

*Reti di calcolatori e Internet:
Un approccio top-down*

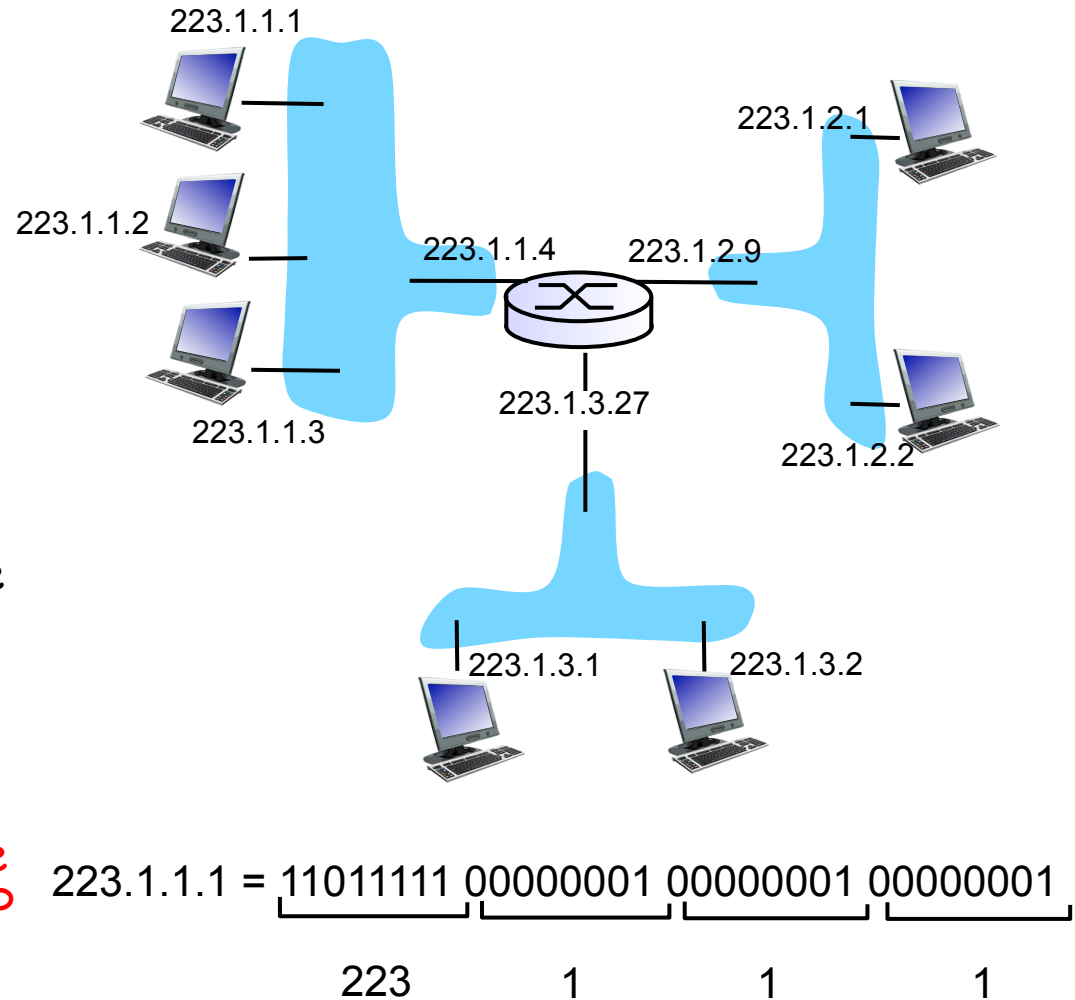
7^a edizione
Jim Kurose, Keith Ross

Pearson Paravia Bruno Mondadori Spa

PROTOCOLLO INTERNET (IP)

Indirizzamento IPv4

- ❑ **Indirizzo IP:** ogni interfaccia di host e router di Internet ha un indirizzo IP globalmente univoco a 32 bit.
- ❑ **Interfaccia:** è il confine tra host e collegamento fisico.
 - I router devono necessariamente essere connessi ad almeno due collegamenti.
 - Un host, in genere, ha un'interfaccia
 - **A ciascuna interfaccia è associato un indirizzo IP**



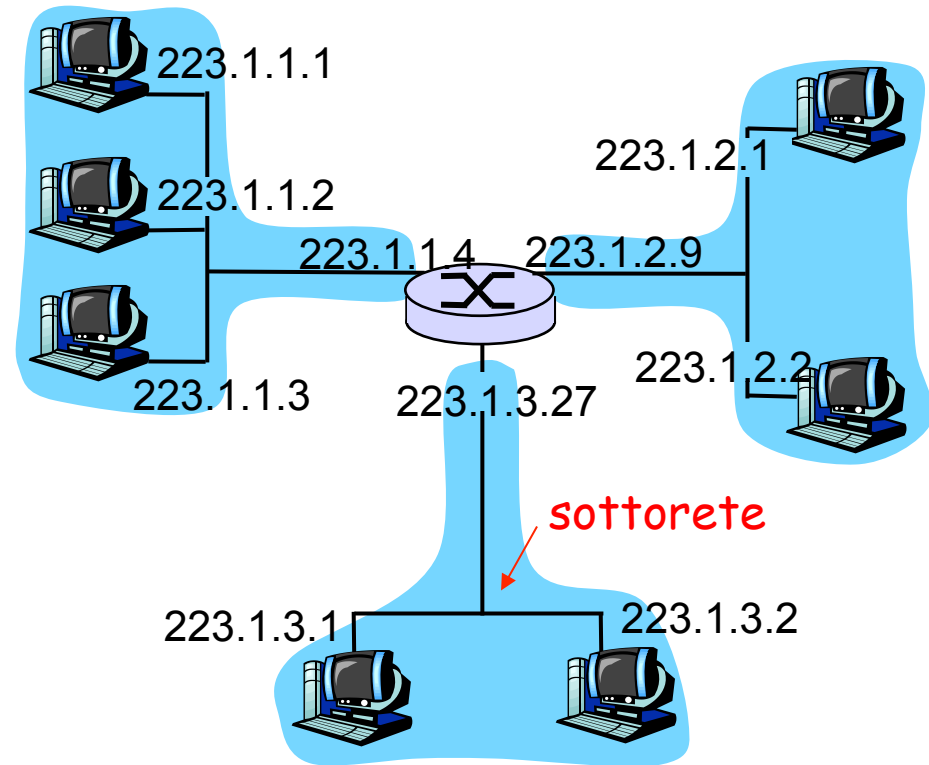
Sottoreti

❑ *Indirizzo IP*

- Parte di sottorete (bit di alto ordine)
- Parte dell'host (bit di basso ordine)

❑ *Cos'è una sottorete?*

- Nella letteratura Internet le sottoreti sono anche chiamate **reti IP**.

