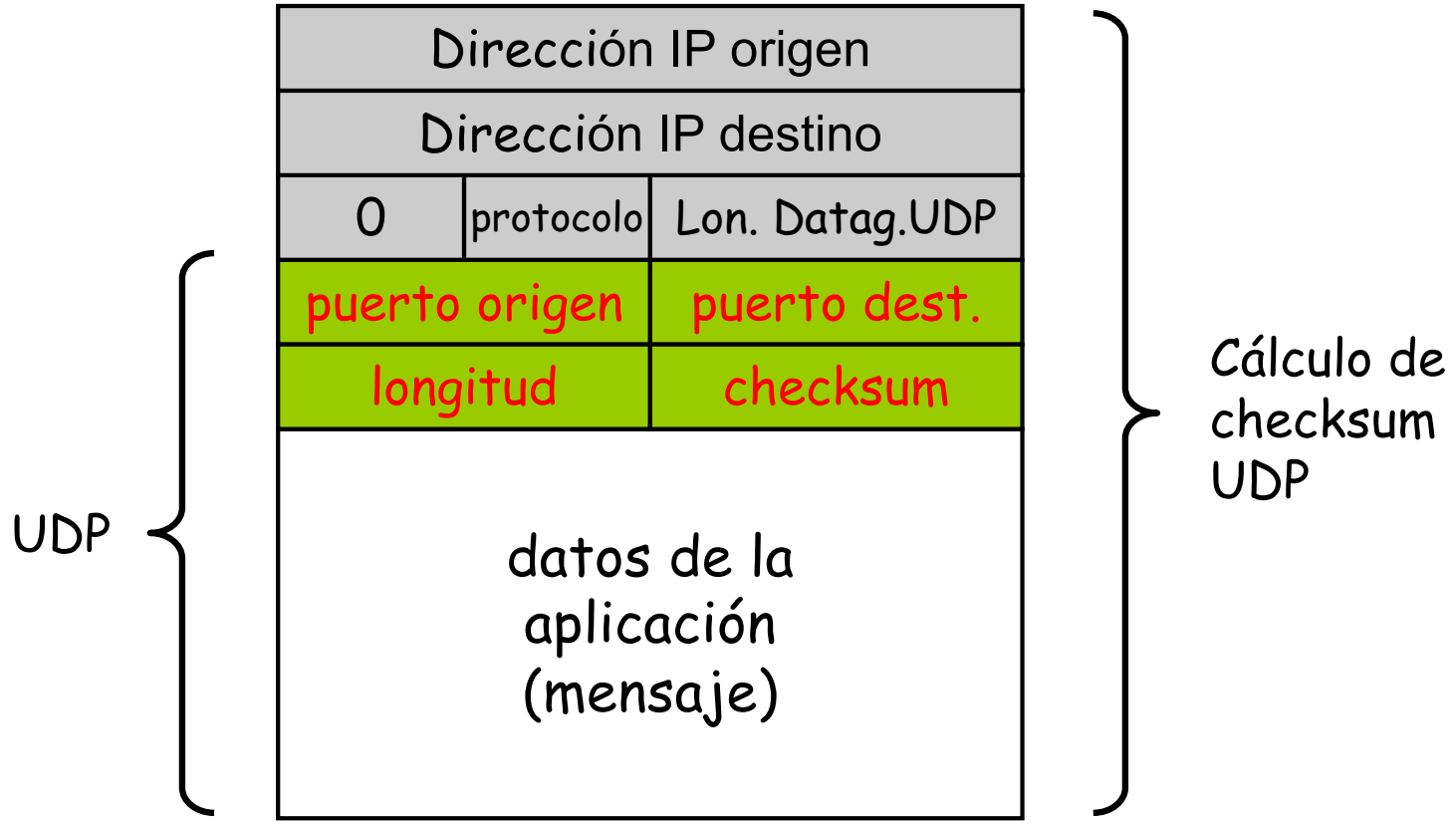


Ejemplo


USRobotics
ADVANCED SETUP
Help Home Logout
Setup Wizard
Home Network Settings
Security
Advanced Settings
NAT
Address Mapping
Virtual Server
Special Application
NAT Mapping Table
Maintenance
System
UPNP
DNS
DDNS
Routing
NAT Mapping Table
NAT Mapping Table displays the current NAPT address mappings.
Index | Protocol | Local IP | Local Port | Pseudo IP | Pseudo Port | Peer IP | Peer Port
61 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 61.73.8.19 | 57745
62 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 24.2.206.156 | 32066
63 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 80.161.77.34 | 1747
64 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 24.212.39.136 | 49441
65 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 69.79.162.72 | 62962
66 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 66.36.229.236 | 51253
67 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 209.160.40.63 | 51572
68 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 195.215.8.153 | 50855
69 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 67.71.101.28 | 38604
70 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 12.221.221.55 | 37109
71 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 68.112.186.80 | 41060
72 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 70.34.47.252 | 34784
