

# Reti di Telecomunicazione A

Parte 4a: Il livello IP

Indirizzamento: *subnetting*, *supernetting*,

CIDR

Università degli Studi di Brescia

Facoltà di Ingegneria

A.A. 2007/2008

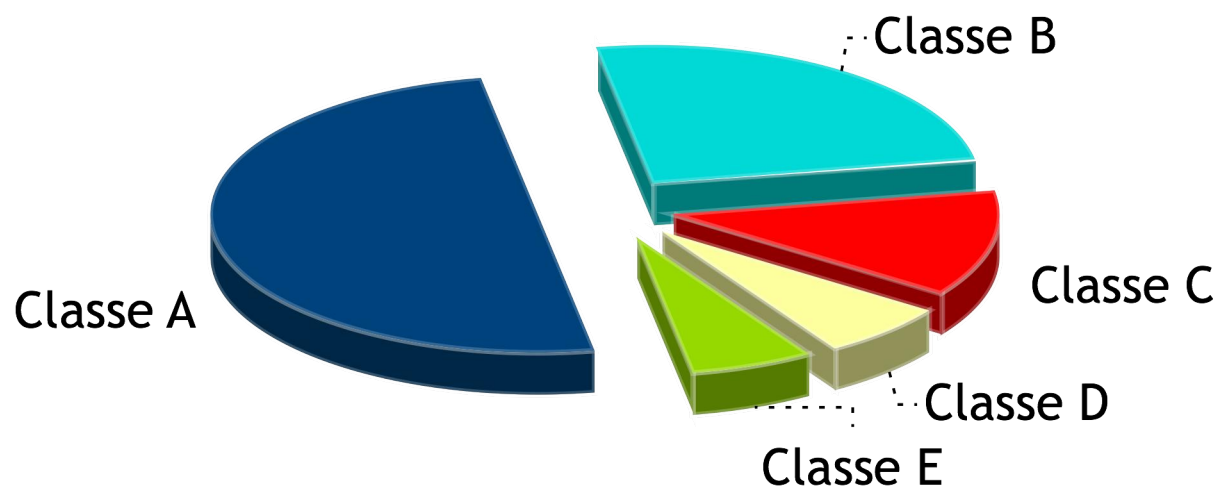
Laurea in Ingegneria dell'Informazione

# Lo spazio di indirizzamento IP

- ❑ Spazio di indirizzamento IP: 32 bit,  $2^{32}$  indirizzi possibili (più di 4 miliardi)
- ❑ Gli indirizzi IP non servono solo per **identificare** i nodi di rete, ma servono anche per permettere all'infrastruttura di rete di consegnare in maniera corretta i pacchetti IP (**routing**, vedi oltre)
- ❑ Per facilitare l'instradamento dei pacchetti e per permetterne la gestione in maniera più efficiente, gli indirizzi IP sono distribuiti in maniera **gerarchica** all'interno dello spazio di indirizzamento
  - Tutti gli spazi di indirizzamento sono di solito gestiti in maniera gerarchica (es.: gli indirizzi postali, i numeri telefonici, ...)
- ❑ Due diverse metodologie di divisione dello spazio di indirizzamento totale
  - *Classful*: meccanismo originale, usato fino alla metà degli anni '90, ormai in disuso
  - *Classless*: meccanismo in uso oggi nella grande maggioranza delle reti



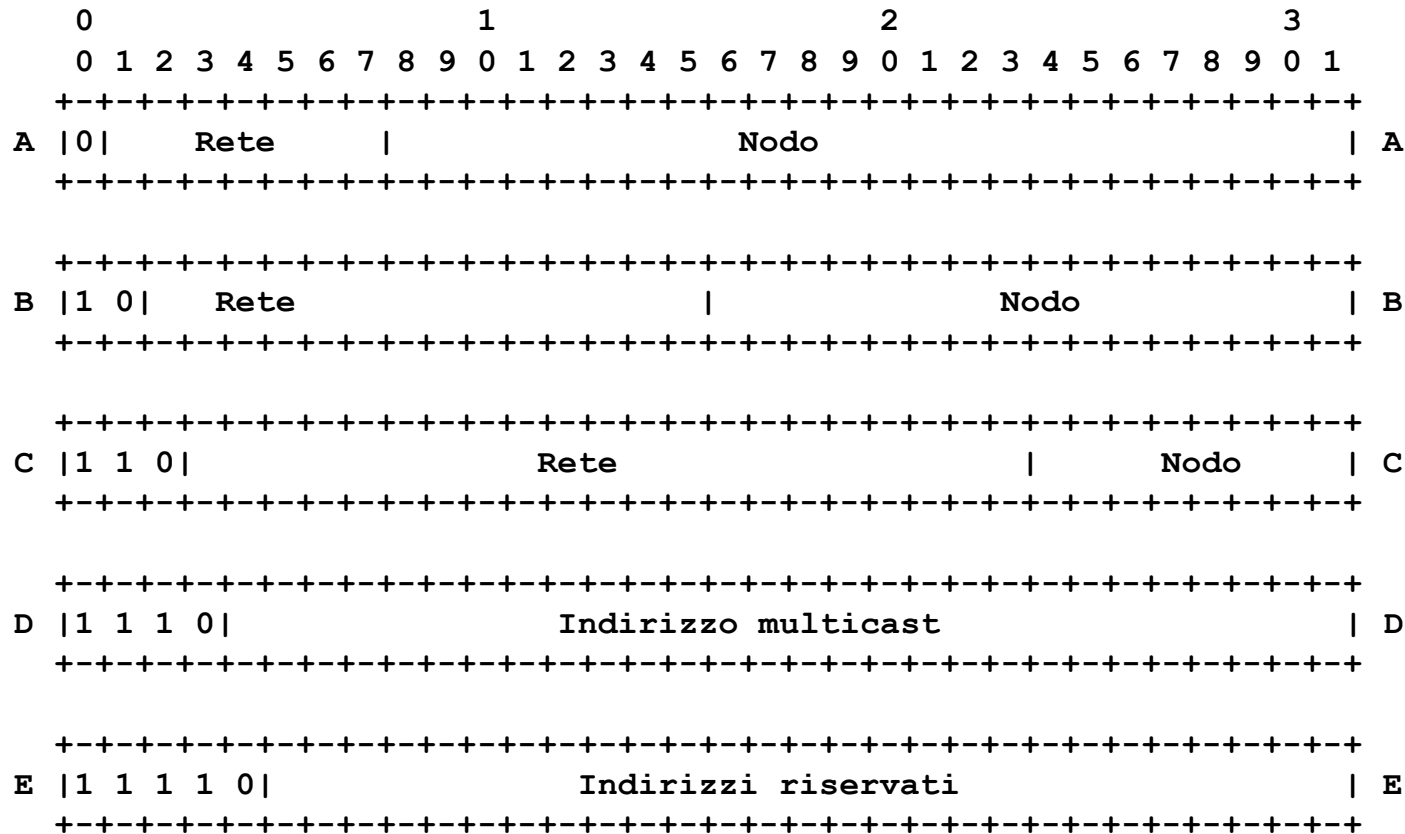
# Gerarchia di indirizzi IP *classful*: classi di indirizzamento



