



Politecnico di Milano

Facoltà di Ingegneria dell'Informazione

Indirizzamento IP

- Indirizzamento "classful"
- Subnetting e Supernetting
- Indirizzamento "classless"

Reti TCP/IP

- ❑ Reti "a pacchetto" (datagram)
- ❑ Mediante quest'insieme di protocolli è possibile collegare reti diverse e calcolatori diversi per il trasferimento di informazioni e per la creazione di servizi avanzati di comunicazione
- ❑ Il protocollo base è l'**Internet Protocol (IP)** (RFC 791, 1981)

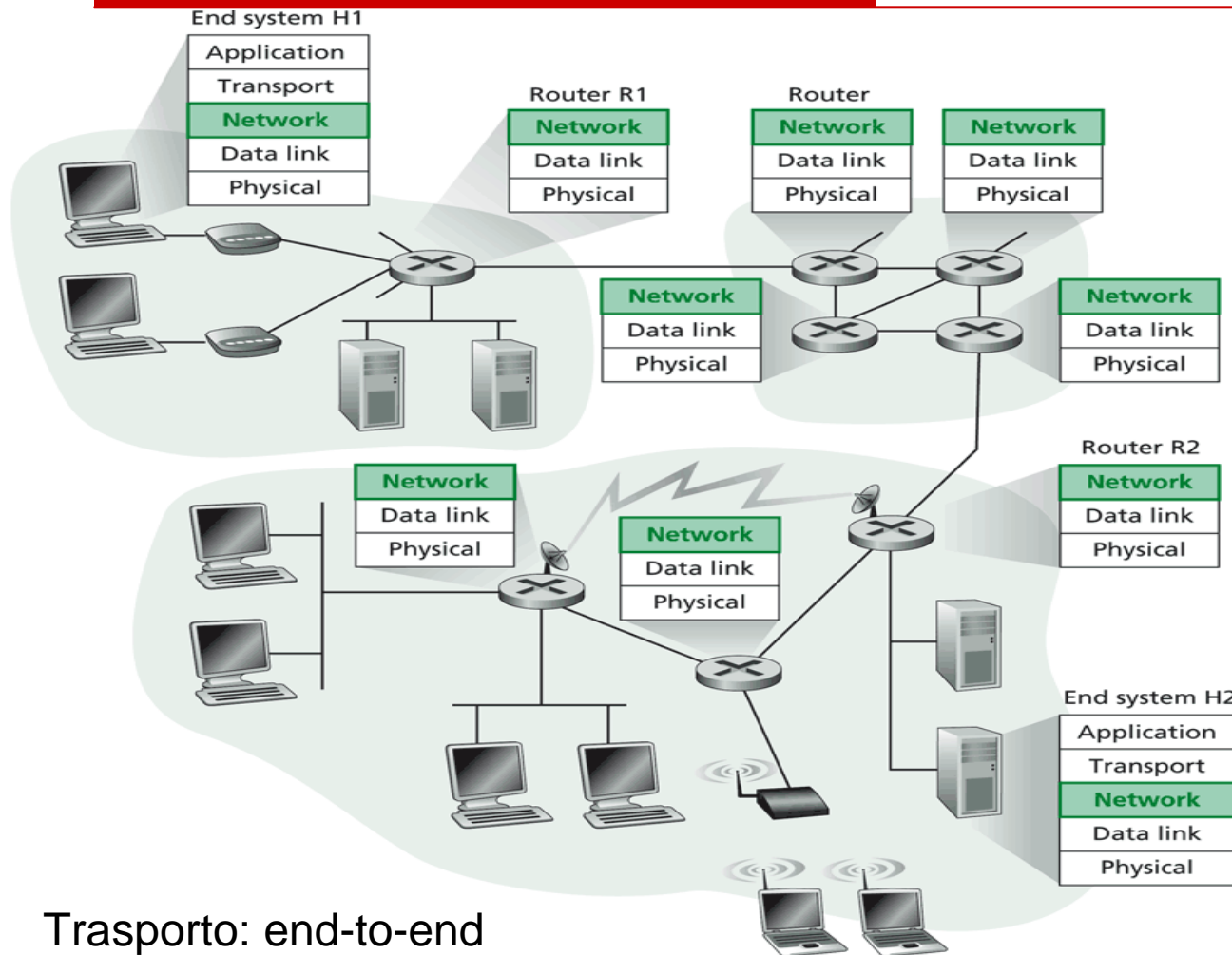
Servizi Offerti da IP

- **Indirizzamento:** assegna un'indirizzo universalmente riconosciuto
- **Trasferimento best-effort (hop-by-hop):** trasferisce pacchetti in modo "datagram", non garantendone né l'integrità né la consegna
- **Frammentazione/Deframmentazione:** frammenta/deframmenta i pacchetti se il livello locale lo richiede