73 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 213.194.198.241 | 4805
74 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 165.230.225.203 | 54075
75 | UDP | 192.168.2.100 | 2742 | 172.20.73.132 | 2742 | 172.20.65.100 | 389
76 | UDP | 192.168.2.100 | 2745 | 172.20.73.132 | 2745 | 172.20.65.100 | 389
77 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 82.81.251.178 | 28533
78 | UDP | 192.168.2.100 | 2819 | 172.20.73.132 | 2819 | 172.20.65.100 | 389
79 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 61.12.20.187 | 23461
80 | UDP | 192.168.2.100 | 38180 | 172.20.73.132 | 38180 | 132.187.106.134 | 11668
Page: 4/4
|<< < >>|
Refresh

Checksums

- Cambio en dirección IP requiere recalcular checksum IP
- También requiere recalcular checksum TCP/UDP pues protege también a las direcciones IP



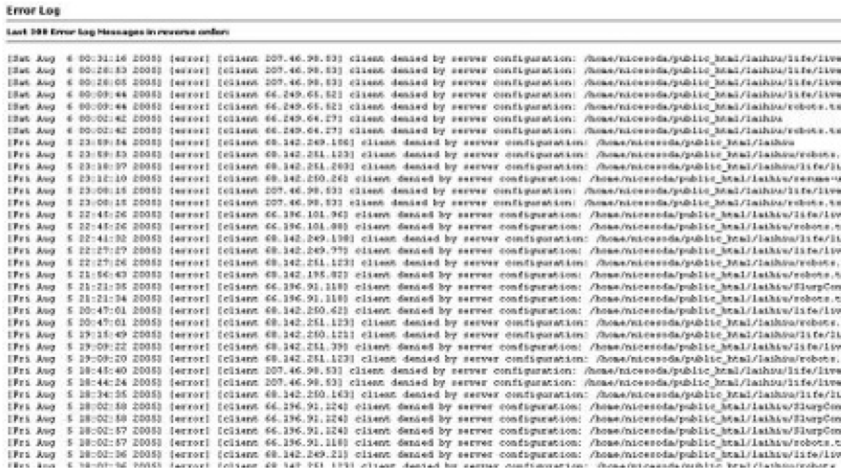
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Tecnologías Avanzadas de Red
Área de Ingeniería Telemática

NATs y las aplicaciones

NATs y logs

- Problemas con logs y estadísticas en servidores
  - El mismo host puede aparecer en el exterior con diferente dirección en diferente momento
  - Varios hosts pueden aparecer con la misma dirección
  - Con datos de red+transporte no se pueden distinguir
  - Dificulta hacer estadísticas por usuario o identificar responsables de abusos