- ❑ Classe A: da 0.0.0.0 a 127.255.255.255 (netmask implicita: 255.0.0.0)
- ❑ Classe B: da 128.0.0.0 a 191.255.255.255 (netmask implicita: 255.255.0.0)
- ❑ Classe C: da 192.0.0.0 a 223.255.255.255 (netmask implicita: 255.255.255.0)
- ❑ Classe D: da 224.0.0.0 a 239.255.255.255 (Multicast)
- ❑ Classe E: da 240.0.0.0 a 247.255.255.255 (Indirizzi riservati)



# Indirizzi IP: classi di indirizzamento



$2^7 = 128$  netid possibili  
 $2^{24} = 16\text{M}+$  hostid ciascuna

$2^{14} = 16\text{K}+$  netid  
 $2^{16} = 65\text{K}+$  hostid ciascuna

$2^{21} = 2\text{M}+$  netid  
 $2^8 = 254$  hostid ciascuna

$2^{28} = 268\text{M}+$  indirizzi  
 multicast possibili

$2^{27} = 134\text{M}+$  indirizzi  
 riservati (1/16 del totale)

❑ **Nota bene:** con quest'approccio è sufficiente esaminare un indirizzo (senza netmask) per ricavare la relativa netmask, ossia la suddivisione in netid/hostid



# Chi gestisce lo spazio di indirizzamento?

- ❑ Chi ha una rete connessa ad internet ha di solito bisogno di una **porzione di spazio di indirizzamento**
  - Eccezioni: reti non interconnesse ad Internet e reti ad indirizzamento privato (NAT, vedi oltre)
- ❑ Fino all'introduzione del CIDR (vedi oltre), lo spazio di indirizzamento doveva essere gestito con il concetto di "classe"
  - Tre formati di spazio di indirizzamento: classe A, classe B o classe C
  - Ad ogni sito (insieme di reti private interconnesse ad Internet) doveva necessariamente essere assegnato un indirizzo di una delle tre classi disponibili: poca flessibilità
- ❑ Le entità che gestiscono tale spazio
  - *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA, fino alla metà degli anni '90)
  - *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN, oggi)