Servizi Offerti dal livello di trasporto

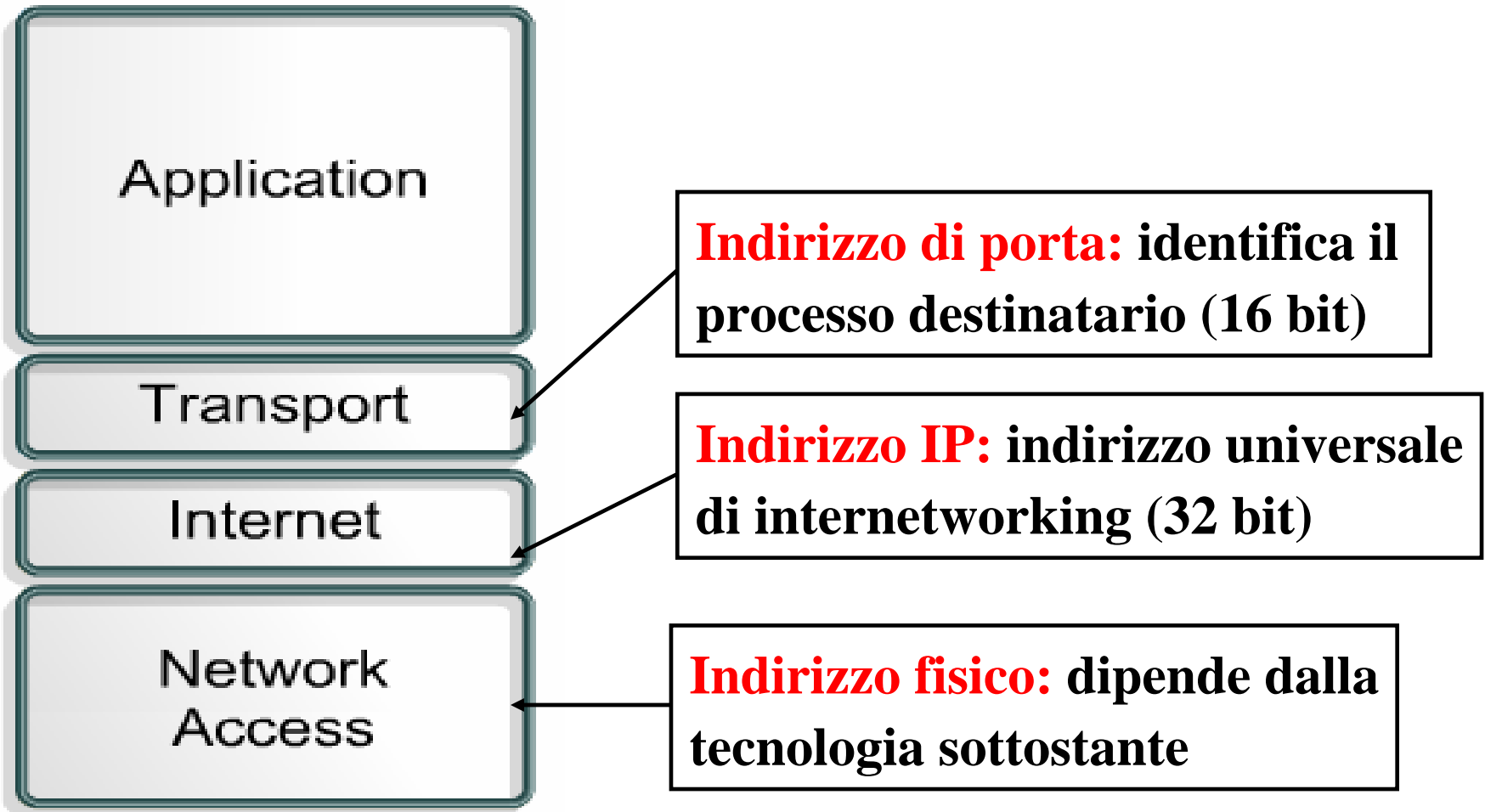
- *Delivery*: consegna dei segmenti (*segments*) da un processo applicativo ad un'altro (*end-to-end*)
 - TCP (*Transport Control Protocol*, RFC 793, '81)
 - Orientato alla connessione
 - *Delivery* affidabile dei segmenti
 - Controllo di flusso
 - UDP (*User Datagram Protocol*, RFC 768 '81)
 - *Connectionless*
 - *Delivery best effort*

Caratterizzazione servizio offerto dal livello di rete



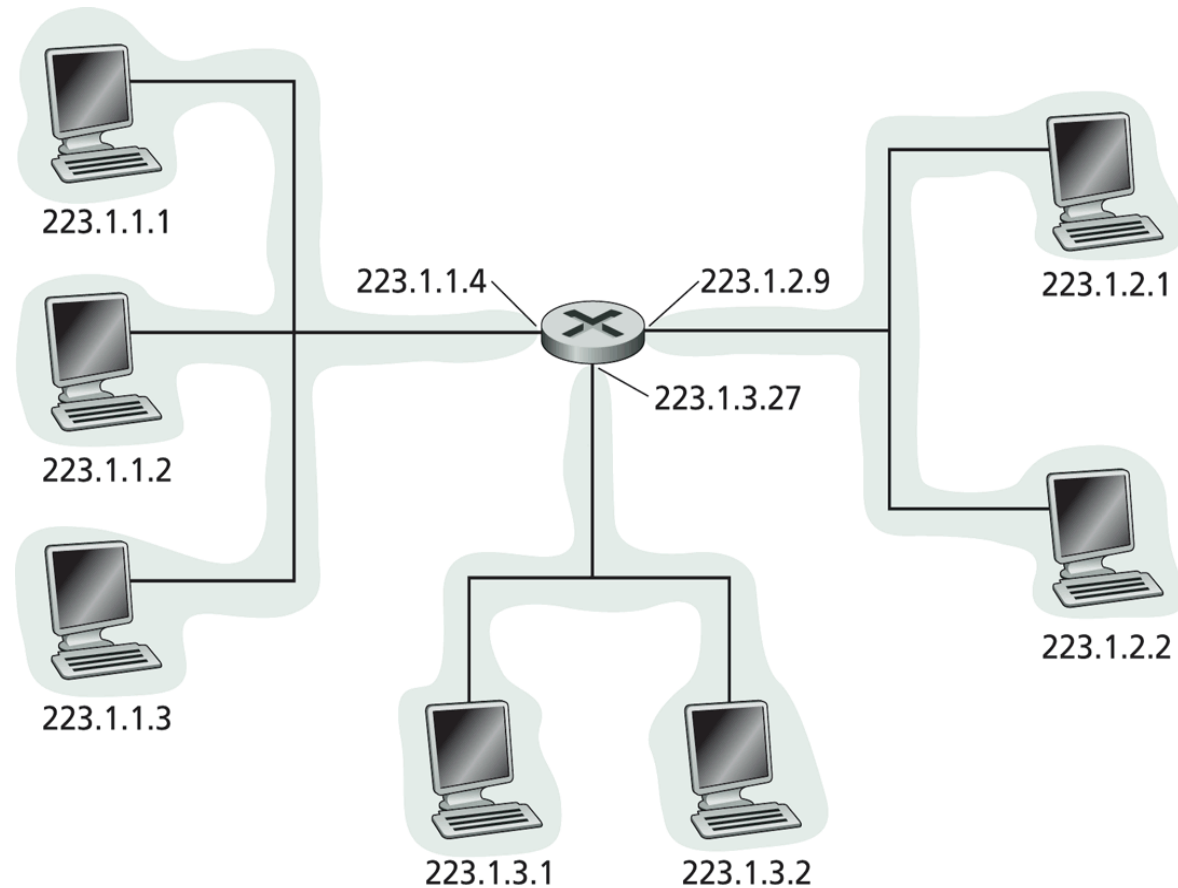
Trasporto: end-to-end
Rete: hop-by-hop

Indirizzi in reti TCP/IP



L'indirizzamento IP

- Un *host* è caratterizzato da una o più interfacce di rete
- Necessità: identificazione univoca di un *host* nella Rete
- Soluzione: assegnamento di un indirizzo ad ogni interfaccia dell'*host*



