Indirizzi *non routable*

Poiché per molte organizzazioni non è necessario che tutti i loro indirizzi siano visibili globalmente, per evitare di sprecare indirizzi, la IANA ha definito delle *reti private*, ossia:

- non uniche a livello mondiale (RFC 1918)
- con *indirizzi IANA privati* (Non-Internet Routable IP Addresses)
- gli indirizzi "non routable" si possono utilizzare senza richiedere autorizzazione, purché si garantisca che il traffico e gli indirizzi siano limitati alla rete interna
  - 192.168.0.0/16 (256 reti classe C)
  - 172.16.0.0/12 (16 reti classe B)
  - 10.0.0.0/8 (1 rete classe A)

NAT router (NAT box)

Il *NAT router* (un router con funzionalità di NATting) si interpone tra la rete locale di una organizzazione e Internet con i seguenti compiti:

- Mappa gli indirizzi IP tra due domini (interno-esterno)

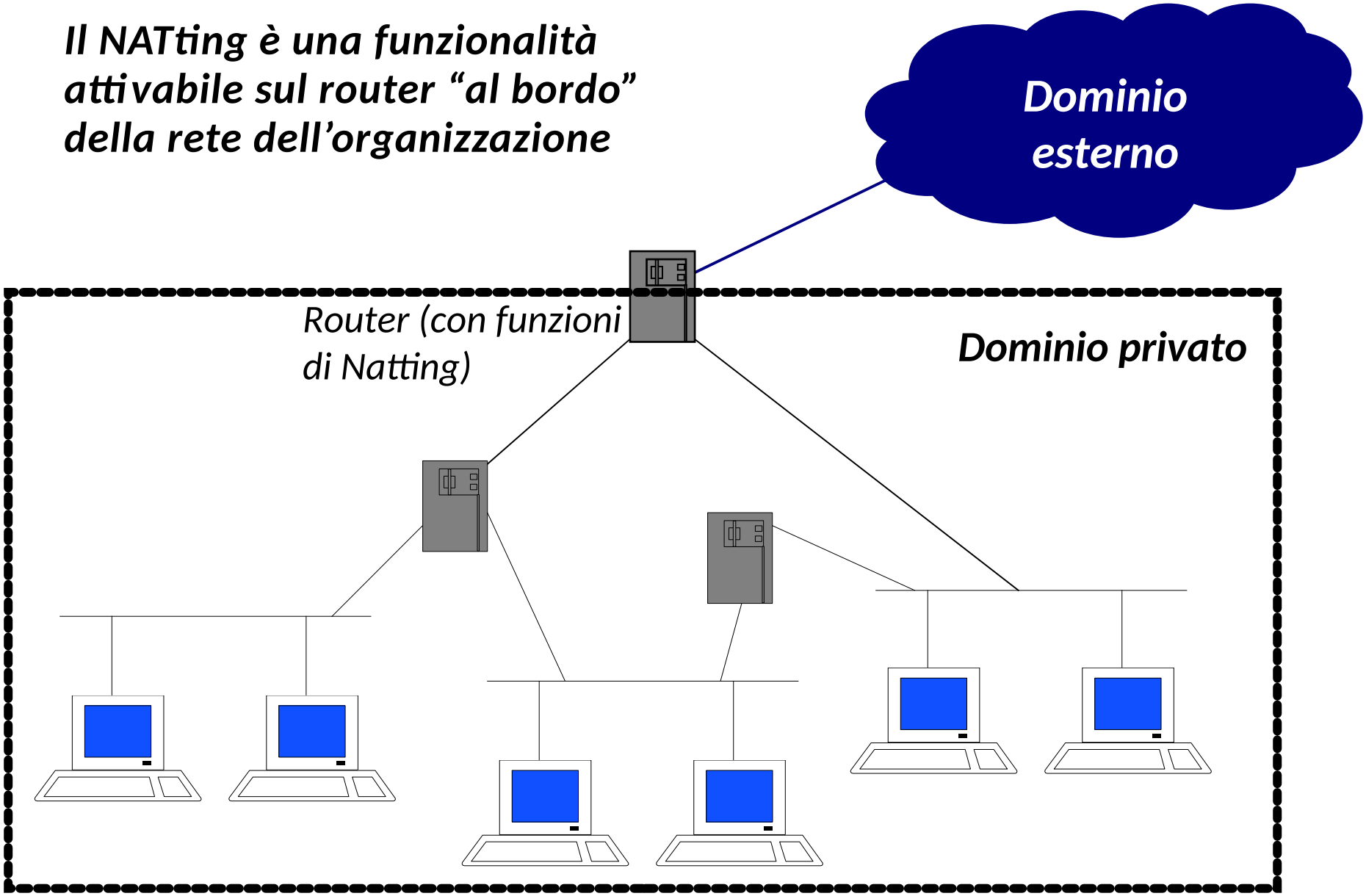
  indirizzi locali ← : → *indirizzi IP globali*

  - ***Nota**: il meccanismo può essere in realtà utilizzato in tutti i contesti in cui un router mette in comunicazione due reti con **spazi di indirizzamento IP separati***

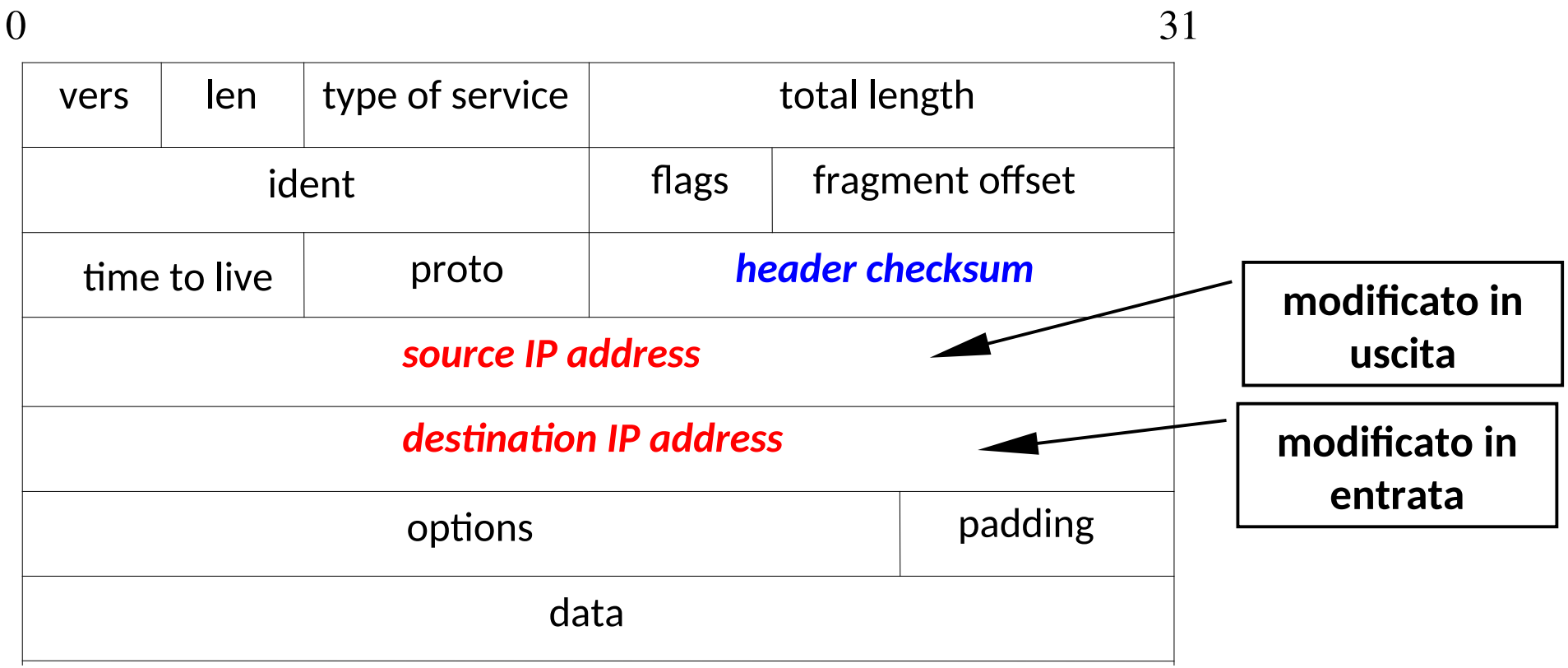
- Garantisce la trasparenza del routing tra gli *end system*
- "Moltiplica" le possibilità di interconnessioni di host di una organizzazione (nel caso in cui l'organizzazione abbia a disposizione un numero di indirizzi IP inferiore al numero di host)
- Aumenta la sicurezza evitando di rendere visibili all'esterno alcuni computer di una organizzazione