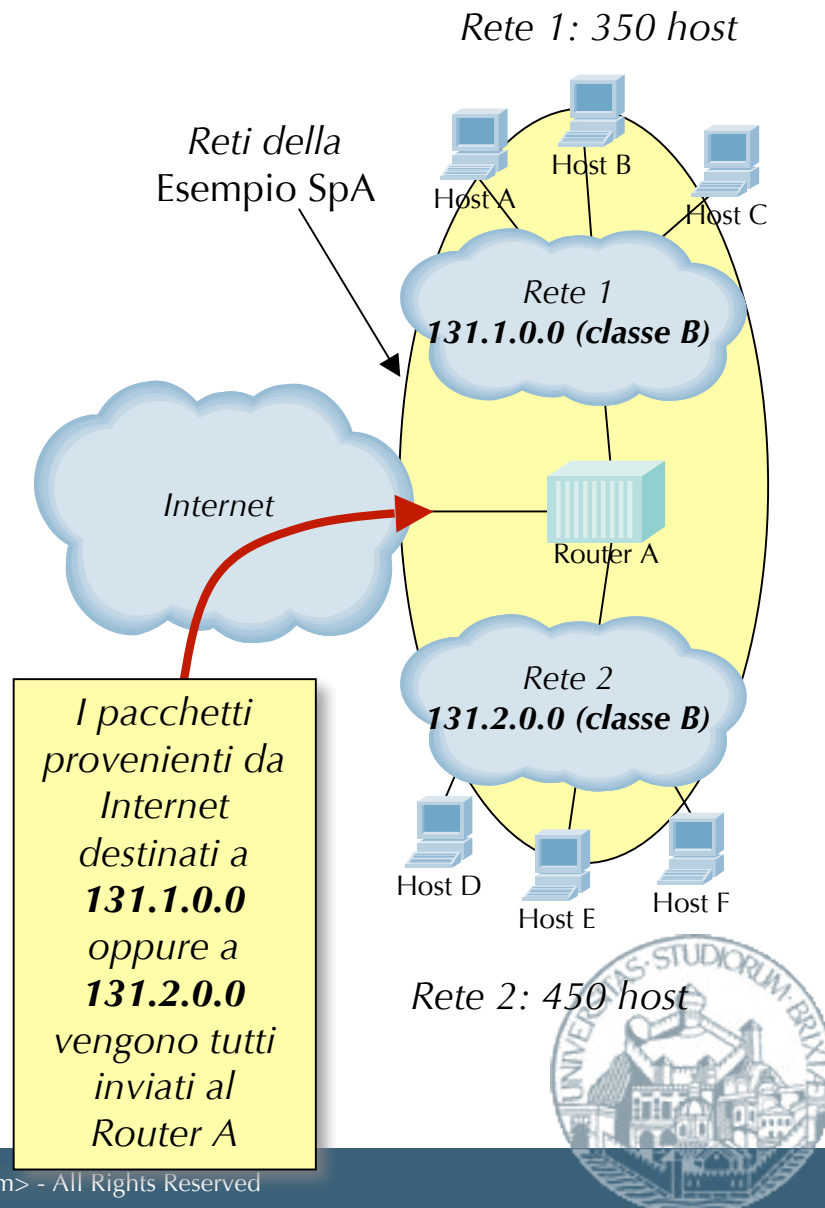
# I limiti dell'approccio *classful*

- ❑ Il successo raggiunto da Internet ne ha determinato il rapido sviluppo: il moltiplicarsi di sottoreti medio/piccole connesse ad Internet ha iniziato a mostrare i limiti dell'allocazione gerarchica in classi già all'inizio degli anni '90
- ❑ Problema fondamentale: l'approccio *classful* per la divisione gerarchica dello spazio di indirizzamento è ***troppo rigido***
- ❑ ***Troppo poche*** reti di classe A (solo 128), ciascuna con ***troppi*** hostid (più di 16 milioni)
- ❑ ***Tantissime*** reti di classe C (più di 268 milioni), ma ciascuna con ***troppo pochi*** hostid (solo 254)
- ❑ Relativamente ***poche*** reti di classe B (poco più di 16mila)