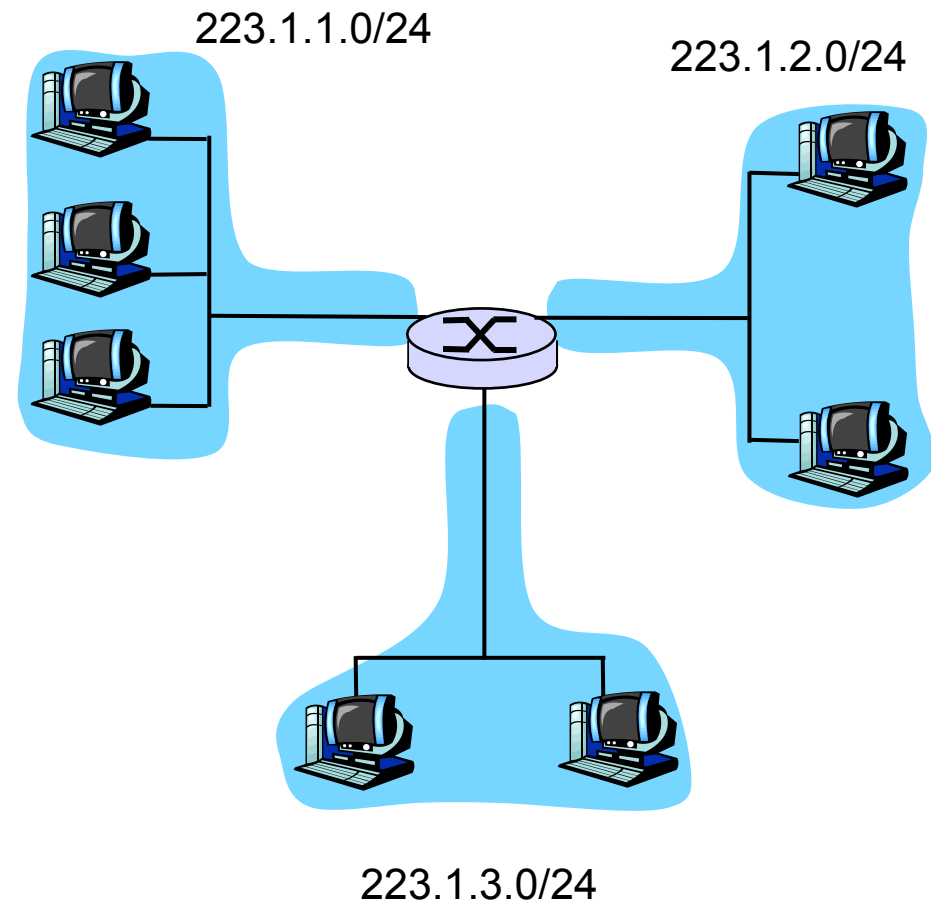


rete composta da 3 sottoreti

Sottorete

Definizione

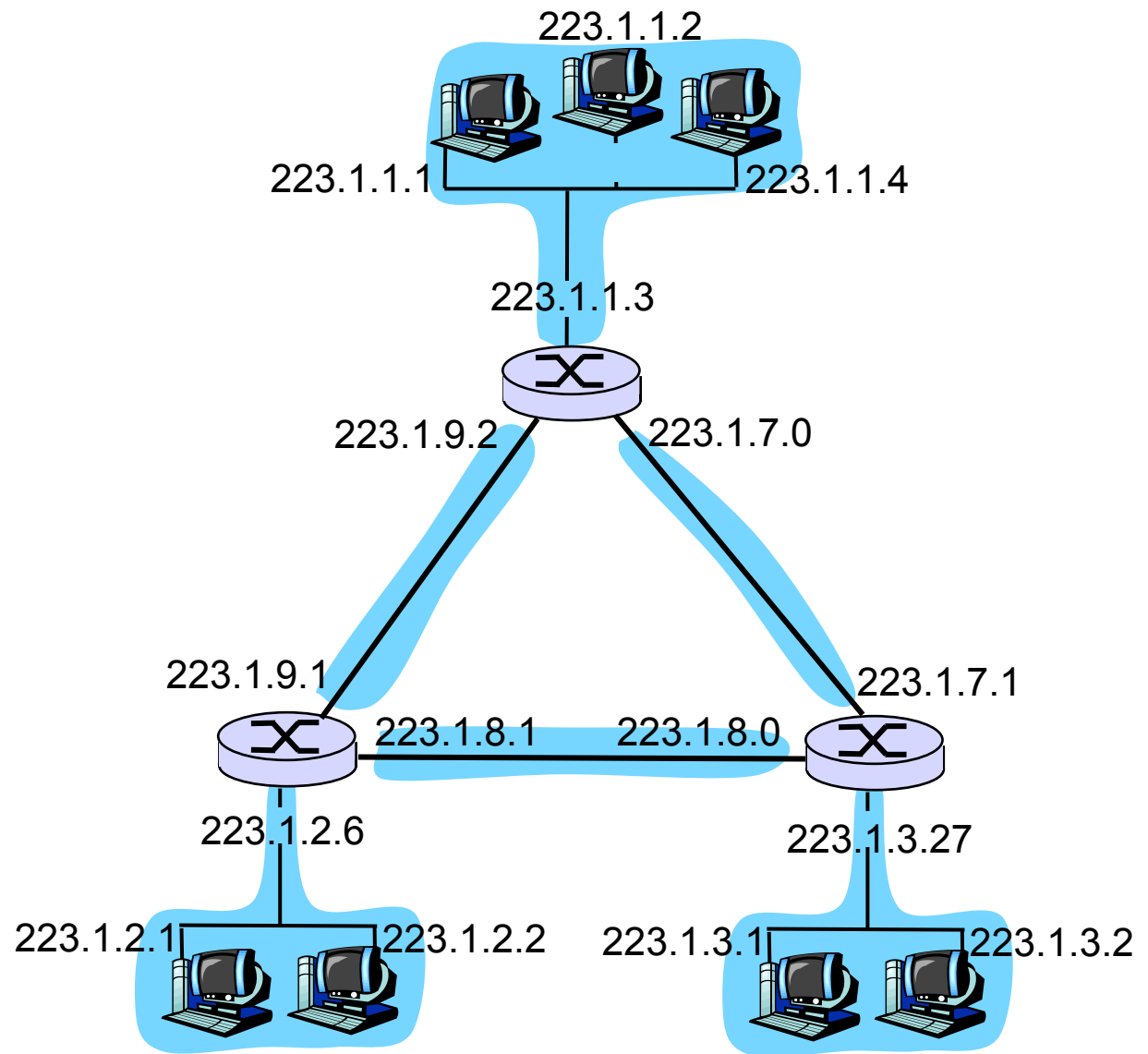
- È detta *sottorete* una rete isolata i cui punti terminali sono collegati all'interfaccia di un host o di un router.
- Le interfacce di una sottorete possono comunicare senza passare dal router