NATting per reti semi-private

Il NATting è una funzionalità attivabile sul router "al bordo" della rete dell'organizzazione

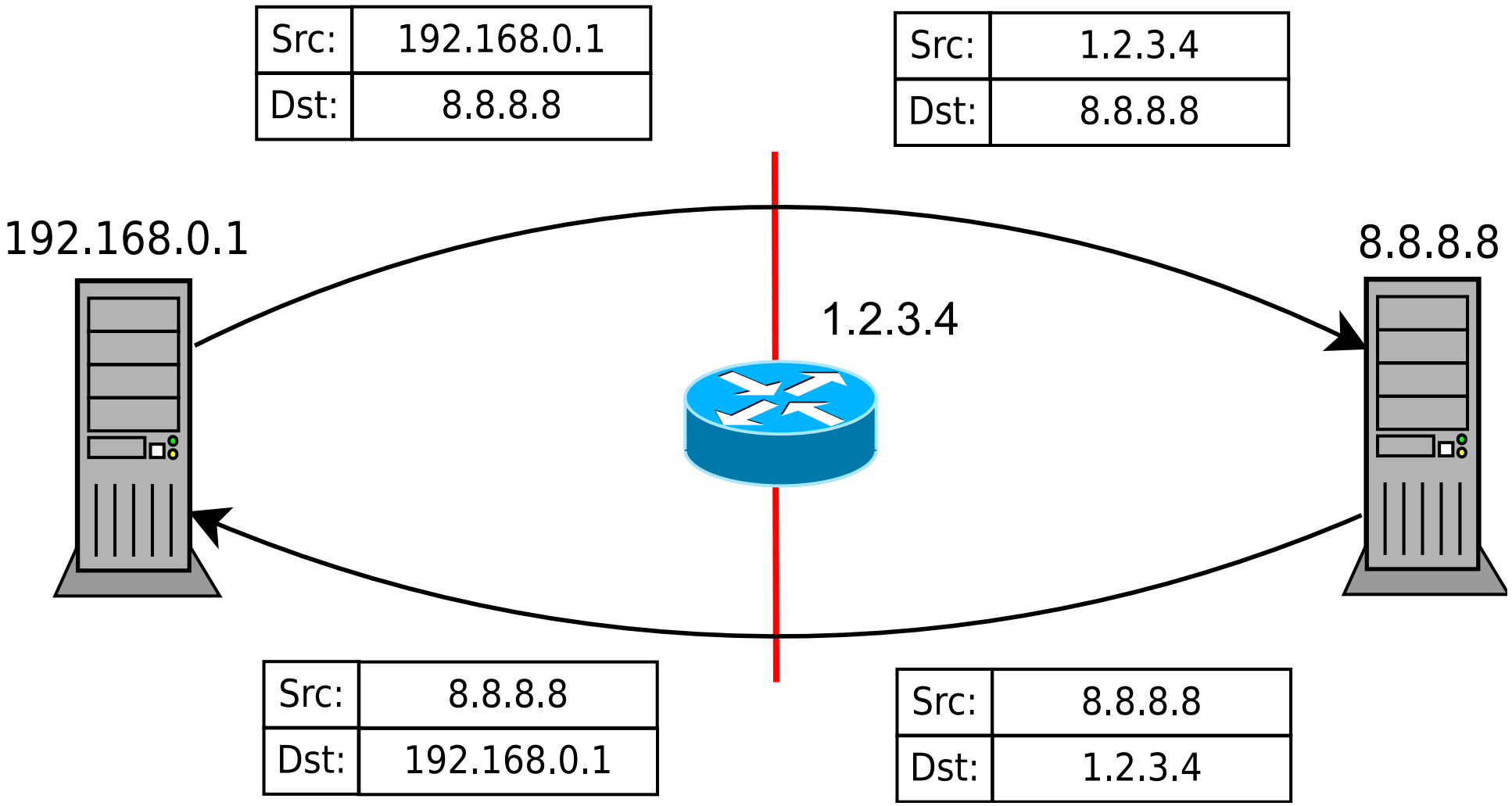


NAT: modifica del datagram IP



Modificando l'header del pacchetto IP, il checksum va aggiornato sia per i pacchetti in entrata sia per i pacchetti in uscita

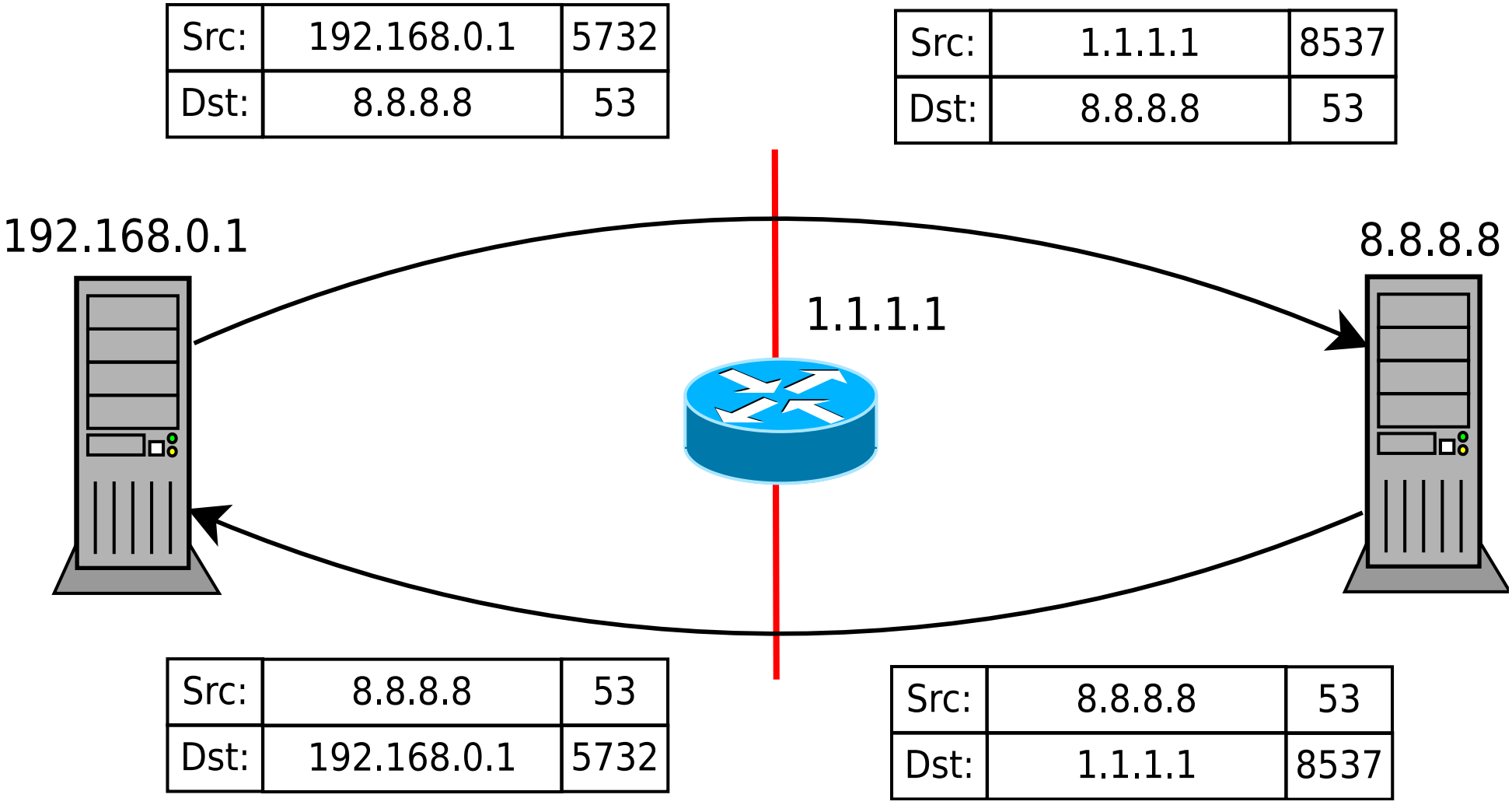
Network Address Translation (NAT): esempio