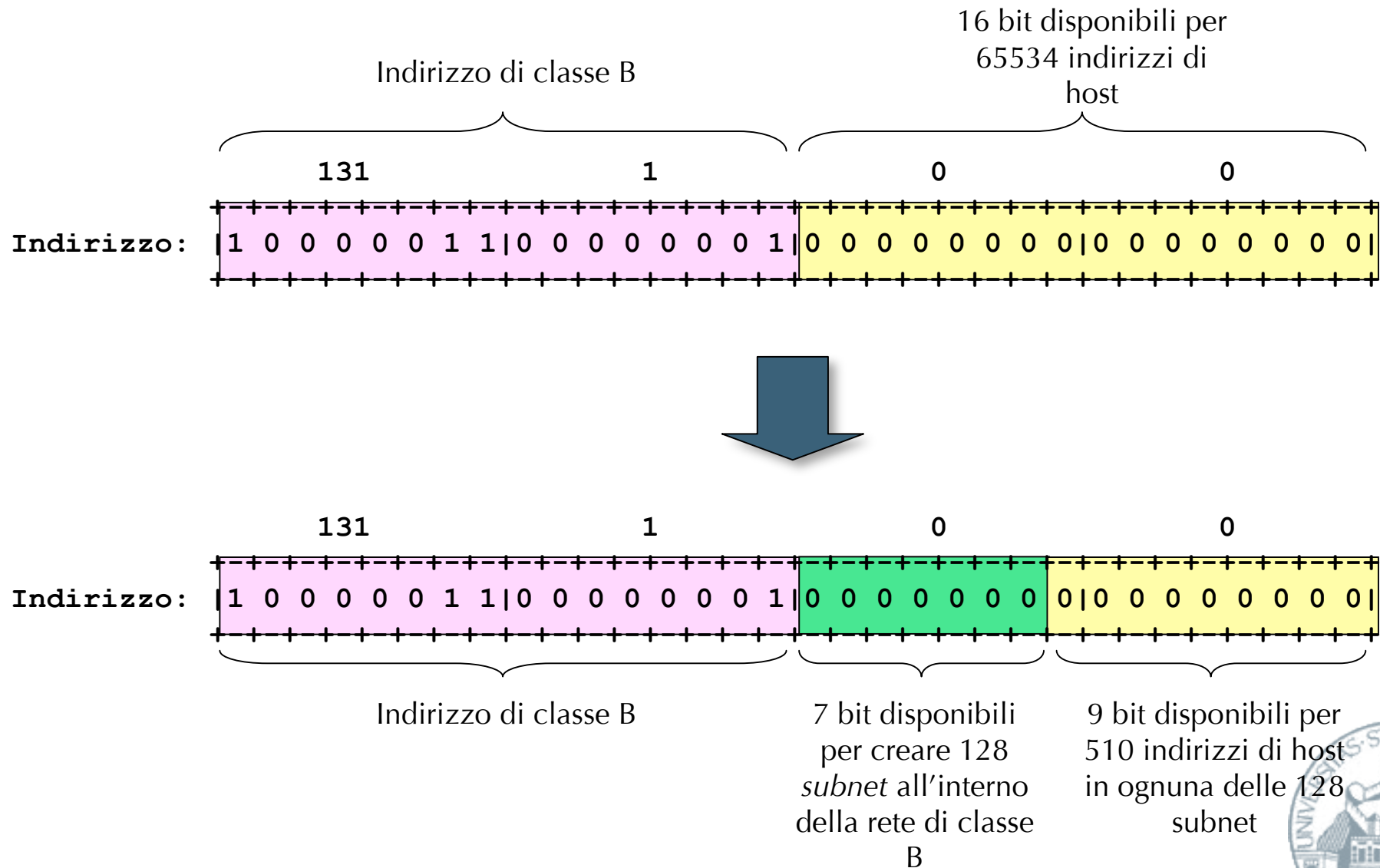


# I limiti dell'approccio *classful*: un esempio

- ❑ Nell'esempio in figura entrambe le reti hanno la necessità di ospitare un numero di stazioni maggiore di quanto possibile usando indirizzi di classe C (254 stazioni al massimo)
- ❑ Il problema viene dal fatto che, dovendo usare indirizzi di classe B, gran parte dello spazio fornito da tale classe viene sprecato (ogni rete potrebbe contenere più di 65mila indirizzi di host, ma nell'esempio solo meno di 500 vengono effettivamente usati)
  - Stiamo riservando  $2 \times 2^{16}$  indirizzi (più di 135mila) quando ce ne servirebbero meno 1000
- ❑ La divisione rigida in classi porta a enormi sprechi dello spazio di indirizzamento
- ❑ Questi sprechi avevano portato, già all'inizio degli anni '90, al quasi esaurimento dello spazio di indirizzamento IPv4