Source: *Computer Networking*, J. Kurose

Indirizzi IPv4 (RFC 791)

- Sono costituiti da 32 bit solitamente raggruppati in gruppi di 8 bit (byte)

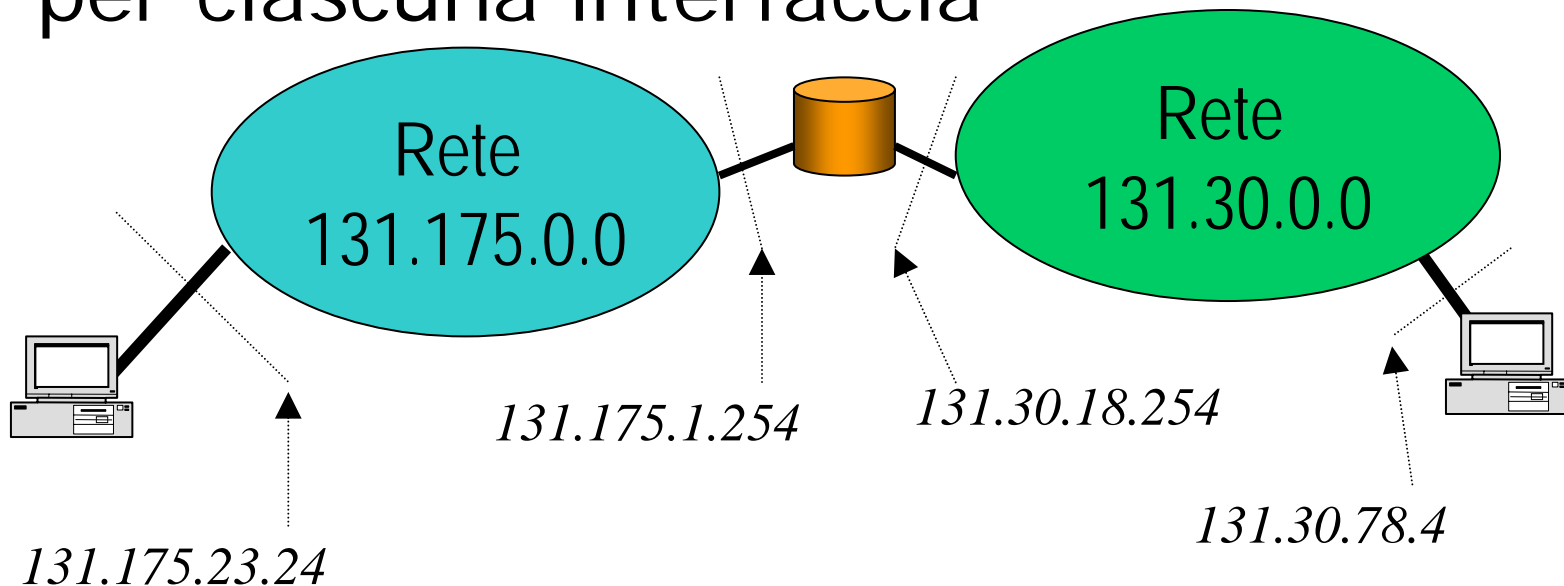


- Lo spazio di indirizzamento include 2^{32} = 4,294,967,296 indirizzi possibili
- i byte sono usualmente riportati in notazione decimale divisi da punti e possono assumere valori compresi tra 0 e 255

131.175.123.242

Indirizzamento IP

- ❑ L'indirizzo IP indica l'interfaccia di un dispositivo con la rete
- ❑ Se un dispositivo ha più interfacce su più reti deve avere un indirizzo per ciascuna interfaccia

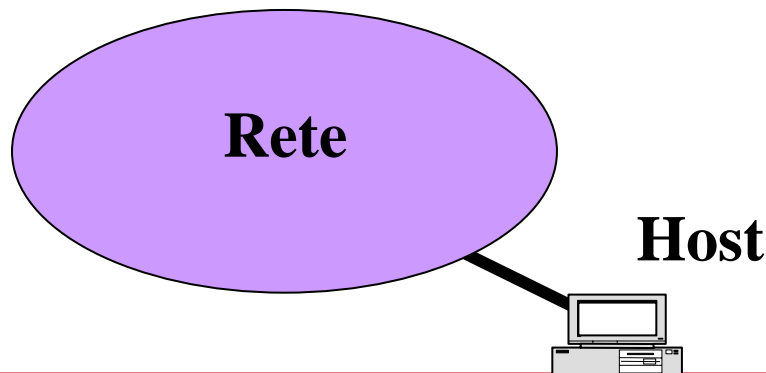


Gestione degli indirizzi: indirizzamento "Classful"

- L'indirizzo è diviso in due parti (Organizzazione Gerarchica)