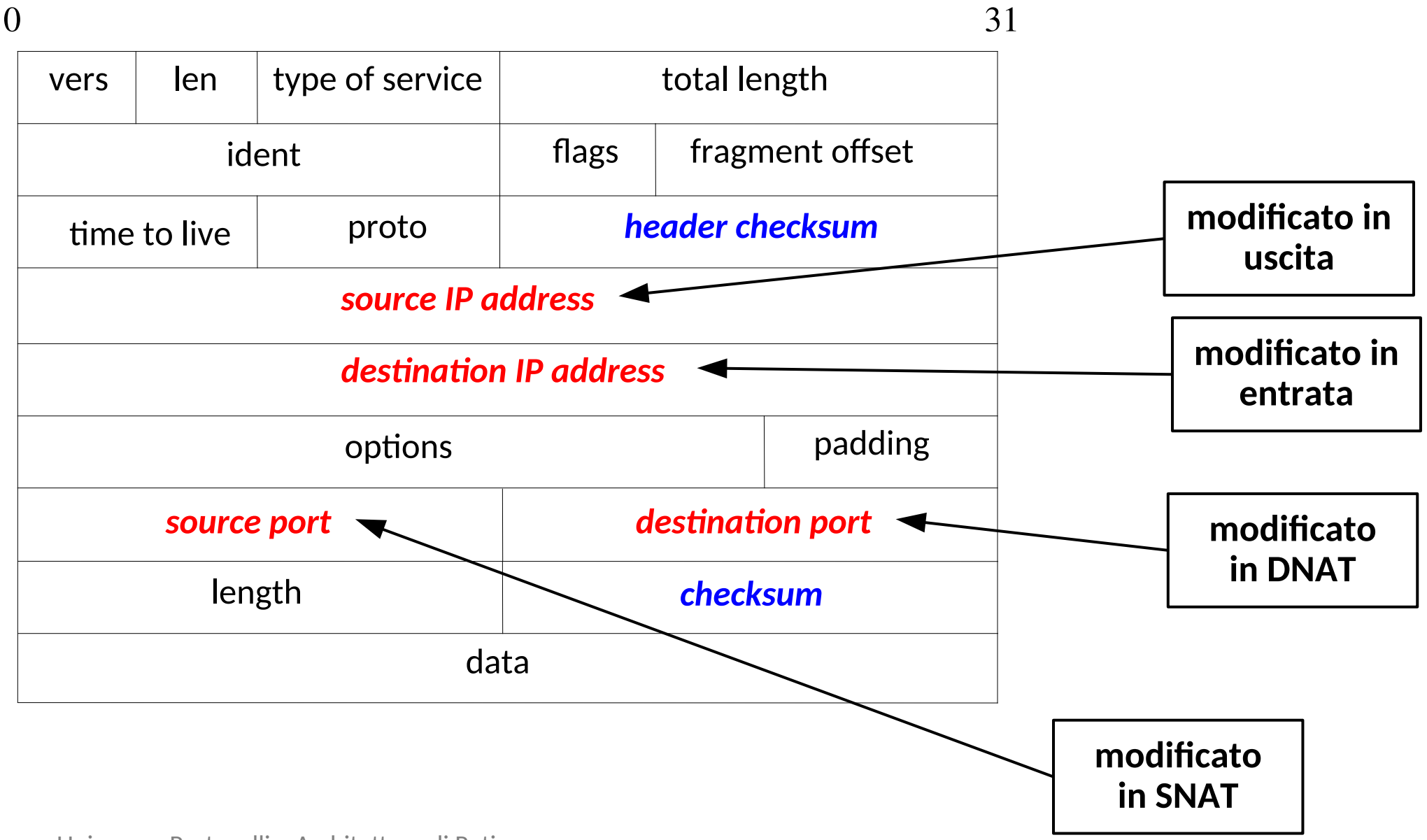
PAT: Port address translation

- Necessario per condividire pochi indirizzi IP pubblici (spesso uno solo) fra tanti host dotati di indirizzi IP privati;
- Il protocollo agisce sugli header del livello 4 (trasporto) per estende il mapping ***(binding)*** del NAT *da coppie di indirizzi IP a coppie* ***IP:porta****;*
- C'è confusione nei termini: alcuni usano termini alternativi, e *comunemente si usa il termine NAT per riferirsi sia a PAT che a NAT (anche durante questo corso useremo il termine PAT solo quando vogliamo indicare specificamente).*

NAT con Port Address Translation (PAT): esempio



PAT: modifica del datagramma (IP+UDP)