# Il concetto di *subnetting*

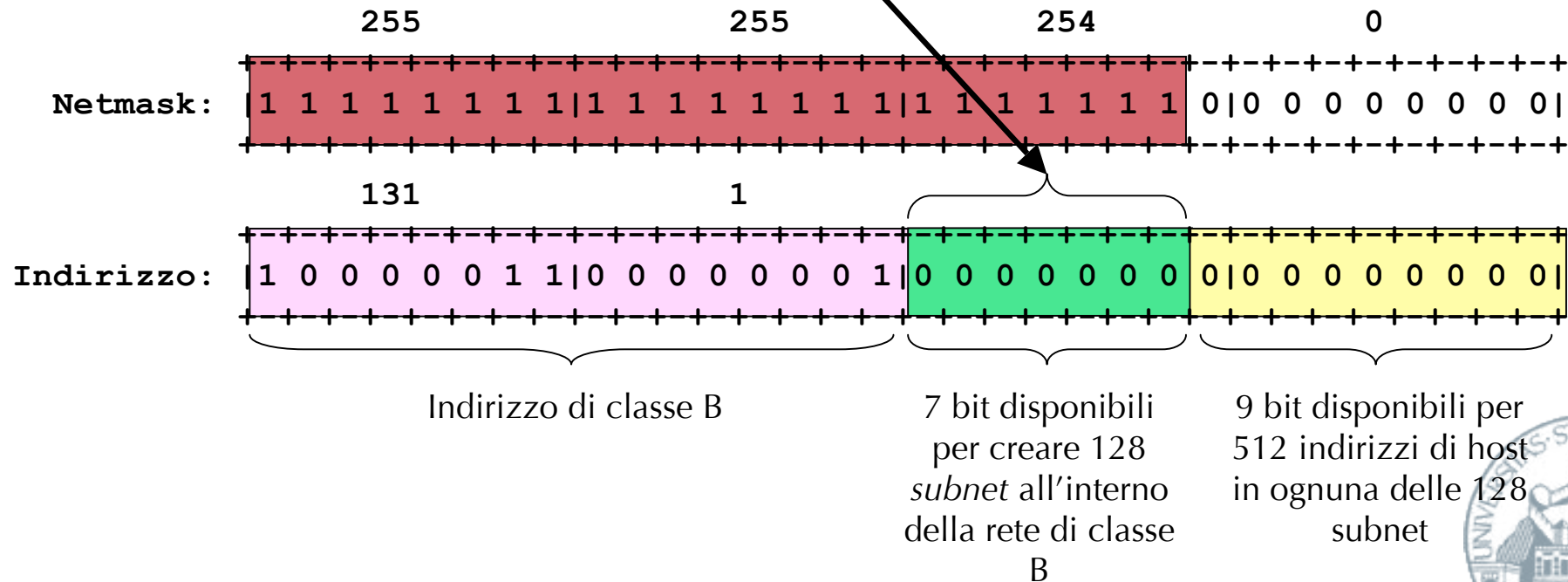




# Il concetto di *subnetting*: un esempio

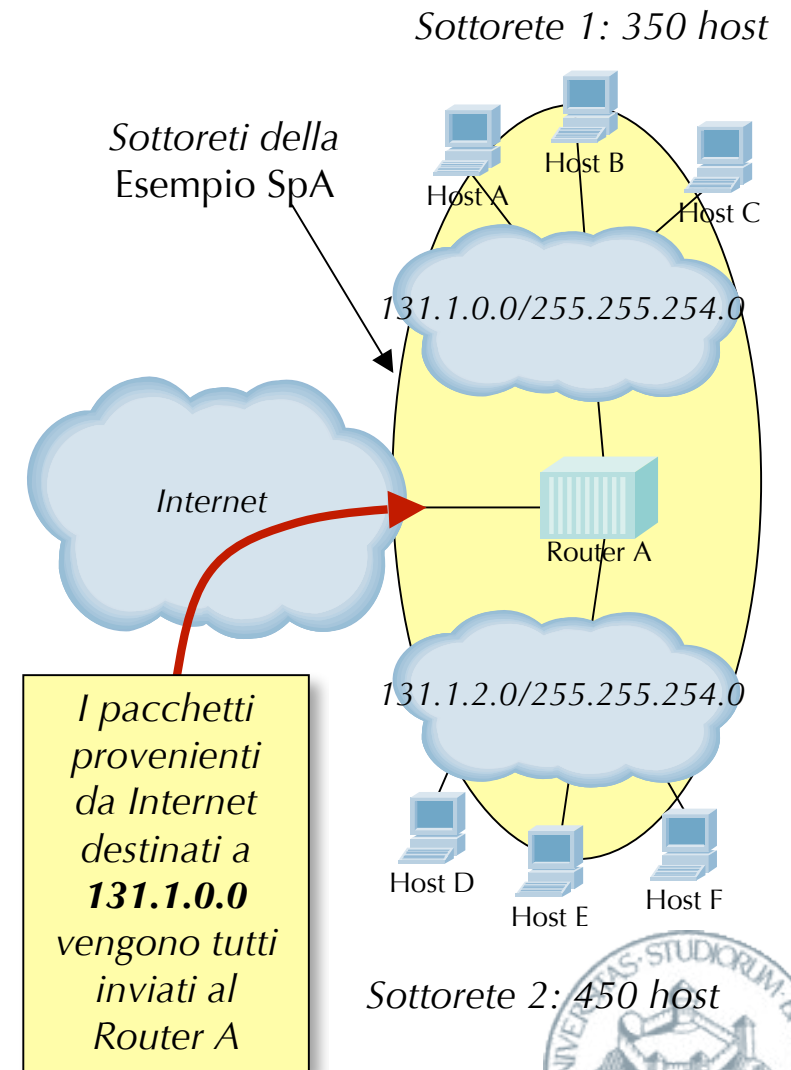
- Il risultato è che assegnando **un solo** indirizzo di rete di classe B alla *Esempio SpA* essa può gestire al suo interno 128 subnet diverse, ciascuna con la capacità di ospitare 510 stazioni: maggiore **flessibilità**

7 bit disponibili per 128 *subnet-id* diversi: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, ..., 254



# Il concetto di *subnetting*: un esempio

- ❑ La *Esempio SpA* può utilizzare un solo indirizzo di rete di classe B visibile esternamente (l'indirizzo 131.1.0.0) per gestire fino a 128 sottoreti interne, ciascuna con fino a 510 stazioni
  - 131.1.0.0/255.255.254.0
  - 131.1.2.0/255.255.254.0
  - ...
  - 131.1.254.0/255.255.254.0
- ❑ Naturalmente il meccanismo del *subnetting* potrebbe anche essere usato diversamente: per esempio, si potrebbero ricavare *meno* sottoreti, ciascuna con un *maggior numero* di stazioni
- ❑ Si noti che i nodi all'esterno della *Esempio SpA* continuano ad inoltrare i pacchetti verso le reti *Esempio SpA* basandosi sulla notazione *classful* (senza netmask esplicita)
- ❑ Si noti infine che, se le reti della *Esempio SpA* contengono in totale solo 800 host, stiamo comunque *sprecando una notevole porzione dello spazio di indirizzamento* che resta inutilizzata



# Subnetting con un indirizzo di classe B: opzioni di suddivisione

<i>Numero di bit per subnet</i>	<i>Numero di subnet<sup>(1)</sup></i>	<i>Stazioni per subnet<sup>(2)</sup></i>	<i>Esempio</i>
0	1	65534	131.1.0.0/255.255.0.0
1	2	32766	131.1.128.0/255.255.128.0
2	4	16382	131.1.0.0/255.255.192.0
3	8	8190	131.1.160.0/255.255.224.0
4	16	4094	131.1.160.0/255.255.240.0
5	32	2046	131.1.160.0/255.255.248.0
6	64	1022	131.1.4.0/255.255.252.0
7	128	510	131.1.4.0/255.255.254.0
8	256	254	131.1.1.0/255.255.255.0
9	512	126	131.1.1.0/255.255.255.128
10	1024	62	131.1.1.0/255.255.255.192
11	2048	30	131.1.1.0/255.255.255.224
12	4096	14	131.1.1.16/255.255.255.240
13	8192	6	131.1.1.0/255.255.255.248
14	16384	2	131.1.1.4/255.255.255.252