Maschera di sottorete: /24

Sottoreti

Quante sono?

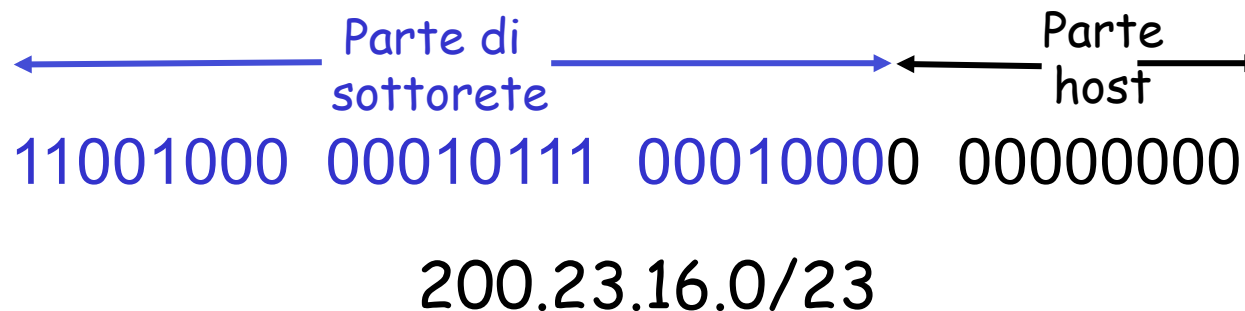


Assegnazione indirizzi Internet

CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

- È la strategia di assegnazione degli indirizzi.
- Struttura dell'indirizzo: l'indirizzo IP viene diviso in due parti e mantiene la forma decimale puntata **a.b.c.d/x**, dove x indica il numero di bit nella prima parte dell'indirizzo.



Indirizzamento con Classi

- ❑ Prefisso di rete di lunghezza fissa
- ❑ La classe di un indirizzo è codificata nei suoi bit più significativi

			Prefisso di rete			Host	
Classe	Id	1° byte	Lung.	Id	N°	Lung.	N°
A	0	0-127	1B	7 bit	128	3B	16G-2
B	10	128-191	2B	14 bit	16K	2B	64M-2
C	110	192-223	3B	21 bit	2M	1B	254

Indirizzamento

Convenzioni:

- Tutti i bit della parte di host posti a 1 = “broadcast”
=> il datagramma viene consegnato a tutti gli host della sottorete
- Tutti i bit della parte di host posti a 0 = indirizzo della rete

Netmask

Sequenza di 32 bit associata ad un indirizzo per consentire di individuare il prefisso di rete e la parte di host

I bit che valgono 1 identificano la parte di rete, quelli che valgono zero la parte di host.

11111111 . 11111111 . 11111111 . 11000000	Netmask
255 . 255 . 255 . 192	
11000000 . 10101000 . 00001010 . 01000101	Indirizzo
192 . 168 . 10 . 69	
Prefisso di rete	Host

Inoltro dei pacchetti: Host

- Verifica se il destinatario è nella stessa sottorete
 - AND tra il proprio indirizzo e la propria netmask
 - AND tra l'indirizzo destinazione e la **propria** netmask
 - Verifica se i due risultati precedenti sono uguali
- Se sì, non si rivolge al router ma invia direttamente il pacchetto al livello collegamento
- Altrimenti, invia al router

Inoltro dei pacchetti: Router

- Verifica se il destinatario è in una delle sottoreti direttamente connesse al router (come prima)
- Altrimenti, per ogni riga della tabella di routing
 - AND logico tra l'indirizzo di destinazione e la netmask della riga
 - Verifica se è uguale alla rete di destinazione
- Tra tutte le righe che hanno avuto successo sceglie quella con la netmask più lunga
- Se non c'è corrispondenza, invia sulla *default route*