Binding degli indirizzi

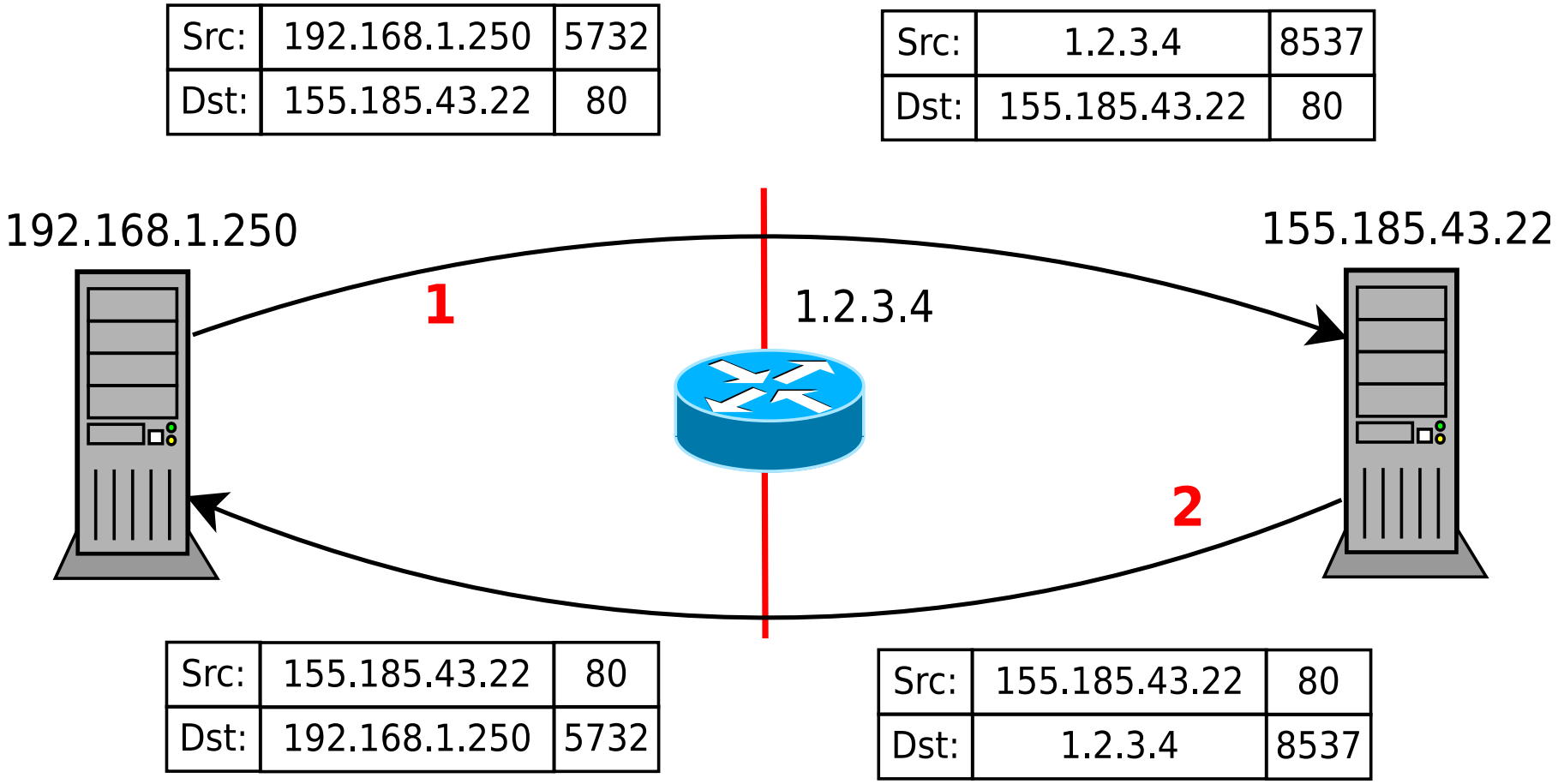
Il router gestisce una corrispondenza (*binding*) tra gli indirizzi dei due domini tramite una TABELLA che mantiene una riga per ciascuna "connessione aperta":

- **binding statico**
  - la corrispondenza viene configurata manualmente con l'indirizzo IP del router o con uno degli indirizzi pubblici di un pool di indirizzi
  - Il pool potrebbe essere piccolo rispetto alla rete locale: questo potrebbe determinare il numero massimo di connessioni contemporanee che l'organizzazione accetta verso Internet
- **binding dinamico**
  - la corrispondenza indirizzo privato-pubblico viene calcolata dinamicamente a seconda del traffico e dell'host che fa richiesta

Nel caso di più connessioni che condividono lo stesso IP pubblico, la tabella deve conservare altre informazioni relative alla sessione

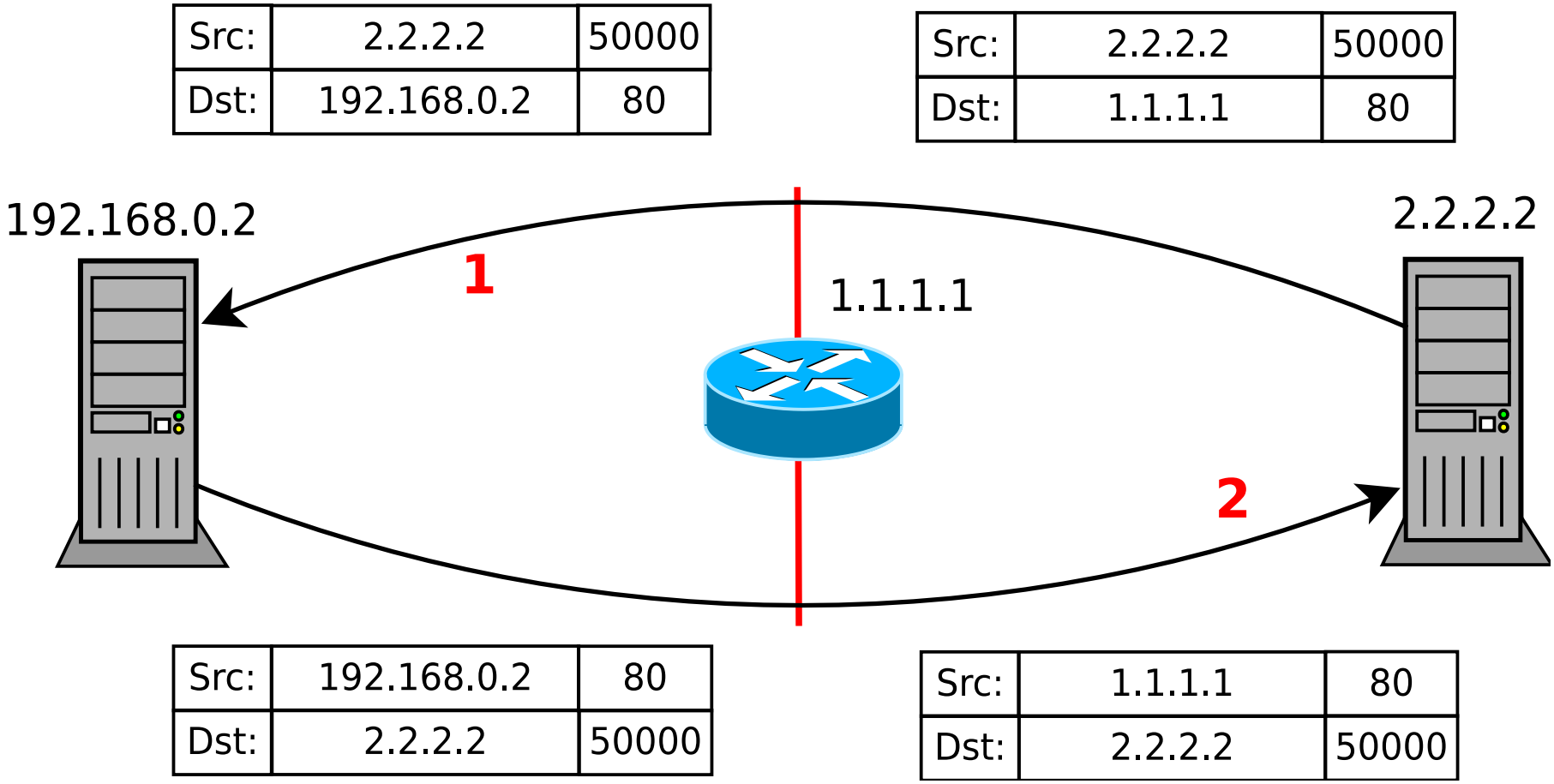
Source NAT (SNAT): esempio

Consideriamo lo scenario precedente, in cui un client interno alla rete private si connette a un server esterno alla rete.