Note:

- 1) In origine, i subnet-id composti da soli "zero" o "uno" non erano accettati per problematiche implementative, quindi il numero effettivo di subnet era quello di tabella meno due
- 2) Il numero massimo di stazioni indirizzabili per subnet corrisponde al numero di hostid teorico ( $2^x$ , dove "X" è il numero di bit disponibili per il campo hostid) meno due (si veda più avanti "indirizzi riservati")



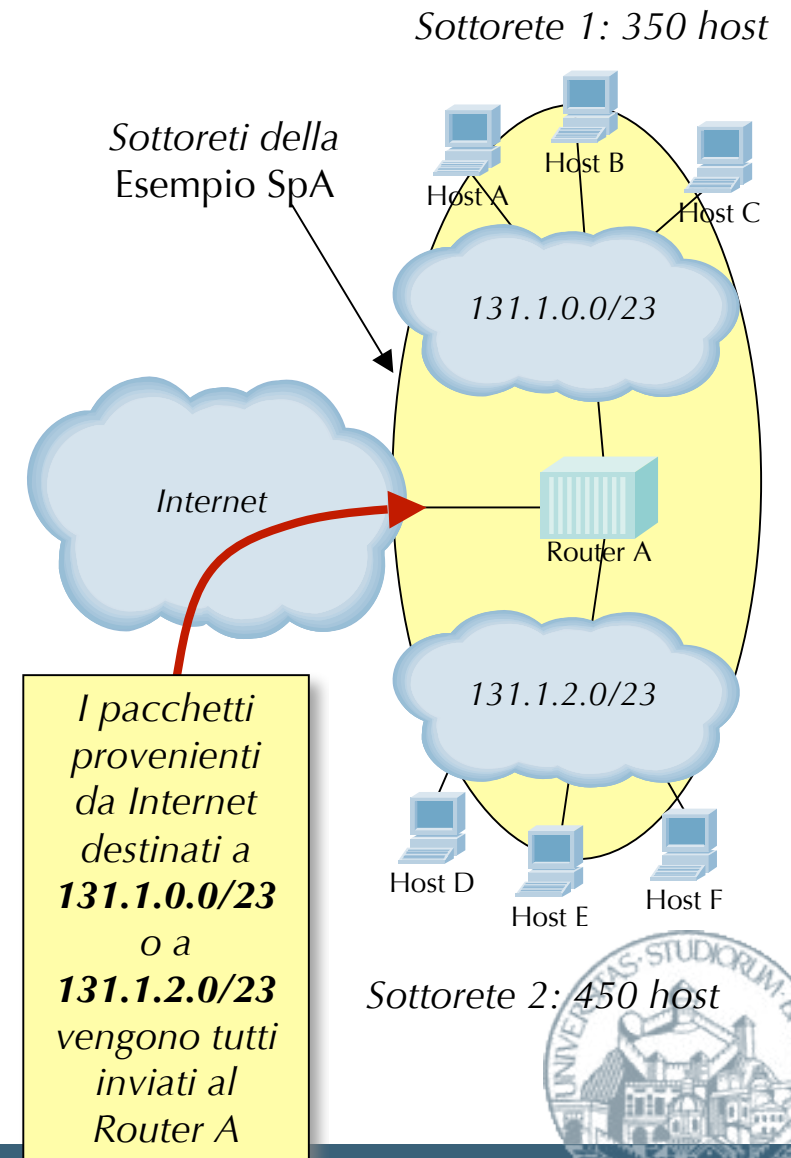
# Una soluzione ancora più flessibile: CIDR Indirizzamento... senza classi

- ❑ Il ***Classless Inter-Domain Routing*** (CIDR, [RFC 1518], 1993) elimina completamente la nozione di classi di indirizzamento, rendendo ancora più flessibili i meccanismi di assegnamento degli indirizzi IP
- ❑ Il CIDR determina la sparizione della suddivisione rigida in classi: lo spazio di indirizzamento viene suddiviso ***in maniera gerarchica in blocchi contigui di indirizzi***, la cui dimensione viene determinata esclusivamente dall'***ampiezza della netmask***, senza più alcun riferimento alle classi di indirizzamento usate fino ad allora
- ❑ Naturalmente in questo caso sarà **necessario associare una netmask ad ogni indirizzo in ogni porzione di Internet**, dato che le netmask implicite perdono di significato (non esistono più le classi)
- ❑ CIDR introduce una nuova notazione per le netmask: la notazione *slash*, dove, invece di utilizzare la notazione *dotted decimal* per la netmask, essa viene indicata con un numero decimale che ne rappresenta **l'ampiezza espressa nel numero di bit impostati a "1"**
  - Esempio: 131.1.2.0/255.255.254.0 ⇒ **131.1.2.0/23**