Come ottenere un blocco di indirizzi

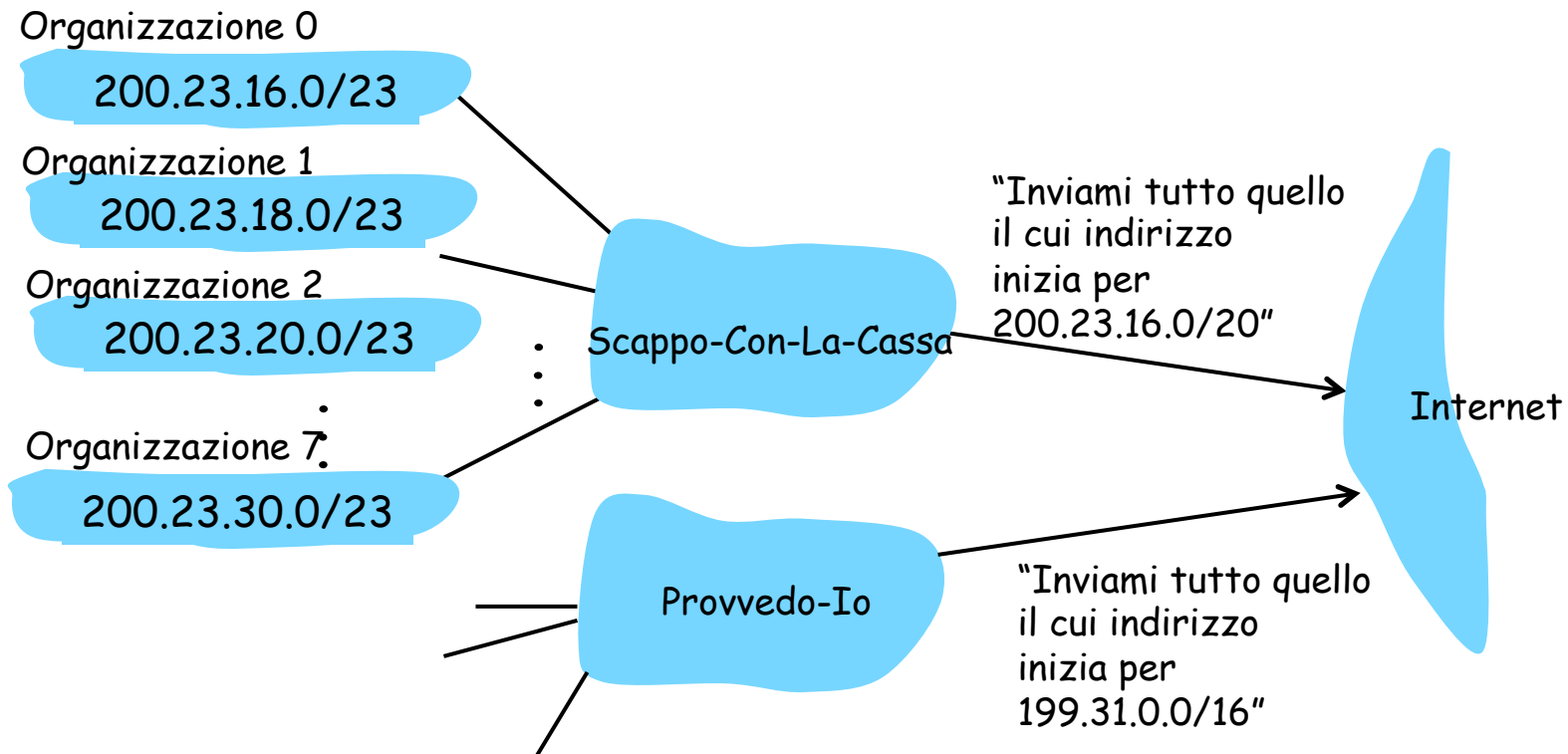
D: Cosa deve fare un amministratore di rete per ottenere un blocco di indirizzi IP da usare in una sottorete?

R: deve contattare il proprio ISP e ottenere la divisione in otto blocchi uguali di indirizzi contigui.

Blocco dell' ISP	<u>11001000 00010111 00010000</u> 00000000	200.23.16.0/20
Organizzazione 0	<u>11001000 00010111 00010000</u> 00000000	200.23.16.0/23
Organizzazione 1	<u>11001000 00010111 00010010</u> 00000000	200.23.18.0/23
Organizzazione 2	<u>11001000 00010111 00010100</u> 00000000	200.23.20.0/23
...
Organizzazione 7	<u>11001000 00010111 00011110</u> 00000000	200.23.30.0/23

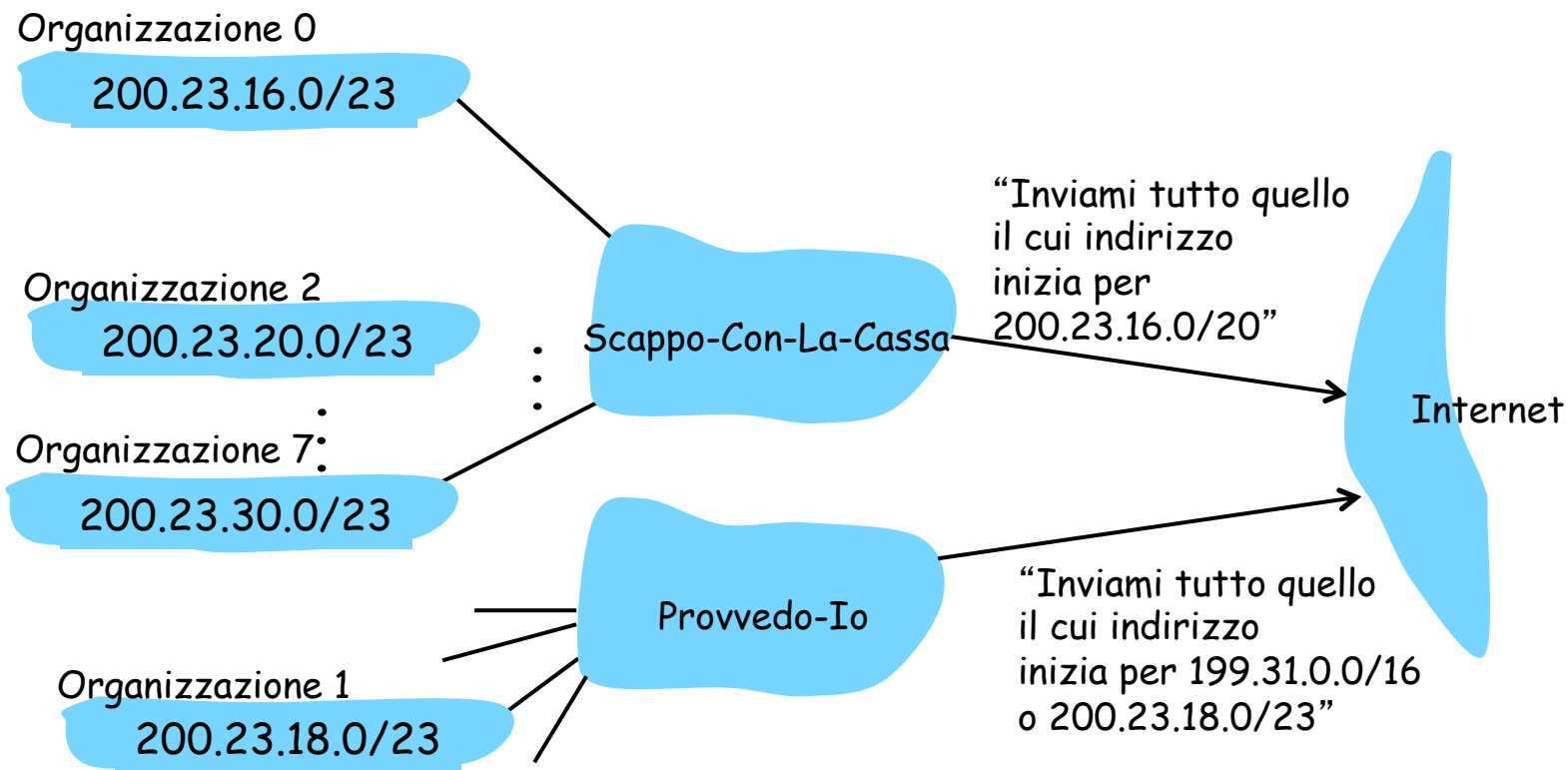
Indirizzamento gerarchico

Indirizzamento gerarchico e aggregazione di indirizzi:



Indirizzamento gerarchico più specifico

Provvedo-Io presenta un percorso più specifico verso Organizzazione 1



Indirizzi IP alla fonte

D: Ma come fa un ISP, a sua volta, a ottenere un blocco di indirizzi?