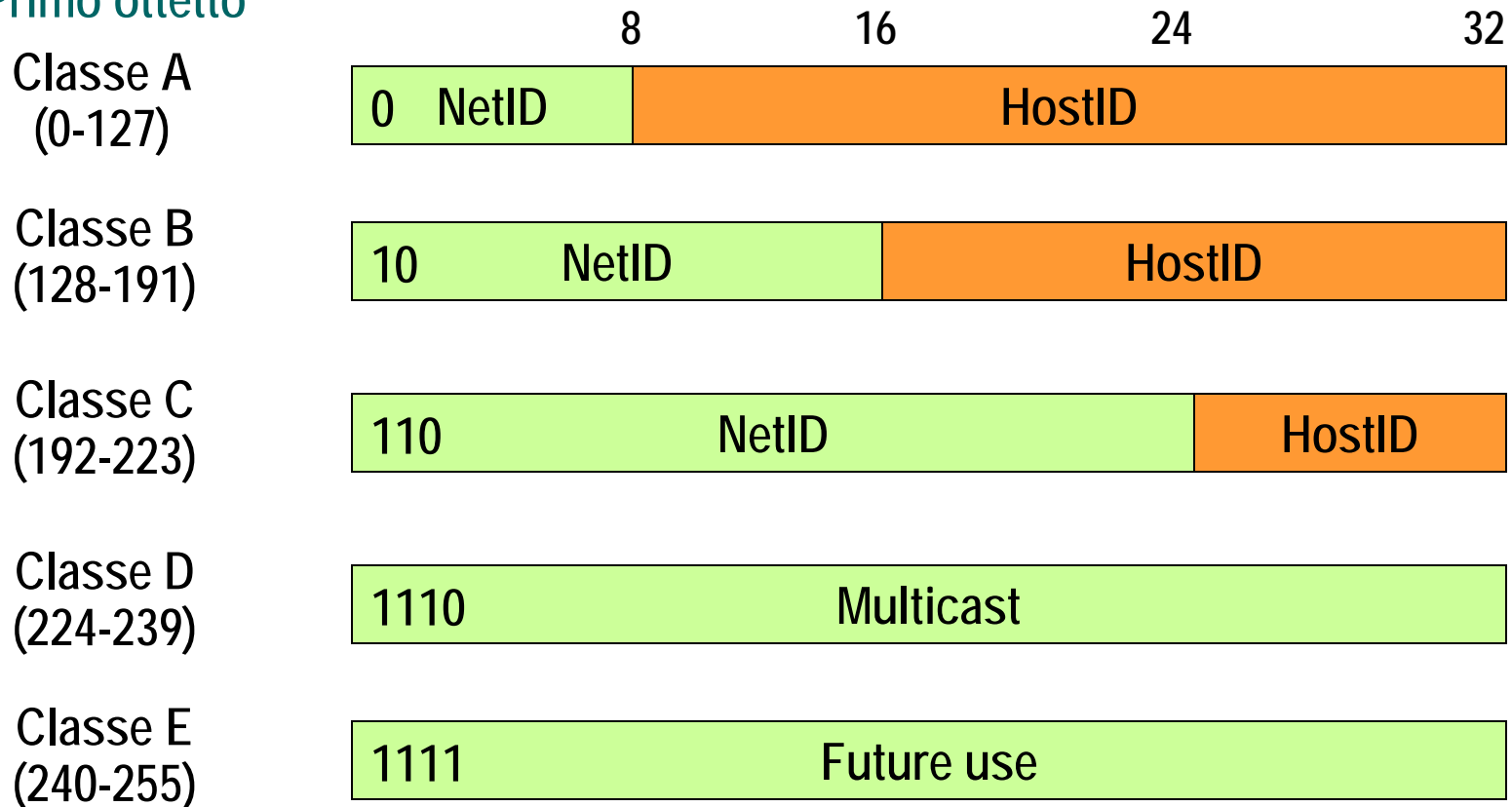
- *NetID* (indirizzo di rete) identifica la rete
- *HostID* (indirizzo di *host*) identifica l'*host* nella rete



Tutti gli *host* all'interno della stessa rete hanno lo stesso indirizzo di rete

Suddivisione in classi

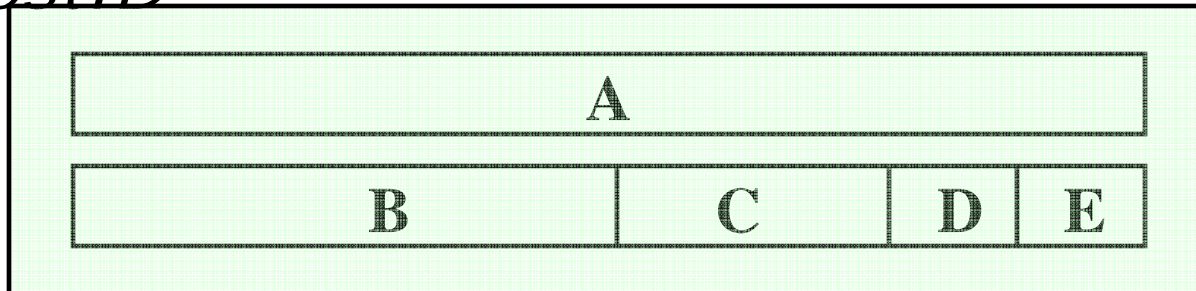
Primo ottetto



- ❑ Non tutti gli indirizzi di ciascuna classe sono disponibili.

Indirizzamento Classful

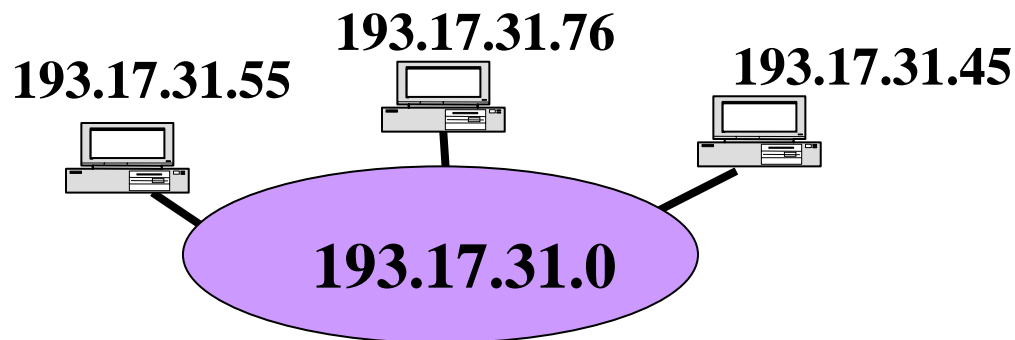
- Lo spazio degli indirizzi è diviso in classi: A, B, C, D, E che si differenziano per la porzione di indirizzo dedicata a *NetID* e *HostID*



Classe	Numero Indirizzi	Percentuale
A	$2^{31} = 2,147,483,648$	50%
B	$2^{30} = 1,073,741,824$	25%
C	$2^{29} = 536,870,912$	12.5%
D	$2^{28} = 268,435,456$	6.25%
E	$2^{28} = 268,435,456$	6.25%