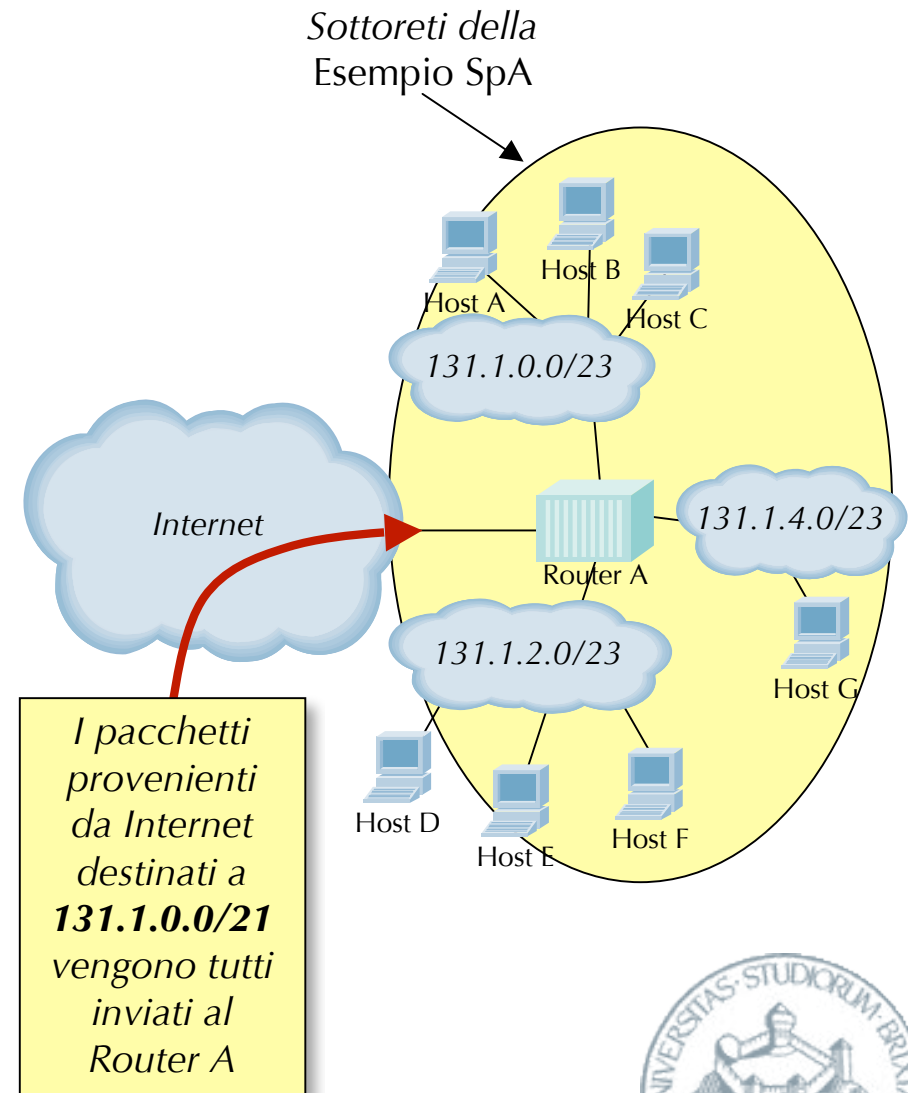
# CIDR in pratica: un esempio

- ❑ Sprendendo il concetto di classe, ora non è più necessario allocare alla *Esempio SpA* un indirizzo di rete che può contenere fino a 65K+ hostid, quando ne avrebbe bisogno solo di un migliaio o due: è possibile assegnare alla *Esempio SpA* semplicemente **due blocchi** da 512 hostid ciascuno (131.1.0.0/23 e 131.1.2.0/23)
- ❑ Gli altri blocchi ricavati dal partizionamento di quello che era un indirizzo di classe B potranno essere assegnati ad altre reti, riducendo sensibilmente gli sprechi di porzioni di spazio di indirizzamento
- ❑ Naturalmente ora anche i nodi all'esterno della *Esempio SpA* devono conoscere la situazione di allocazione degli indirizzi: dovranno sapere che i pacchetti destinati a 131.1.0.0/23 e 131.1.2.0/23 devono essere inoltrati al Router A
- ❑ Si confronti questa situazione con quella del caso *classful*: a fronte di una **riduzione degli sprechi di indirizzi** abbiamo un **aumento di requisiti sui nodi di Internet** (ora essi devono "ricordare" la netmask per ogni blocco di indirizzi, e devono ricordare due righe al posto di una)