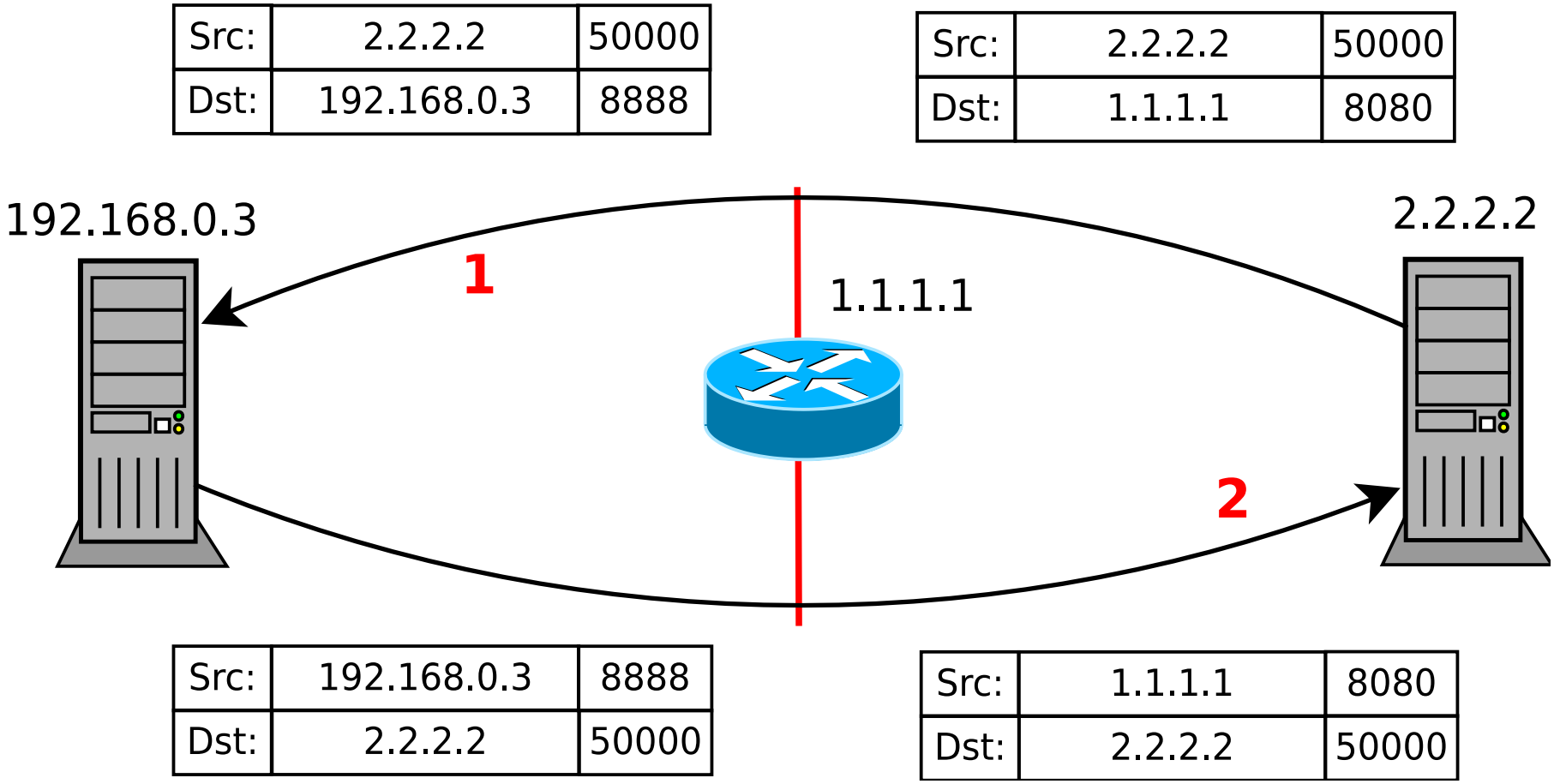
Destination NAT (DNAT): esempio (1)

Consideriamo uno scenario in cui un client esterno si connette a un server interno *con ip privato*.



DNAT: esempio (2)

Consideriamo un secondo scenario in cui un client esterno si connette a un server interno *con ip privato*, e la porta utilizzata dal server interno è diversa da quella resa disponibile dal gateway della rete.



Natting: contro

- Distrugge la semantica della comunicazione *end-to-end* in quanto gli host interni non possono essere raggiunti dall'esterno:
  - configurazioni ad-hoc per garantire la raggiungibilità di server interni alle reti private;
  - conflitti fra host che implementano servizi dello stesso tipo (e.g., conflitto fra porte su cui raggiungere i server)
  - ispezione e modifiche sui pacchetti a livello *applicativo* per permettere il funzionamento di alcune applicazioni (e.g., ftp) e protocolli (e.g., p2p) che divergono dal paradigma client-server;

Natting: pro

- Distrugge la semantica della comunicazione end-to-end in quanto gli host interni non possono essere raggiunti dall'esterno:
  - ottimo dal punto di vista della sicurezza della rete
- Soluzione economica, relativamente facile e veloce
- Consente massima flessibilità nella gestione interna degli indirizzi senza richiedere alcun permesso al proprio ISP

IPtables

- IPtables è un software per implementare funzionalità di Packet Filtering, di Inspection, di **NAT** e di marking dei pacchetti.
- Presente in tutte le maggiori distribuzioni Linux a partire dal Kernel 2.4.
- È il successore di IPchains (Kernel 2.2.x)
- Qualora non fosse presente, i sorgenti sono reperibili all'URL *http://ftp.netfilter.org/pub/iptables*
- È stato succeduto da *nftables*, e attualmente entrambi i due tool sono solitamente presenti sui sistemi Linux moderni
- Alcune regole molto semplici di *nat* possono anche essere realizzate tramite *iproute2*

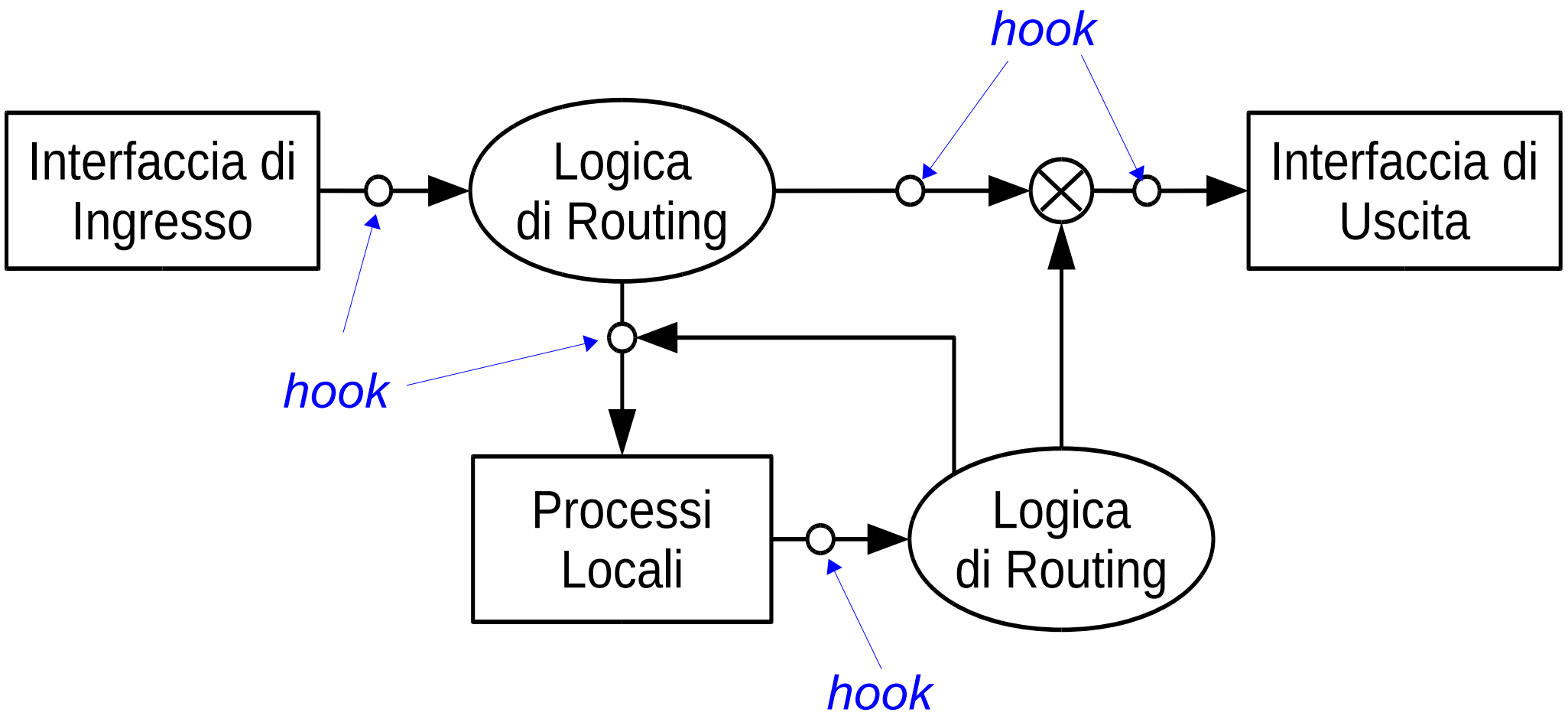
IPtables (2)

- IPtables consente la realizzazione di ***regole*** per eseguire diversi tipi di operazioni sui pacchetti.
- Lo stack TCP/IP è gestito dal sistema operativo, quindi IPtables deve potersi interfacciare con il Kernel Linux.
- L'interfacciamento con il Kernel Linux, IPtables sfrutta il modulo Netfiler.
- Tale modulo opera fornendo agganci (***hooks***) al sistema operativo utilizzabili per intercettare i pacchetti in transito.