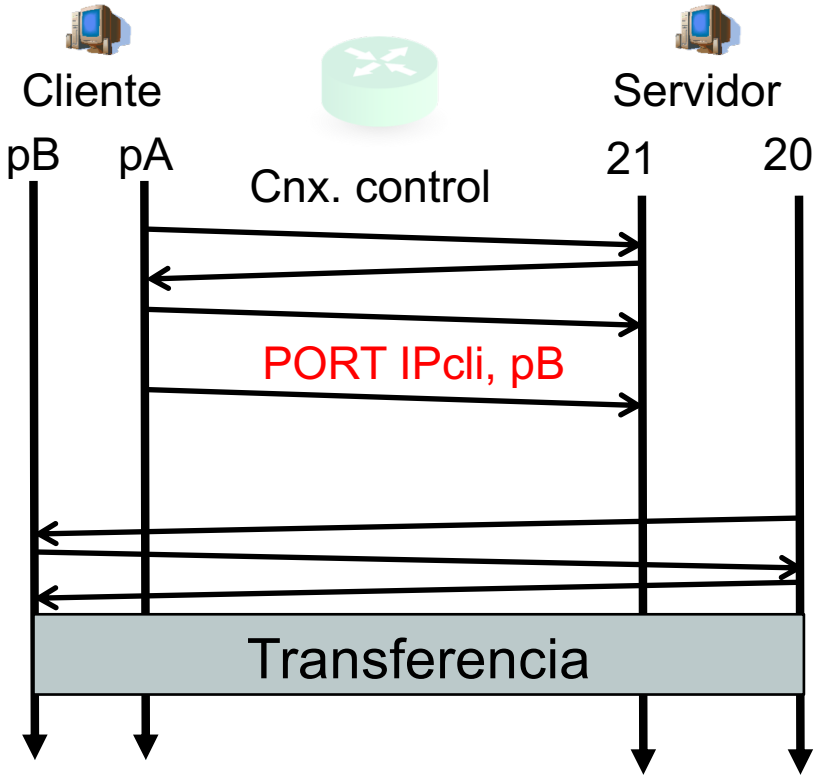


NATs y aplicaciones

- Problemas con aplicaciones que
  - En la comunicación de datos hablan de direcciones IP y/o puertos (FTP, SIP, H.323, juegos online…)
  - Esa información es necesaria para establecer otras sesiones
  - Se emplean entonces ALGs (…)

ALGs

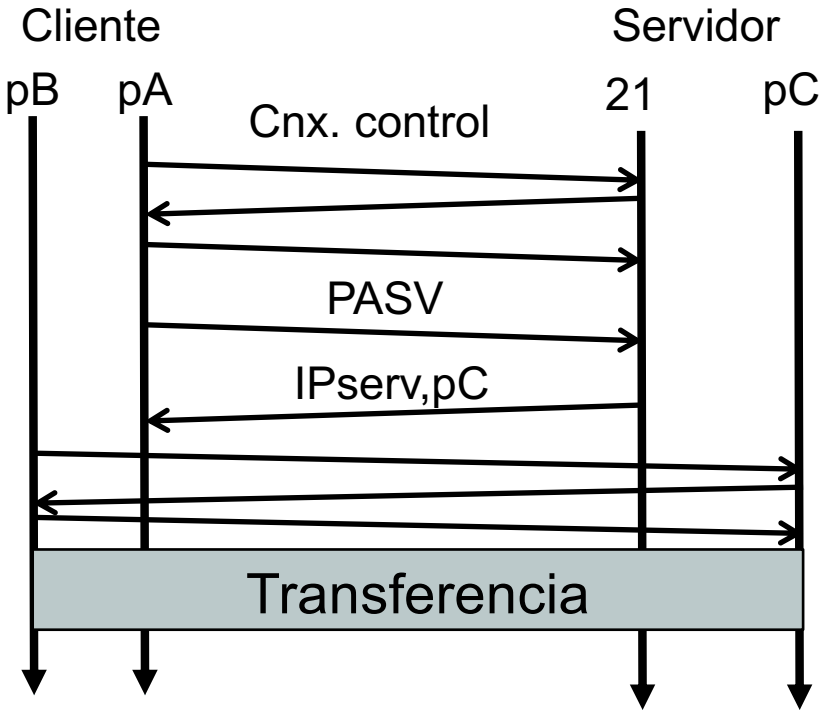
- *Application Level Gateways*
- Parte del NAT/NAPT
- Monitoriza y modifica el payload (datos TCP/UDP)
- Deben conocer el protocolo de nivel de aplicación
- No debe estar encriptado (o el ALG debe tener la clave)
- Ejemplo: FTP