R: **ICANN**: Internet **C**orporation for **A**ssigned **N**ames and **N**umbers

- Ha la responsabilità di allocare i blocchi di indirizzi.
- Gestisce i server radice DNS.
- Assegna e risolve dispute sui nomi di dominio.

Come ottenere un blocco di indirizzi

D: Cosa bisogna fare per assegnare un indirizzo IP a un host?

❑ Configurazione manuale:

- Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
- UNIX: /etc/rc.config
- MAC: preferenze di sistema -> network

❑ **DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol:**

- ❑ permette a un host di ottenere un indirizzo IP in modo automatico
 - "plug-and-play"

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

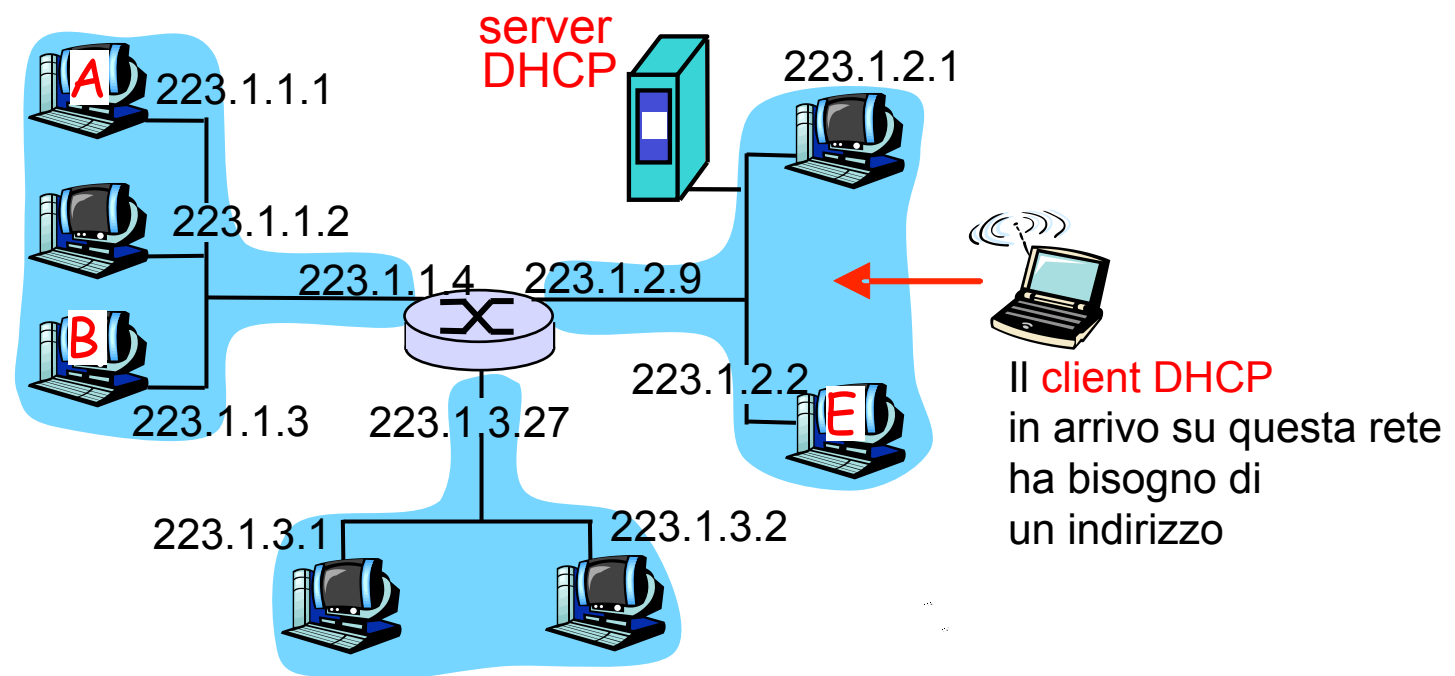
Obiettivo: consentire all' host di ottenere *dinamicamente* il suo indirizzo IP dal server di rete

- È possibile rinnovare la proprietà dell' indirizzo in uso
- È possibile il riuso degli indirizzi
- Supporta anche gli utenti mobili che si vogliono unire alla rete

Panoramica di DHCP:

- L' host invia un messaggio broadcasts “DHCP discover”
- Il server DHCP risponde con “DHCP offer”
- L' host richiede l' indirizzo IP: “DHCP request”
- Il server DHCP invia l' indirizzo: “DHCP ack”