IPtables (3)

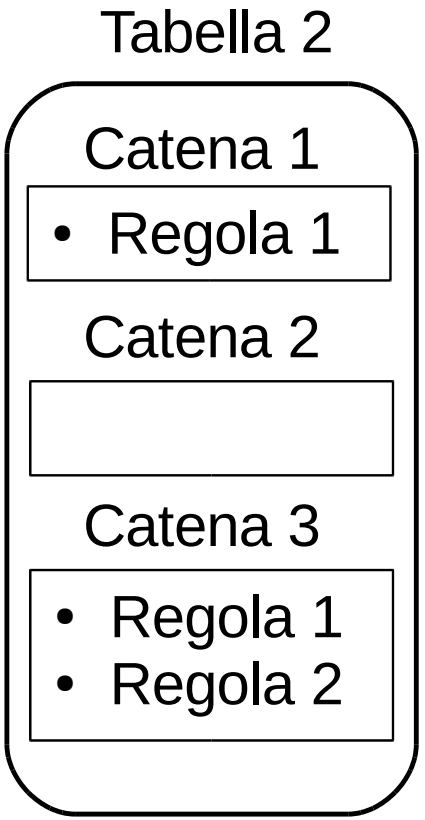
- Ogni volta che un pacchetto attraversa un ***hook***, Netfilter controlla se a quel determinato punto è stata assegnata una *funzione di gestione*:
  - se sì, il pacchetto viene passato alla funzione;
  - se no, il pacchetto passa all'hook successivo

IPtables (4)


hook
Interfaccia di Ingresso
Logica di Routing
Interfaccia di Uscita
hook
Processi Locali
Logica di Routing
hook

IPtables (5)

- In sintesi, ogni ***regola***:
  - viene applicata in una certa fase di gestione dei pacchetti in base all'***hook*** su cui agisce
  - definisce su **quali** pacchetti deve essere applicata (e.g. IP, porta, iface)
  - definisce **come** modificare i pacchetti



- Le regole sono raggruppate in ***tabelle*** in base alle funzionalità alle quali si riferiscono.

- Regole appartenenti a una stessa tabella che “insistono” sullo stesso hook appartengono a una stessa ***catena***, e vengono eseguite in una seguenza ordinata.

NAT e PAT con `IPtables` (1)

Sono presenti tre ***tabelle:***

- **Filter**: per operazioni di filtraggio.
- **Mangle**: per le funzionalità di *marking* dei pacchetti e per effettuare modifiche ai campi TOS e TTL.
- **Nat**: per le funzioni di *Masquerading*, *Port Forwarding* e *Transparent Proxy*.

NAT e PAT con `IPtables` (2)

La tabella **nat** prevede tre ***chain*** di default:

PREROUTING:

- **DNAT** pacchetti provenienti dall'esterno

OUTPUT:

- **DNAT** pacchetti generati localmente

POSTROUTING:

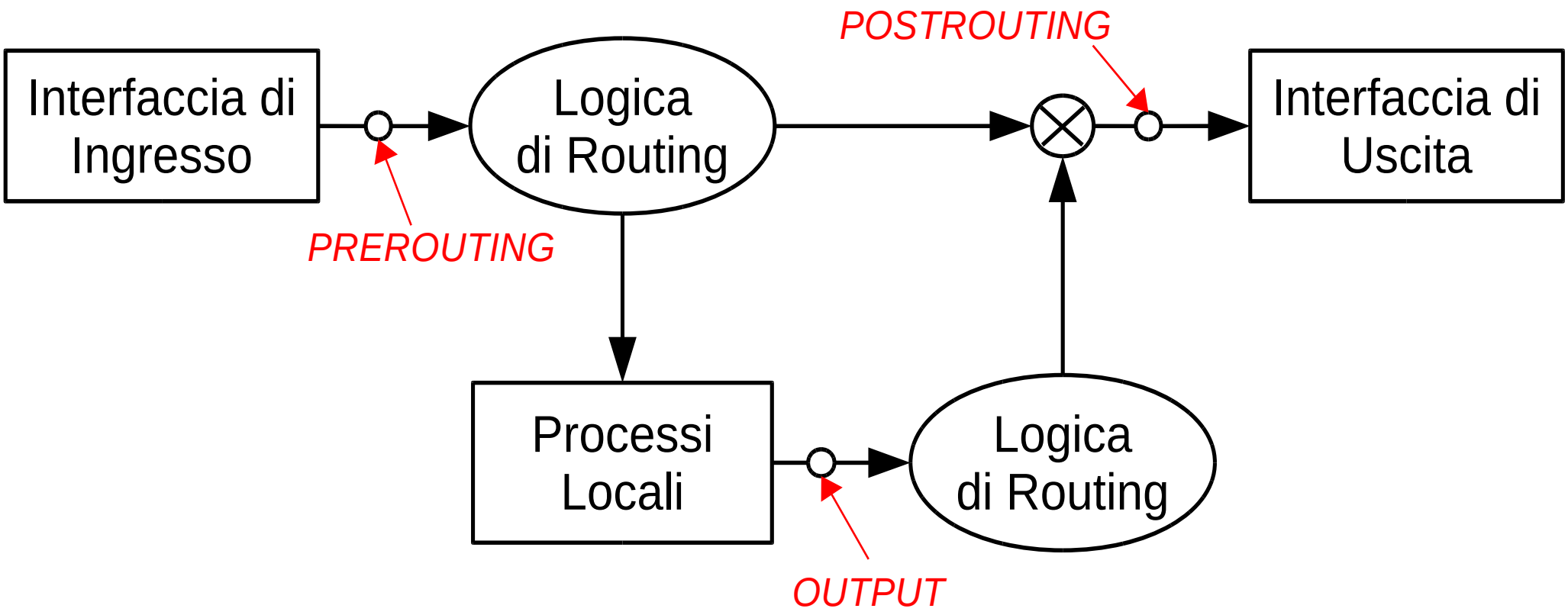
- **SNAT** su tutti i pacchetti

Le regole impostate in ciascuna chain agiscono su uno specifico ***hook*** di netfilter

NAT e PAT con IPtables (3)

La tabella *nat* definisce tre chain di default:

PREROUTING, POSTROUTING e OUTPUT



Ogni chain agisce su un diverso hook di Netfilter

NAT e PAT con `IPtables` (4)

Scrivere regole di NAT e PAT richiede l'applicazione delle seguenti operazioni:

- **Source Network Address Translation (SNAT)**:
  alterazione della sorgente dei pacchetti, da applicare dopo l'applicazione delle regole di routing, ovvero su ***POSTROUTING***
- **Destination Network Address Translation (DNAT)**: alterazione della destinazione dei pacchetti, da applicare prima dell'applicazione delle regole di routing, ovvero:
  - su ***OUTPUT*** per pacchetti provenienti da processi locali;
  - su ***PREROUTING*** per quelli provenienti da interfacce di rete