Ejemplo: NATs y FTP

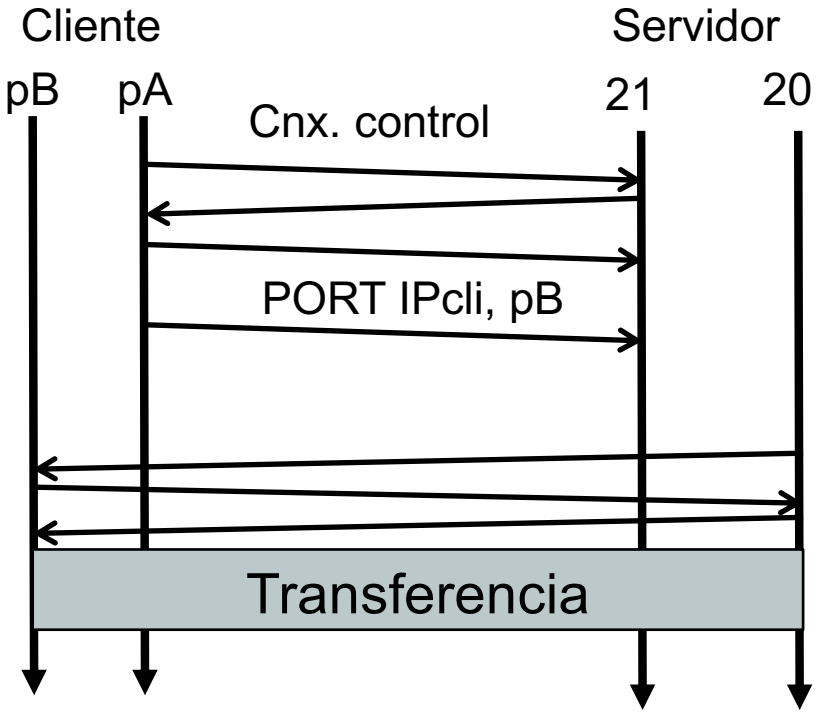
FTP: File Transfer Protocol

- RFC 959
- Servidor emplea puerto TCP 21
- Cliente establece una conexión de control con el servidor
- Transferencia en modo **pasivo**
  - Cliente envía comando a servidor
  - Servidor contesta indicando la dirección IP y puerto en que espera conexión
  - Cliente establece una conexión con el servidor a ese puerto
  - Se produce la transferencia
  - El servidor tiene que aceptar conexiones en múltiples puertos
  - Podría ser un problema con firewalls