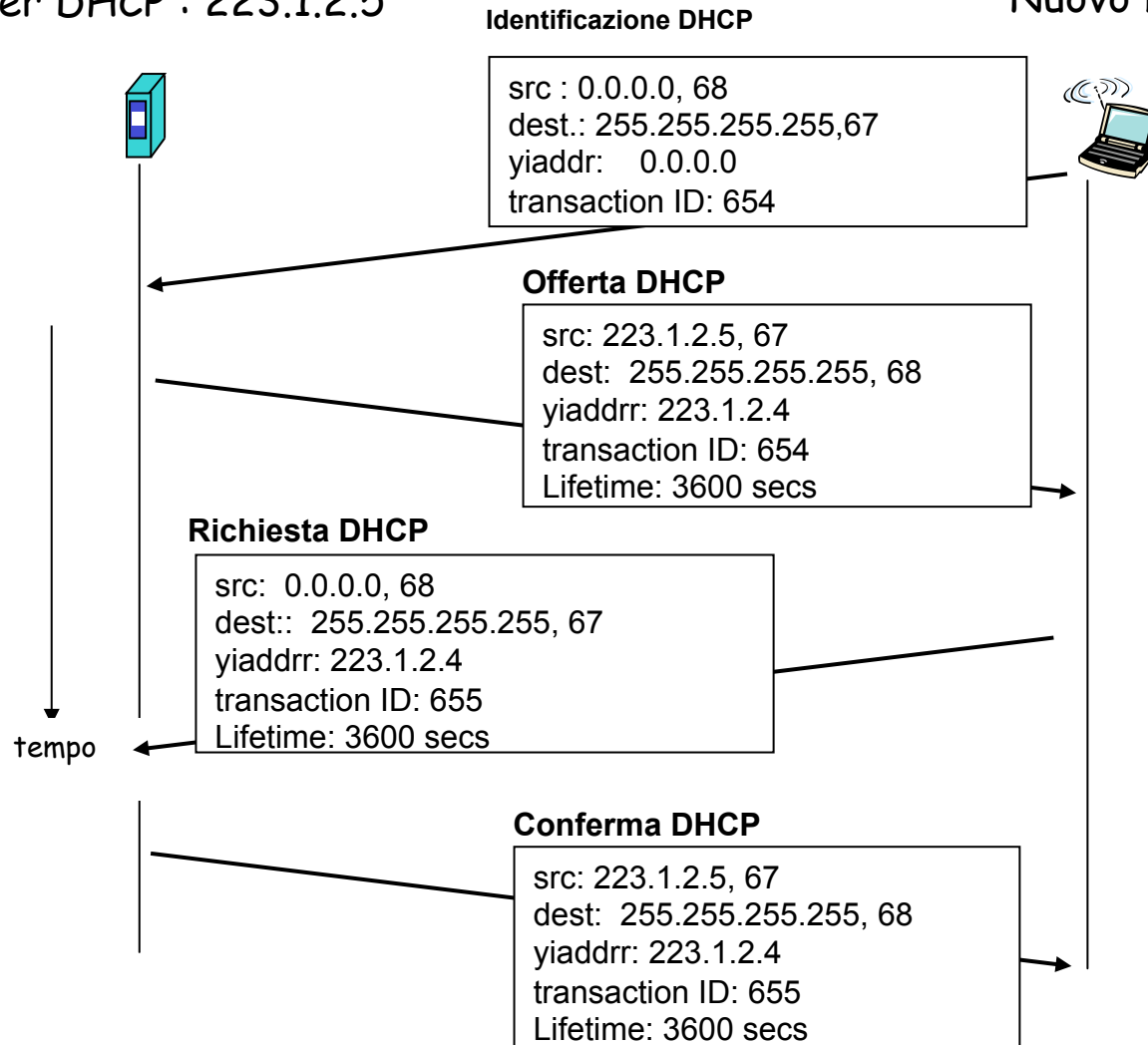
Scenario client-server DHCP



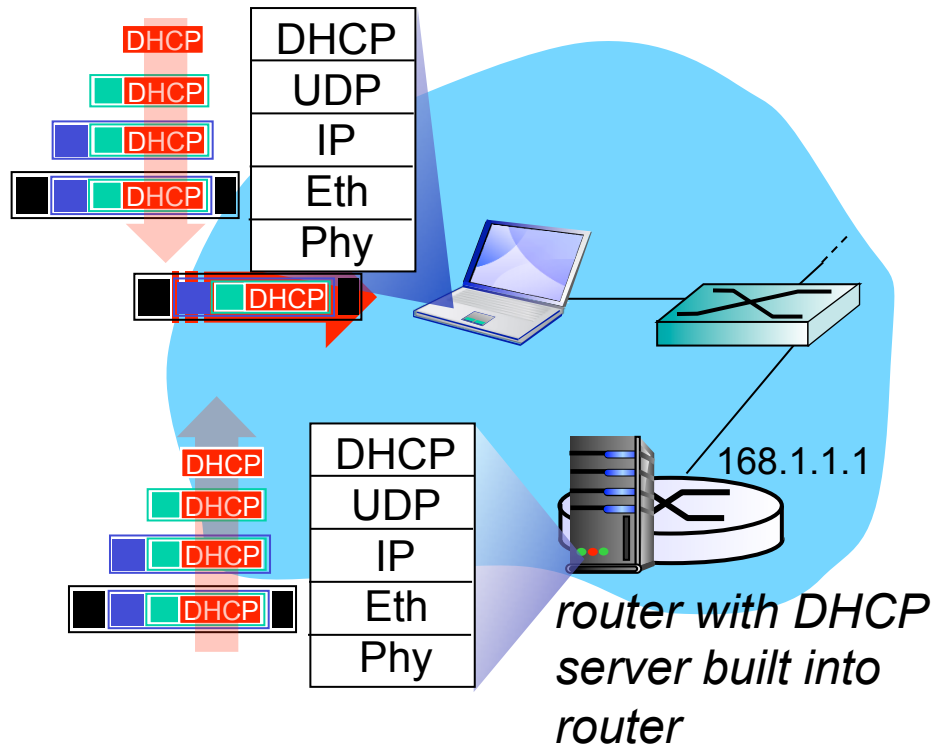
Scenario client-server DHCP

server DHCP : 223.1.2.5

Nuovo host

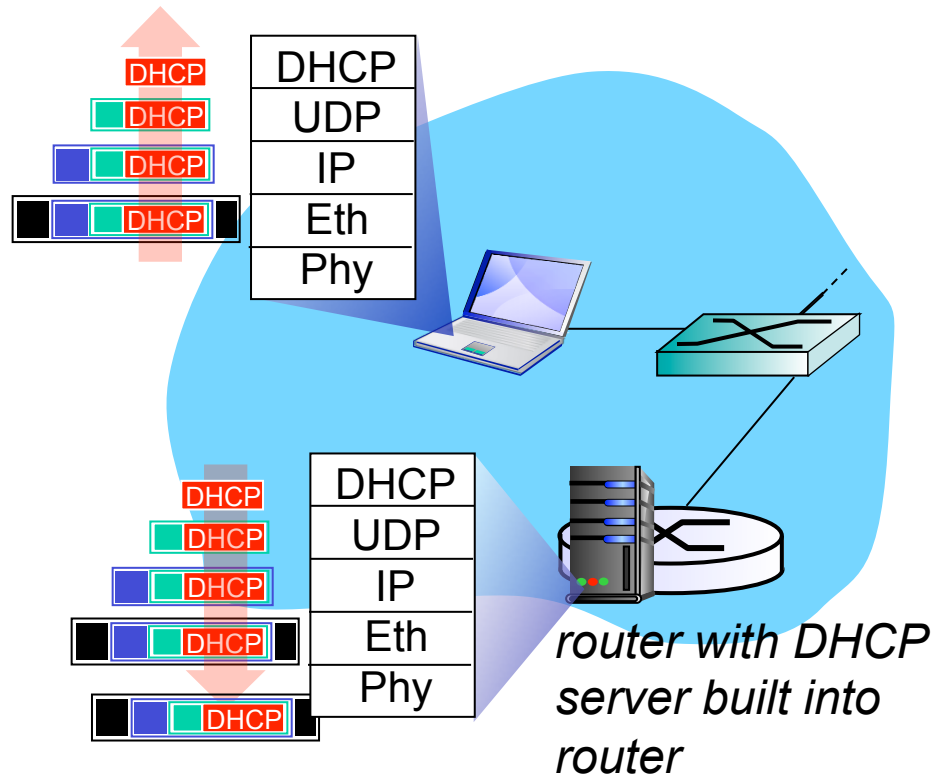


DHCP: example



- Un portatile ha bisogno di avere assegnato il suo indirizzo IP, quello del router e del server DNS server: usa DHCP
- La richiesta DHCP è incapsulata in un segmento UDP, in un datagramma IP, infine in un frame Ethernet
- Ethernet manda in broadcast (dest: FFFFFFFF) sulla LAN, viene ricevuta anche dal router che ospita il DHCP server
- Ethernet -> IP -> UDP -> DHCP

DHCP: example



- Il DHCP server prepara il DHCP OFFER: indirizzo IP del client, del router, nome e indirizzo IP del server DNS
- Nel server: DHCP -> UDP -> Ethernet
Nel client: Ethernet -> IP -> UDP -> DHCP
- Il client conosce il suo indirizzo IP, quello del router, il nome e l'indirizzo IP del server DNS

DHCP: Wireshark output (home LAN)

Message type: **Boot Request (1)**

Hardware type: Ethernet

Hardware address length: 6

Hops: 0

Transaction ID: 0x6b3a11b7

Seconds elapsed: 0

Bootp flags: 0x0000 (Unicast)

Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Client MAC address: Wistron_23:68:8a (00:16:d3:23:68:8a)

Server host name not given

Boot file name not given

Magic cookie: (OK)

Option: (t=53,l=1) **DHCP Message Type = DHCP Request**

Option: (61) Client identifier

Length: 7; Value: 010016D323688A;

Hardware type: Ethernet

Client MAC address: Wistron_23:68:8a (00:16:d3:23:68:8a)

Option: (t=50,l=4) Requested IP Address = 192.168.1.101