Indirizzi Speciali

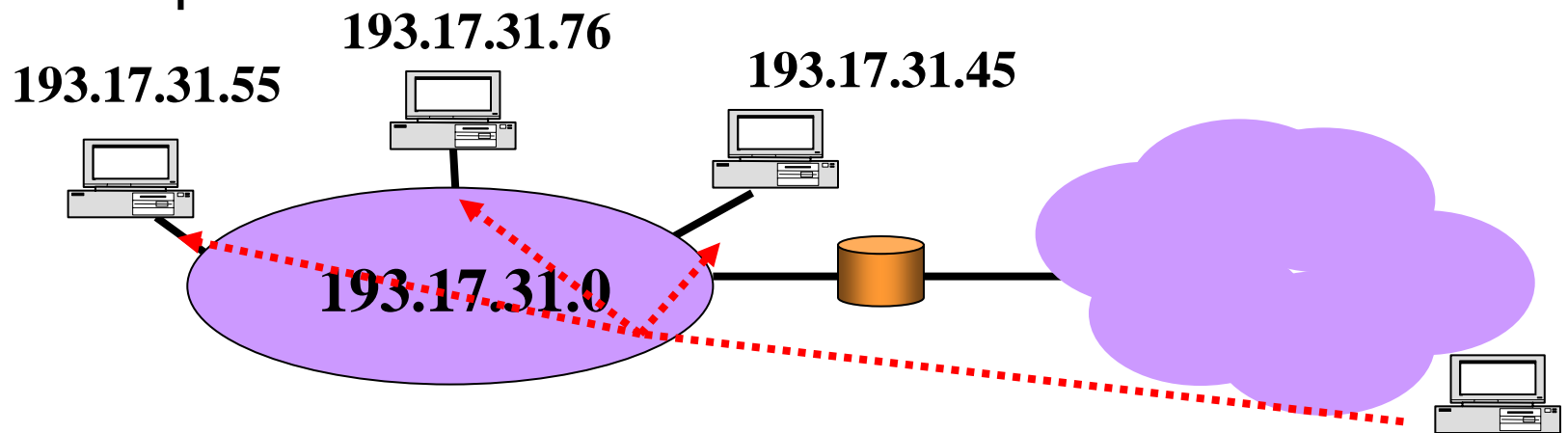
- Indirizzo di rete
 - L'indirizzo con il campo *HostID* posto a 0 serve ad indicare la rete il cui indirizzo è contenuto nel campo *NetID* (usato solo nelle tabelle di instradamento)
 - esempio:
 - rete in classe B: 131.175.0.0
 - rete in classe C: 193.17.31.0



Indirizzi Speciali

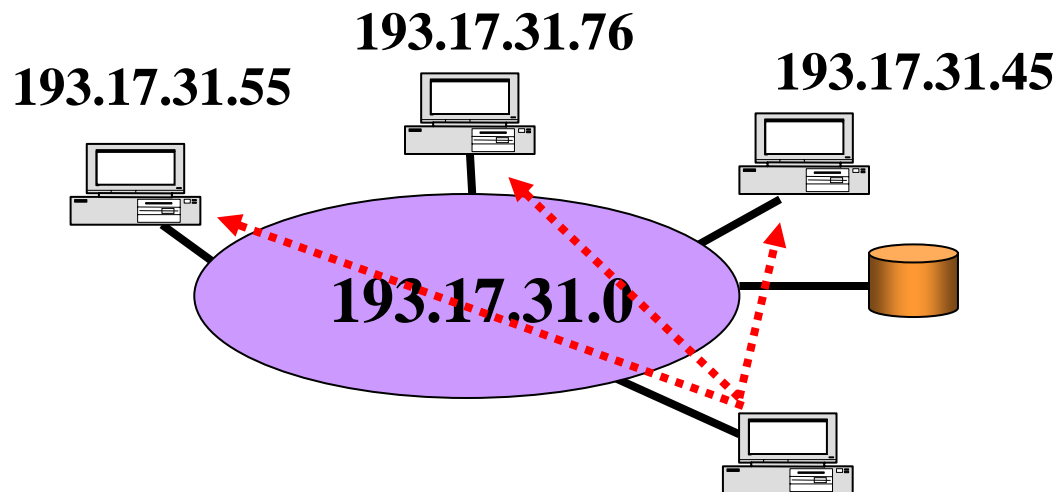
□ Indirizzo *broadcast* diretto:

- Un indirizzo con il campo *HostID* di soli 1 assume il significato di indirizzo *broadcast* della rete indicata nel campo *NetID* (usato nel campo destinatario di un pacchetto IP)
- esempio: 193.17.31.255



Indirizzi Speciali

- Indirizzo *broadcast* limitato:
 - Un indirizzo di soli 1 assume il significato di indirizzo *broadcast* nella stessa rete di chi invia il pacchetto. Il pacchetto non può oltrepassare il *router* (usato nel campo destinatario del pacchetto IP) 255.255.255.255