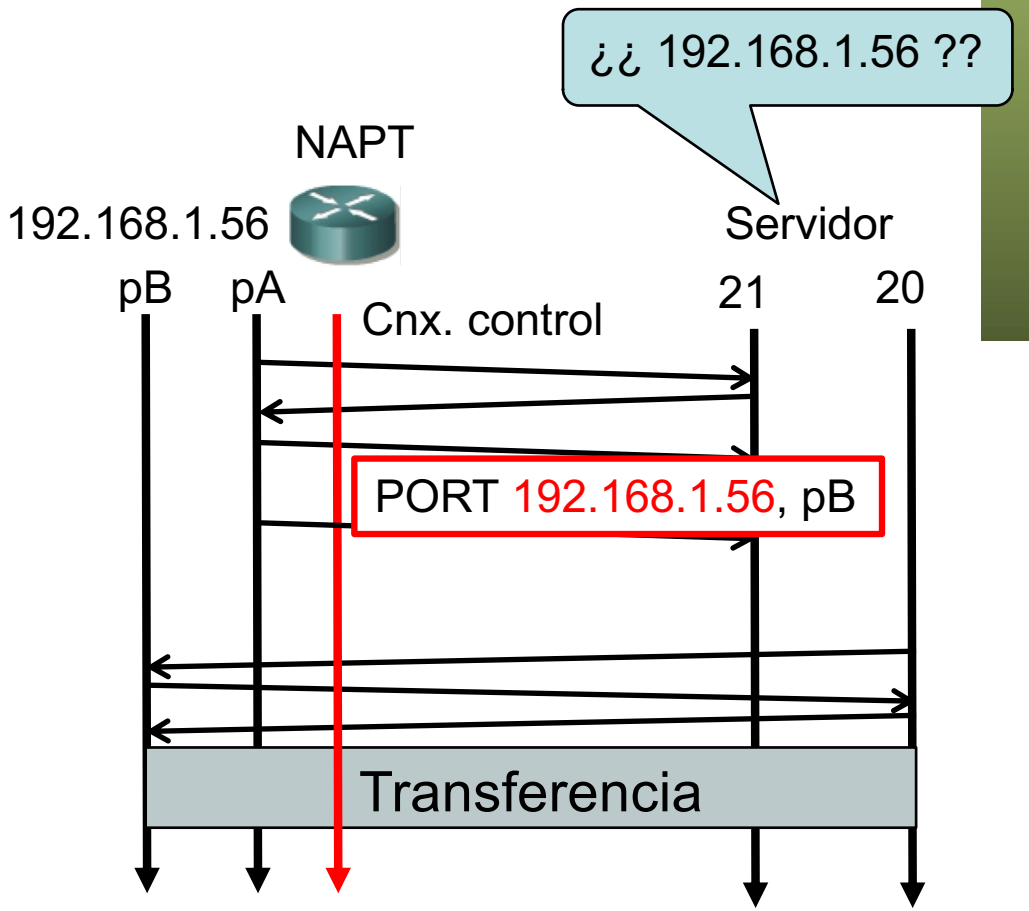
FTP: File Transfer Protocol

- RFC 959
- Servidor emplea puerto TCP 21
- Cliente establece una conexión de control con el servidor
- Transferencia en modo **activo**
  - Cliente envía comando a servidor indicando dirección IP y puerto en que espera conexión (…)
  - Servidor establece una conexión con el cliente a ese puerto (…)
  - Se produce la transferencia (…)



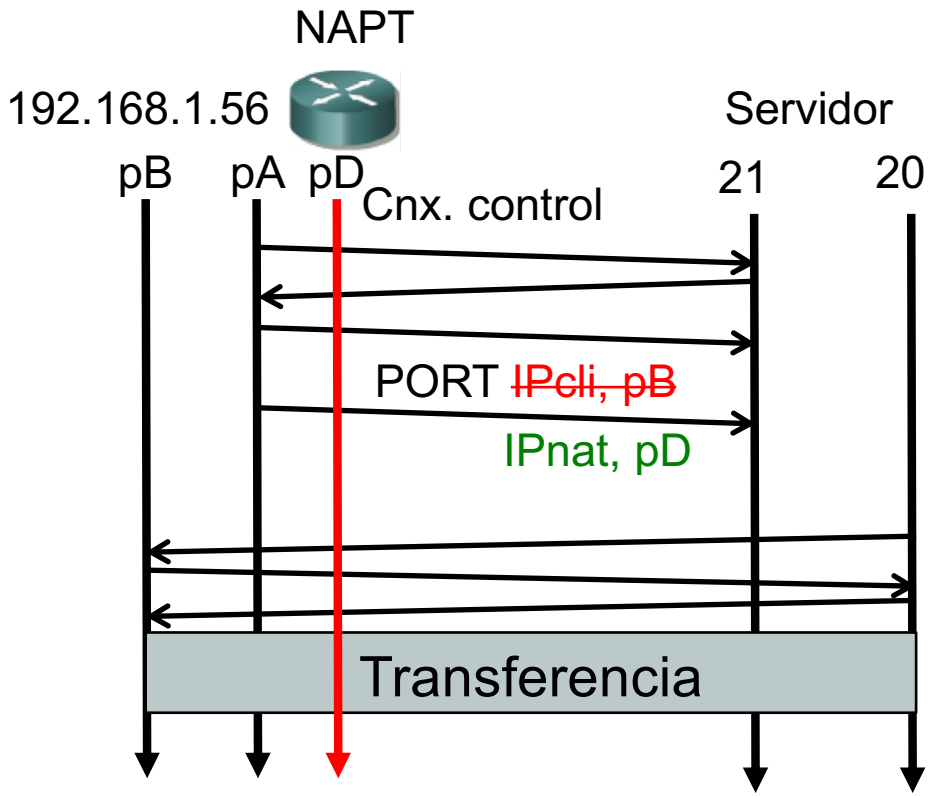
NAT y FTP activo

- ¿Y si el cliente está tras un NAT?
- El cliente ha especificado un puerto local, así como su dirección
- ¡ Esa dirección no es alcanzable para el servidor !
- (…)



NAT y FTP activo

- Modificarlo con dirección externa y puerto que seleccione
- Introducir mapeo para esa (dirección,puerto)
- ¿Eso es sencillo, no? (…)



NAT y FTP activo

- NAT debe seguir el stream de datos para reconocer el comando
- Hay que reconstruir el stream si el comando está fragmentado
- La modificación puede introducir más o menos bytes en el comando FTP (son ASCII)
- ¡ Entonces debe modificar los números de secuencia TCP y de ACK a partir de ahí !