Option: (t=12,l=5) Host Name = "nomad"

Option: (55) Parameter Request List

Length: 11; Value: 010F03062C2E2F1F21F92B

1 = Subnet Mask; 15 = Domain Name

3 = Router; 6 = Domain Name Server

44 = NetBIOS over TCP/IP Name Server

.....

request

Message type: **Boot Reply (2)**

Hardware type: Ethernet

Hardware address length: 6

Hops: 0

Transaction ID: 0x6b3a11b7

Seconds elapsed: 0

Bootp flags: 0x0000 (Unicast)

Client IP address: 192.168.1.101 (192.168.1.101)

Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Next server IP address: 192.168.1.1 (192.168.1.1)

Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Client MAC address: Wistron_23:68:8a (00:16:d3:23:68:8a)

Server host name not given

Boot file name not given

Magic cookie: (OK)

Option: (t=53,l=1) DHCP Message Type = DHCP ACK

Option: (t=54,l=4) Server Identifier = 192.168.1.1

Option: (t=1,l=4) Subnet Mask = 255.255.255.0

Option: (t=3,l=4) Router = 192.168.1.1

Option: (6) Domain Name Server

Length: 12; Value: 445747E2445749F244574092;

IP Address: 68.87.71.226;

IP Address: 68.87.73.242;

IP Address: 68.87.64.146

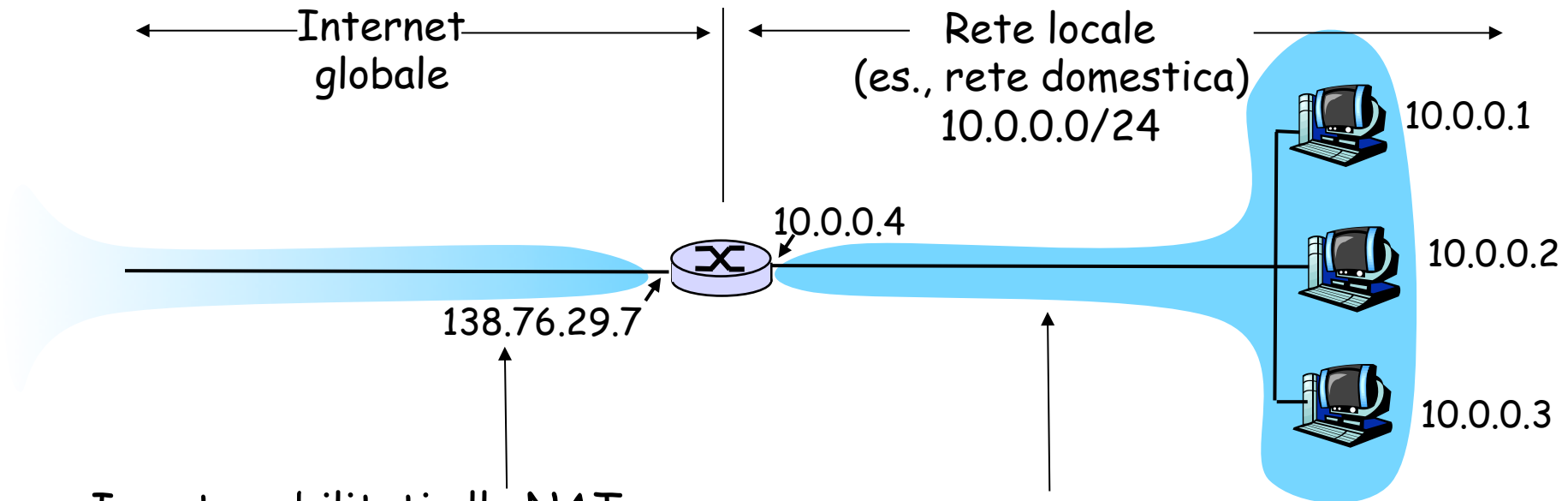
Option: (t=15,l=20) Domain Name = "hsd1.ma.comcast.net."

reply

PROTOCOLLO INTERNET (IP)

NAT

Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)



I router abilitati alla NAT non appaiono al mondo esterno come router ma come un *unico* dispositivo con un *unico* indirizzo IP. Indirizzo IP origine: 138.76.29.7, e tutto il traffico verso Internet deve riportare lo stesso indirizzo.