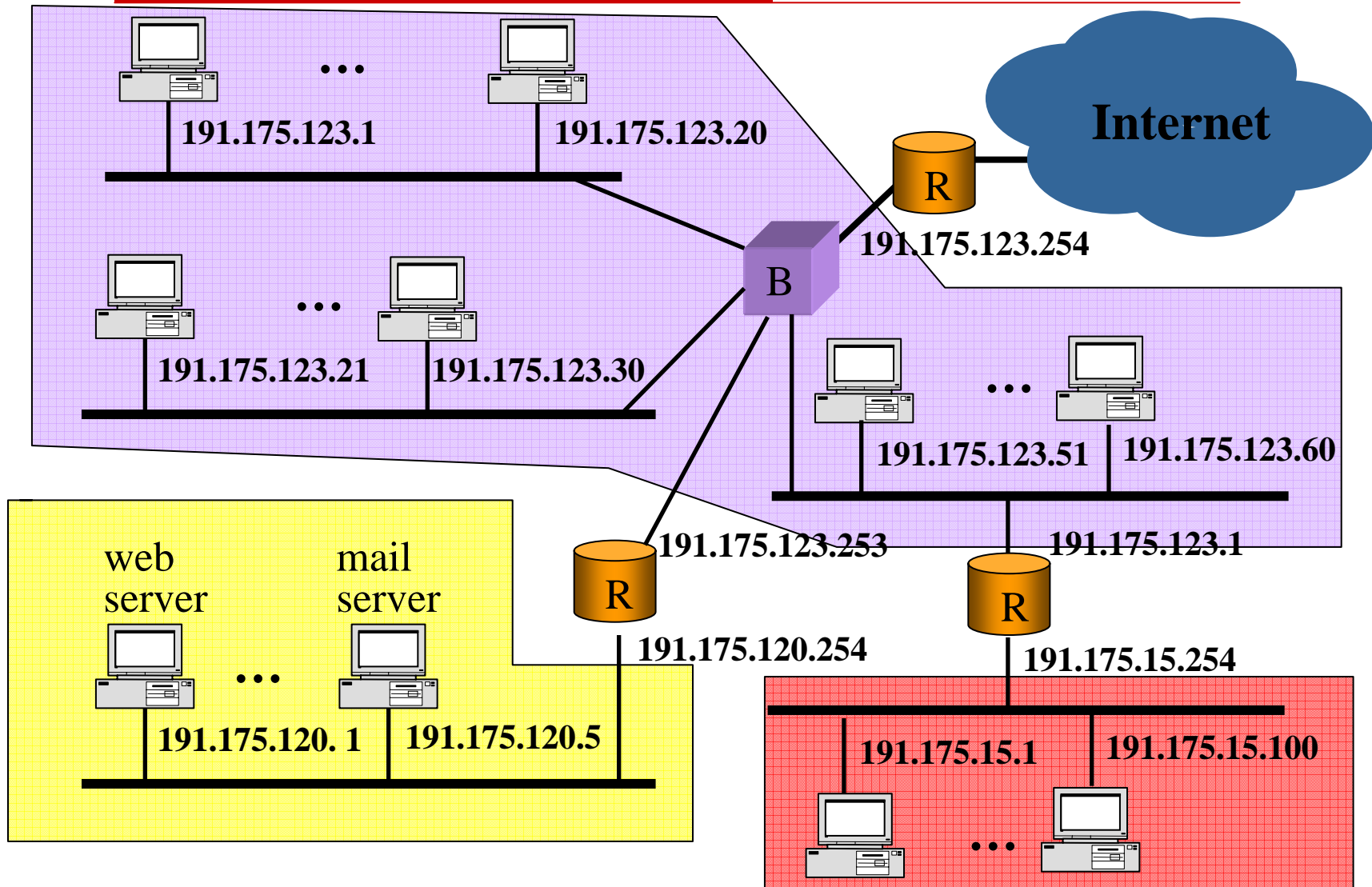
Indirizzi Speciali

- Quando il campo *NetID* è posto a zero, l'indirizzo indica l'host il cui indirizzo è contenuto nel campo *host* sulla stessa rete del mittente.
 - usato come campo destinazione, filtrato dai routers
 - esempio: 0.0.21.173 (in una rete in classe B)

- Se anche il campo *host* è posto a zero l'indirizzo indica il mittente stesso del pacchetto
 - Usato come campo sorgente quando l'host non conosce il proprio indirizzo
 - esempio: 0.0.0.0

- Infine, l'indirizzo con il primo ottetto pari a 127 e gli altri campi qualsivoglia indica il *loopback* sullo stesso *host*
 - (usato nei sistemi operativi per testare le funzionalità di rete).
 - esempio: 127.0.0.0

Esempio di un piano di indirizzamento IP



Rigidità Approccio Classful

- La classe A ha a disposizione:
 - 125 NetID.
 - 16,777,216 HostID per ogni rete indirizzata (**!!TROPPI!!**)
- La classe B ha a disposizione:
 - 16,368 NetID.
 - 65,536 HostID per ogni rete indirizzata (**!!ANCORA TROPPI!!**)
- La classe C ha a disposizione:
 - 2,096,902 NetID.
 - 256 HostID (**!!TROPPO POCHI!!**)

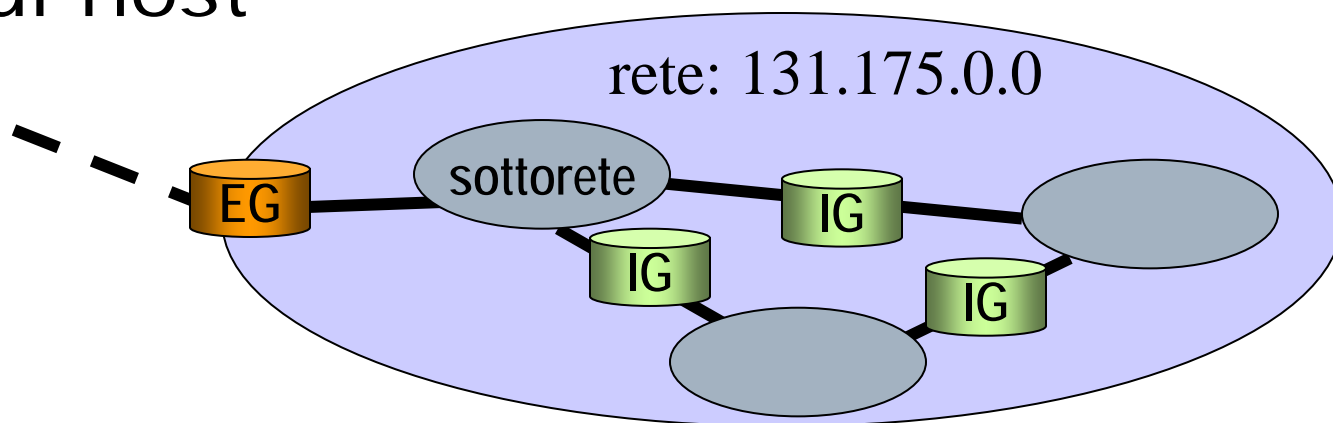
Limiti della gestione Classful

- ❑ Scarsa flessibilità (intrinseca)
- ❑ Numero limitato di indirizzi (intrinseca)
- ❑ Crescente domanda di indirizzi (esterna)

- ❑ Possibili Soluzioni:
 - *Subnetting/Supernetting*
 - Gestione *Classless* degli indirizzi
 - Indirizzamento privato (*Intranet* e NAT)