Visualizzare le regole della tabella nat (1)

 # iptables -t nat [-v] [-n] -L [<chain>] [--line-numbers]

Esempio:

```
root@r1:~# iptables -t nat -L -v -n

Chain PREROUTING (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target  prot opt in   out  source      destination
    5   420 DNAT    all  --  eth1 *    0.0.0.0/0   0.0.0.0/0
to:192.168.1.1


Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target  prot opt in   out  source      destination


Chain OUTPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target  prot opt in   out  source      destination


Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target  prot opt in   out  source      destination
    0     0 SNAT    all  --  *    eth1 0.0.0.0/0   0.0.0.0/0    to:1.2.3.4
```

Eliminare regole dalla tabella nat

Rimuovere regole:

```
# iptables -t nat -D <chain> <rule_number>
```

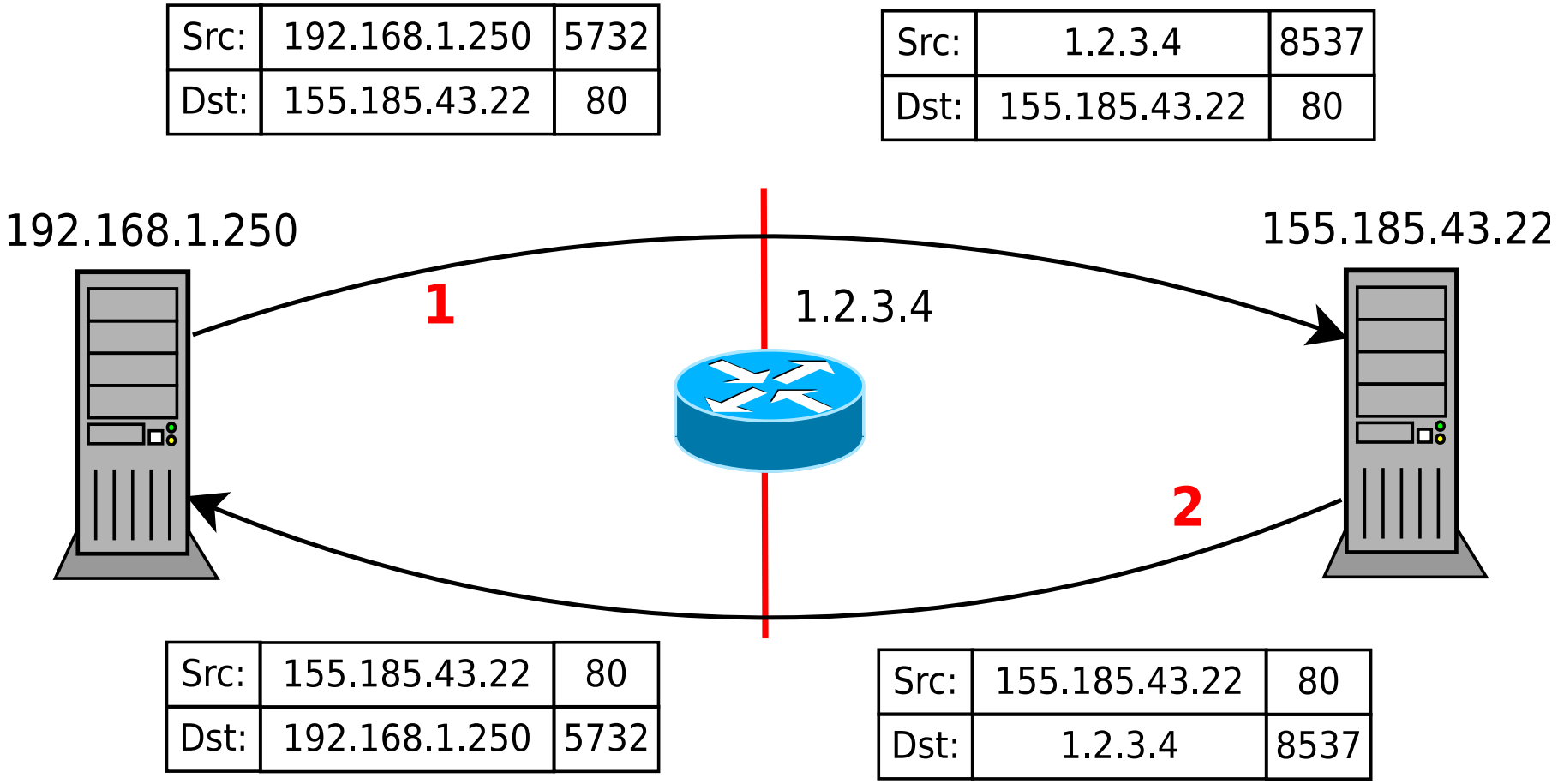
Esempio:

```
# iptables -t nat -D POSTROUTING 1
```

Elimina la prima regola di iptables della chain *POSTROUTING* nella tabella nat

SNAT: esempio

Consideriamo lo scenario precedente, in cui un client interno alla rete private si connette a un server esterno alla rete.



SNAT con IPtables: indirizzo statico

Aggiungere una regola di SNAT:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING \
      -o <output_iface> -j <action>
```

Esempio SNAT:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING \
      -o eth1 -j SNAT --to-source 1.2.3.4
```

Modifica tutti i pacchetti in uscita dall'interfaccia eth1 sostituendo l'IP sorgente con l'indirizzo IP 1.2.3.4.

SNAT con IPtables: indirizzo dinamico

Nel caso in cui l'indirizzo IP dell'interfaccia di rete da configurare sia dinamico, impiegare l'obiettivo MASQUERADE

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING \
     -o <output_iface> -j MASQUERADE
```

Esempio SNAT MASQUERADE:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING \
     -o eth1 -j MASQUERADE
```

Masquerade modifica tutti i pacchetti in uscita dall'interfaccia eth1 sostituendo l'IP sorgente con l'indirizzo IP attualmente associato all'interfaccia di rete.

SNAT con IPtables: indirizzi multipli

Nel caso in cui si debba creare una corrispondenza fra multipli indirizzi pubblici e privati, è necessario specificare esplicitamente quali trasformare e come:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING \
      -o <output_iface> -s <private-ip> -j <action>
```

Esempio SNAT con indirizzi multipli:

```
# iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth1 \
      -s 192.168.1.1 -j SNAT --to-source 1.2.3.4
# iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth1 \
      -s 192.168.1.2 -j SNAT --to-source 1.2.3.5
```

Esegue le trasformazioni:

192.168.1.1 → 1.2.3.4
192.168.1.2 → 1.2.3.5

SNAT e DNAT con IPtables

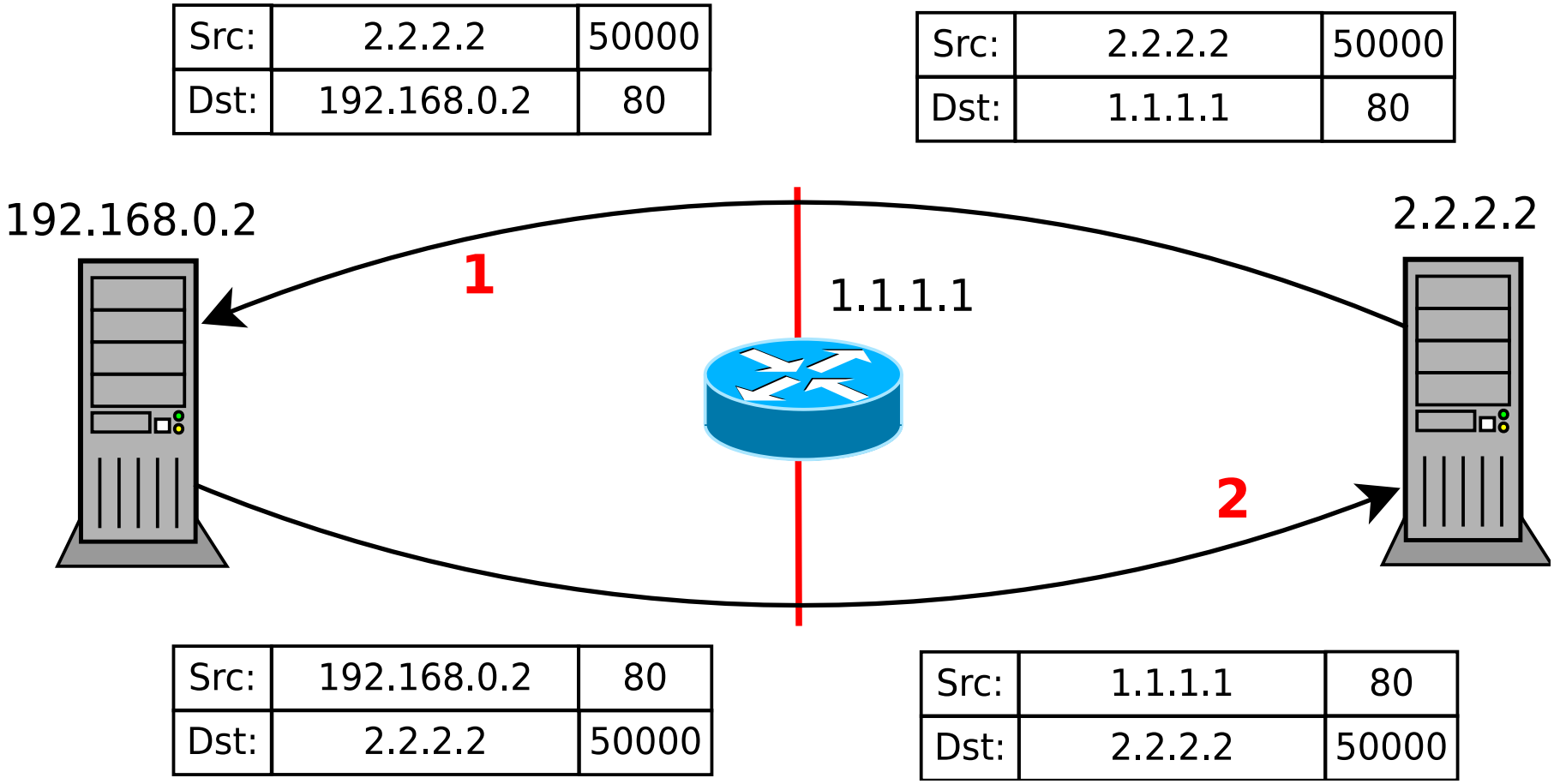
IPtables gestisce i pacchetti IP e le connessione TCP in modo ***stateful***, per cui ogni singola regola impostata in realtà può comportare molte altre azioni da parte del software.

Nel caso di SNAT, ad esempio, IPtables ritrasforma automaticamente anche gli ***indirizzi IP di destinazione*** dei pacchetti di risposta a pacchetti su cui precedentemente era stato effettuato SNAT***!***

Nel caso in cui un pacchetto venga inviato dall'esterno, IPtables non può applicare alcuna regola legata a SNAT, bensì è necessario ricorrere a regole di **DNAT**, ad esempio per applicare politiche di ***port forwarding***.

DNAT: esempio (1)

Consideriamo uno scenario in cui un client esterno si connette a un server interno *con ip privato*.



Address Translation con IPtables

Aggiungere una regola di DNAT:

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -j DNAT \
      -i <iface> -d <public_ip> \
      --to-destination <private_ip>
```

Esempio DNAT:

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -j DNAT \
      -i eth1 -d 1.2.3.4 \
      --to-destination 192.168.1.30
```

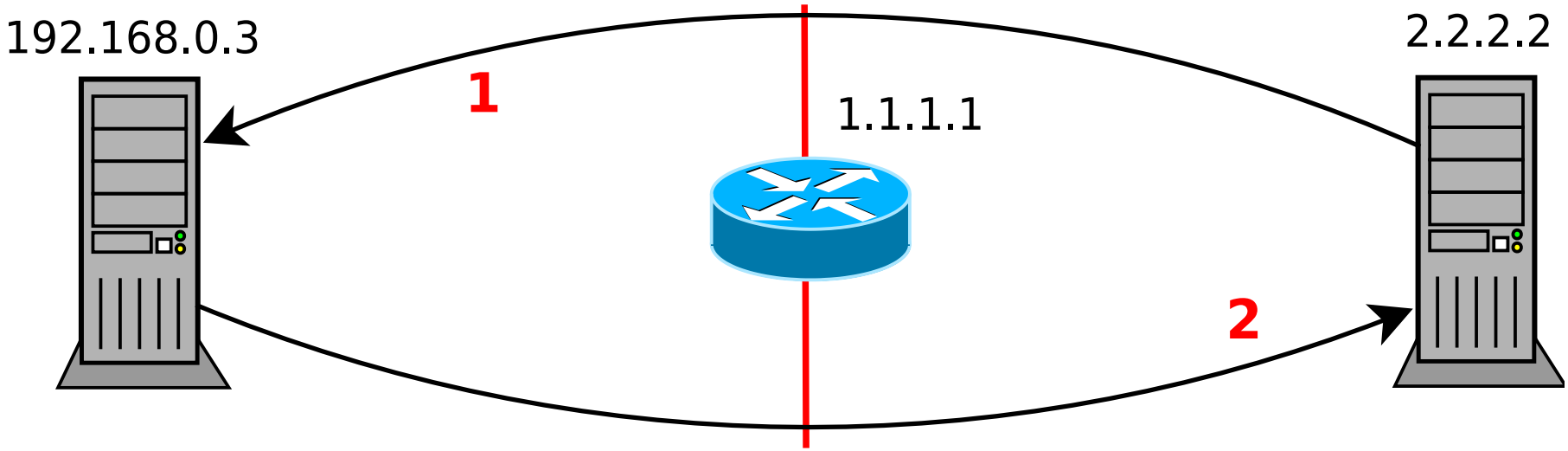
Modifica i pacchetti in entrata dall'interfaccia eth1 e diretti all'indirizzo IP 1.2.3.4 sostituendo l'IP destinazione con l'indirizzo IP 192.168.1.30

DNAT: esempio (2)

Consideriamo un secondo scenario in cui un client esterno si connette a un server interno *con ip privato*, e la porta utilizzata dal server interno è diversa da quella resa disponibile dal gateway della rete.

Src:	2.2.2.2	50000
Dst:	192.168.0.3	8888

Src:	2.2.2.2	50000
Dst:	1.1.1.1	8080



Src:	192.168.0.3	8888
Dst:	2.2.2.2	50000

Src:	1.1.1.1	8080
Dst:	2.2.2.2	50000

Port forwarding con IPtables

Aggiungere una regola di DNAT:

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -j DNAT \
      -i <iface> -d <public_ip>  \
      -p <protocol> --dport <port> \
      --to-destination <private_ip:port>
```

Esempio DNAT:

```
# iptables -t nat -A PREROUTING -j DNAT \
      -i eth1 -d 1.2.3.4 \
      -p tcp --destination-port 8000 \
      --to-destination 192.168.1.30:80
```

Modifica i pacchetti in entrata dall'interfaccia eth1, diretti all'IP 1.2.3.4, con protocollo tcp e porta 8000, impostando indirizzo di destinazione 192.168.1.30 e porta di destinazione 80