Spazio di indirizzi riservato alle reti private, molte delle quali usano un identico spazio, 10.0.0.0/24 per scambiare pacchetti tra i loro dispositivi

Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

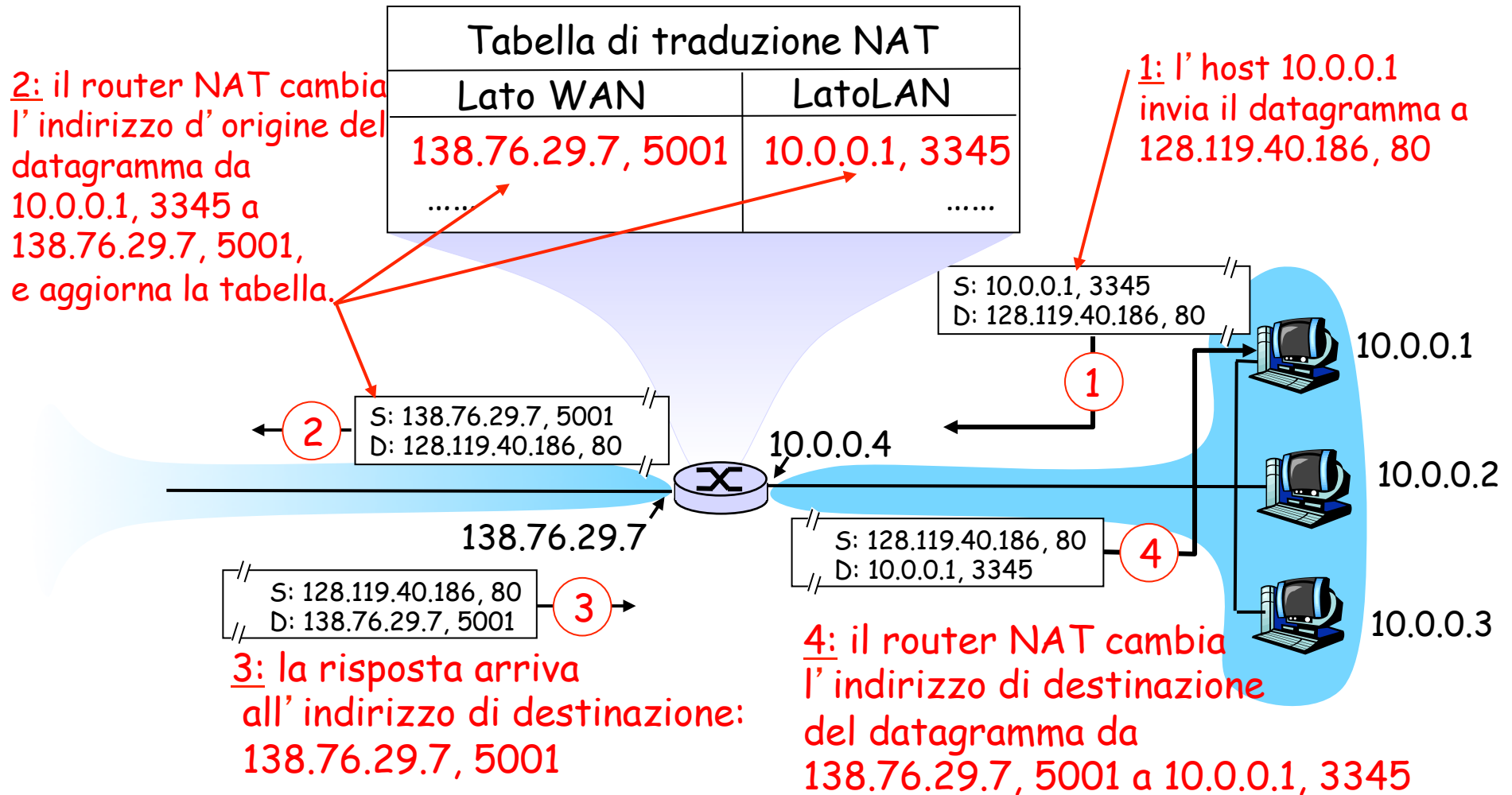
- ❑ Il router abilitato alla NAT nasconde i dettagli della rete domestica al mondo esterno
 - Non è necessario allocare un intervallo di indirizzi da un ISP: un unico indirizzo IP è sufficiente per tutte le macchine di una rete locale.
 - È possibile cambiare gli indirizzi delle macchine di una rete privata senza doverlo comunicare all'Internet globale.
 - È possibile cambiare ISP senza modificare gli indirizzi delle macchine della rete privata
 - Dispositivi interni alla rete non esplicitamente indirizzabili e visibili dal mondo esterno (un plus per la sicurezza)

Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

Implementazione:

- Quando un router NAT riceve il datagramma, genera per esso un nuovo numero di porta d'origine (es. 5001), sostituisce l'indirizzo IP origine con il proprio indirizzo IP sul lato WAN (es. 138.76.29.7) e sostituisce il numero di porta origine iniziale (es. 3348) con il nuovo numero (5001)

Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)



Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

- ❑ Il campo numero di porta è lungo 16 bit:
 - Il protocollo NAT può supportare più di 60.000 connessioni simultanee con un solo indirizzo IP sul lato WAN.
- ❑ NAT è contestato perché:
 1. i router dovrebbero elaborare i pacchetti solo fino al livello 3.
 2. Viola il cosiddetto *argomento punto-punto*
 - Interferenza con le applicazioni P2P, a meno che non sia specificamente configurato per quella specifica applicazione P2P.
 3. Per risolvere la scarsità di indirizzi IP si dovrebbe usare IPv6.

Reami di indirizzi privati

- ❑ 10.0.0.0 / 8
- ❑ 172.16.0.0 / 12
- ❑ 192.168.0.0 / 16

- ❑ Insiemi di indirizzi privati

Prefissi di rete	Classe	N° prefissi
10.0.0.0	A	1
172.16.0.0 - 172.31.0.0.	B	16
192.168.0.0 - 192.168.255.0	C	256