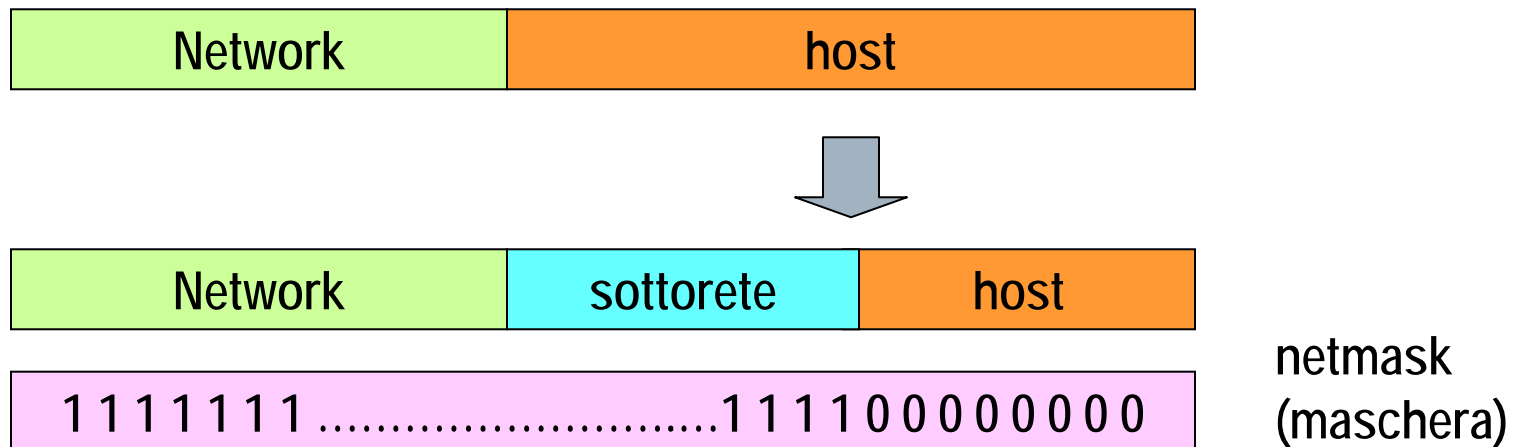
Soluzione: Subnetting (RFC 950)

- *Esempio:* Le organizzazioni private con un indirizzo di rete in classe B ($2^{16} - 2 = 65534$ indirizzi di host) hanno sviluppato proprie *Intranet* con sottoreti locali di poche centinaia (o decine) di host



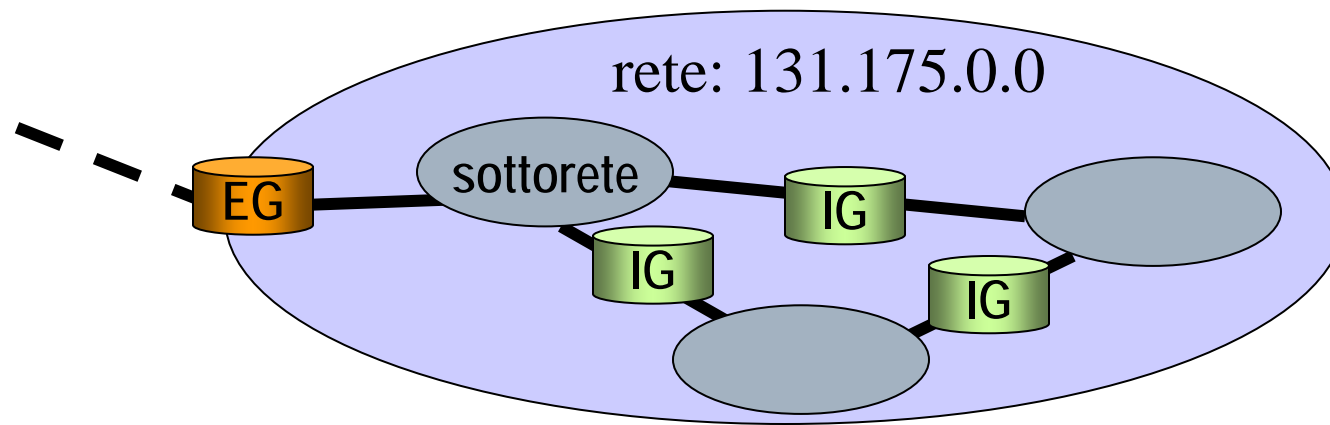
Subnetting

- Il concetto base è di dividere l'indirizzo IP in un ulteriore livello gerarchico.
- L'indirizzo di sottorete viene ricavato dividendo ulteriormente il campo host in un campo sottorete e un nuovo campo host



- La divisione viene determinata in modo flessibile mediante una **netmask** formata da una sequenza di 1 (che indicano la parte rete + sottorete) e una sequenza di 0 (che indicano la parte host)

Subnetting



- ❑ In generale i *router* esterni alla *Intranet* continueranno ad avere nella tabella di *routing* un sola riga per la rete (131.175.0.0)
- ❑ mentre i *router* interni alla rete dovranno gestire anche le sottoreti mediante le *netmask*

Netmask

- Con *netmask* continue i valori decimali possono assumere i valori:

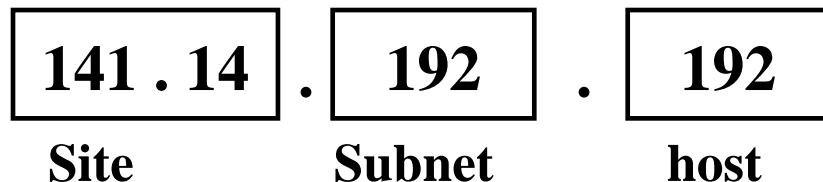
255	1	1	1	1	1	1	1	1
254	1	1	1	1	1	1	1	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
128	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

- in alternativa la *netmask* può essere indicata con il numero di 1 consecutivi (prefisso):
 - 131.175.21.0/24

Analogia con le reti telefoniche

- Il concetto di suddivisione gerarchica degli indirizzi è ripreso dal mondo delle reti telefoniche.

Mondo IP



Reti Telefoniche



Esempio di Subnetting (2)

- rimangono 6 bit per il campo host, quindi ogni sottorete supporta $(2^6 - 2)$ host

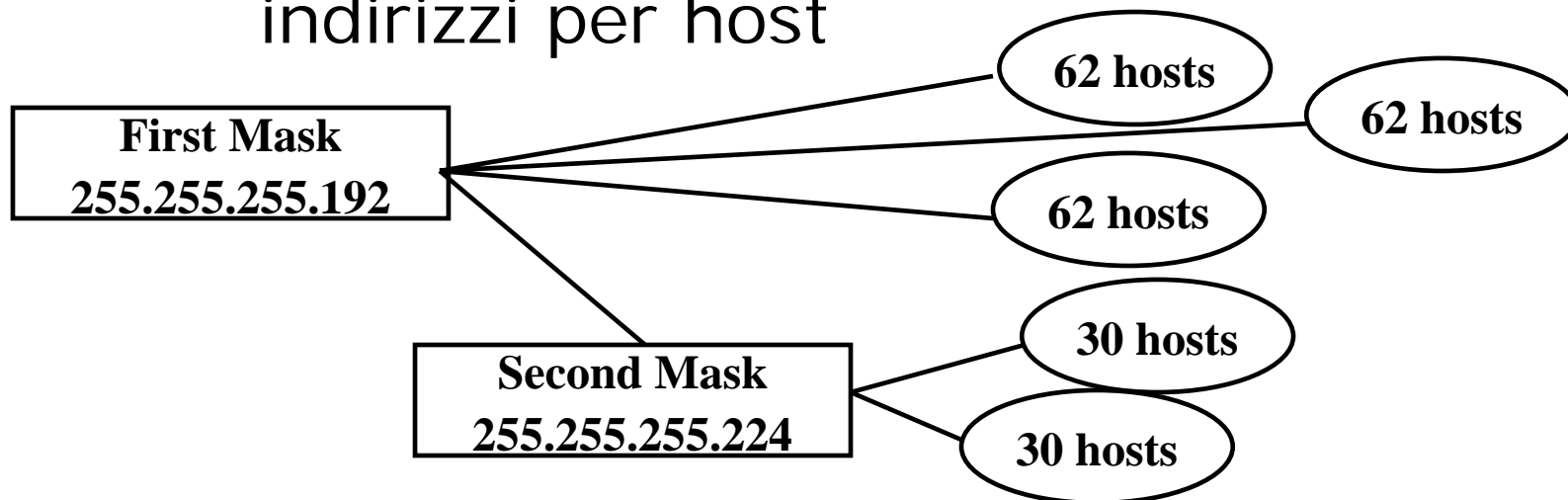
255	192	
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0	
0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	128.234.0.0/26
0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0	128.234.0.64/26
0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0	128.234.0.128/26
0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0	128.234.0.192/26
...		
1 1 1 1 1 1 1 1	1 0 0 0 0 0 0 0	128.234.255.128/26
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0	128.234.255.192/26

Quando il Subnetting non basta..

- Esempio: un'organizzazione possiede un indirizzo in classe C ed ha la necessità di creare 3 sottoreti con 60 host e altre due sottoreti con 30 host.
- Il Subnetting classico fallisce:
 - Subnet con 2 bit: 4 reti con 64 host ciascuna
 - Subnet con 3 bit: 8 reti con 32 host ciascuna
- Come fare ??

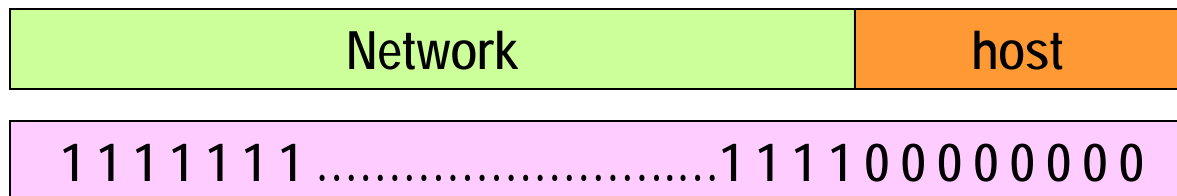
Netmask Variabile

- Applicare due netmask in cascata
 - La prima netmask 255.255.255.192 con 26 1s definisce 4 sottoreti con 64 indirizzi per gli host.
 - Si applica ad una delle sottoreti sopra la netmask 255.255.255.224 che divide la sottorete in due ulteriori sottoreti con 30 indirizzi per host



Supernetting

- ❑ Procedimento inverso al subnetting
- ❑ *Problema:* indirizzi in classe A e B si stanno esaurendo, indirizzi in classe C consentono di “servire pochi” host.
- ❑ *Soluzione:* raggruppare più indirizzi in classe C per formare una rete più grande (Supernetting)
- ❑ *Realizzazione:* usare una *netmask*



Supernetting

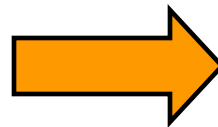
- Se ad esempio sono solo disponibili indirizzi in classe C e una organizzazione ha bisogno di circa 1000 indirizzi è possibile raggruppare 4 reti in classe C contigue a formare una super-rete con 1024 indirizzi:

193.23.136.0

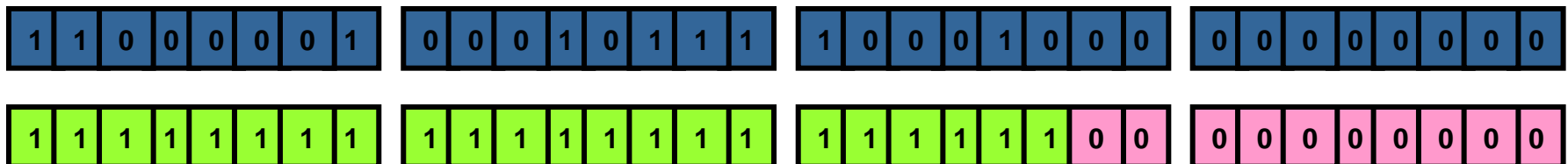
193.23.137.0

193.23.138.0

193.23.139.0



193.23.136.0/22



Classless Inter Domain Routing (CIDR)

- ❑ Estensione dell'utilizzo delle *netmask*
- ❑ Si svincola dal concetto rigido di classe
- ❑ è possibile dunque assegnare un numero di indirizzi (potenza di 2) in modo flessibile
- ❑ una volta assegnato il gruppo di indirizzi all'interno della intranet è possibile usare un'altra *netmask* più corta per suddividere la rete in sottoreti
- ❑ Impatta sul routing vero e proprio

Indirizzi IP e nomi di domini

- ❑ Gli indirizzi IP sono assegnati su base globale
- ❑ Internet fa uso anche di nomi simbolici che sono anch'essi assegnati su base globale