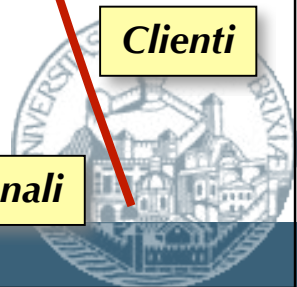
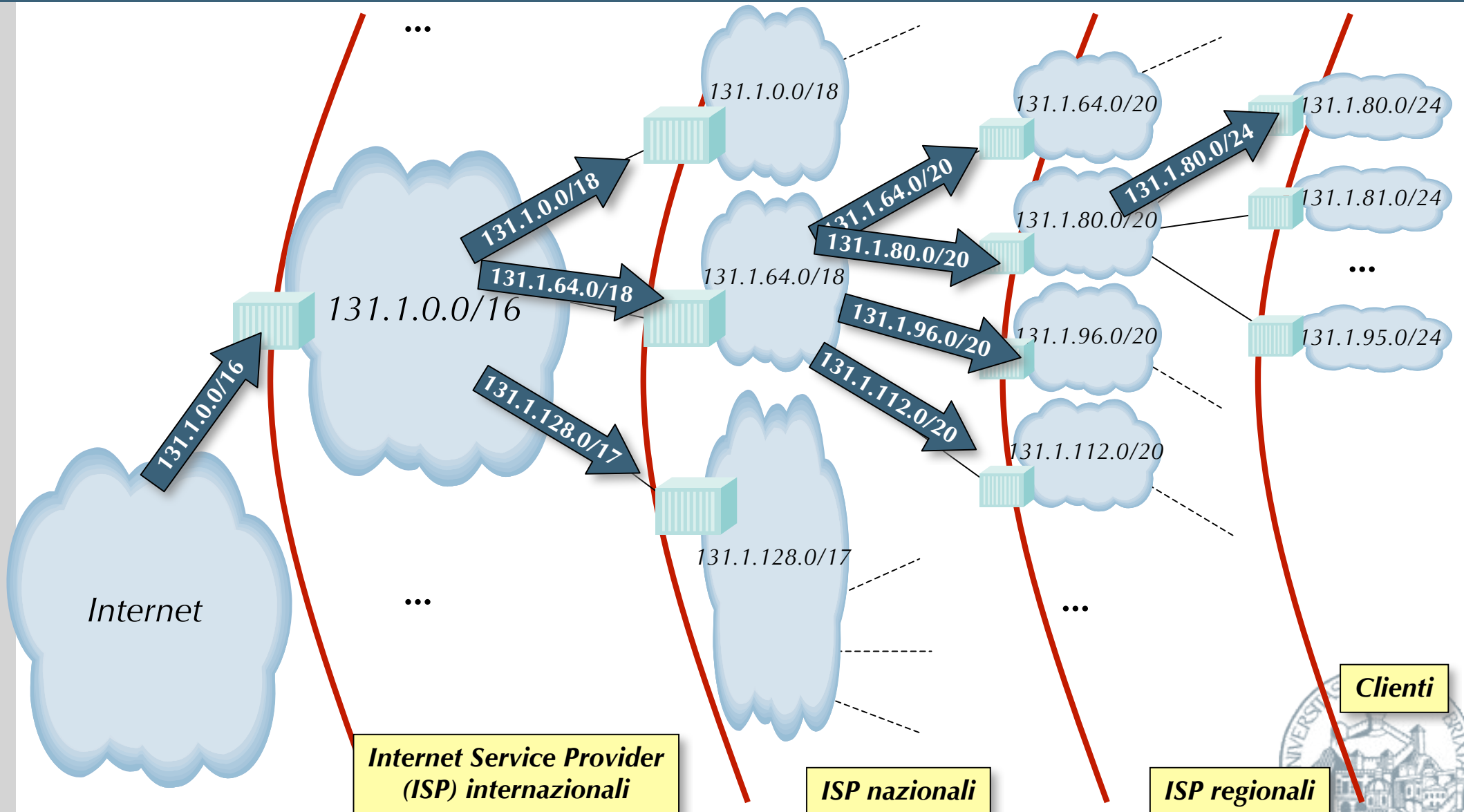


# CIDR: *supernetting*

- ❑ Per permettere la scalabilità del sistema, il CIDR introduce il concetto di **supernetting**: un insieme contiguo di blocchi di indirizzi (*subnet*) può essere identificato da una sola coppia *indirizzo/netmask-length*
- ❑ È possibile allocare alla *Esempio SpA* un blocco di indirizzi costituito da  $131.1.0.0/21$ , che rappresenta in maniera concisa le **quattro sottoreti** che compongono la sua rete ( $131.1.0.0/23$ ,  $131.1.2.0/23$ ,  $131.1.4.0/23$  e  $131.1.6.0/23$ )
- ❑ Naturalmente, una volta assegnato il blocco alla *Esempio SpA* essa potrà decidere di effettuare il subnetting come meglio ritiene opportuno
- ❑ **Nota 1**: nella figura, la *Esempio SpA* ha deciso di suddividere lo spazio in quattro sottoreti di uguale dimensione, tenendone una “di riserva”
- ❑ **Nota 2**: non è necessario, all’interno di un sito, che le sottoreti abbiano uguale dimensione



# Allocazione gerarchica dei blocchi CIDR: esempio



# CIDR: qualche nota

- ❑ Il *supernetting* permette di raggiungere un'alta efficienza sia per quello che riguarda la flessibilità di assegnamento degli indirizzi, sia per quello che riguarda la capacità di *riassumere* blocchi contigui di indirizzi in una sola coppia *indirizzo/netmask*
- ❑ Nel mondo pre-CIDR ai nodi di rete bastava analizzare un indirizzo (senza netmask) per scoprire se tale indirizzo facesse parte di reti direttamente connesse (consegna diretta) o no (consegna indiretta)
- ❑ Nel mondo post-CIDR tutti i nodi hanno bisogno di analizzare sia indirizzi che netmask
- ❑ Anche oggi si continua, erroneamente, ad indicare un indirizzo con netmask di 24 bit come un "*indirizzo di classe C*" (lo stesso vale per le altre ex-classi)



# Alcuni indirizzi speciali: indirizzi riservati

- ❑ Ogni sottorete, indipendentemente dalla netmask, ha 2 indirizzi riservati:
  - Il primo, ossia *netid/netmask*, come **identificatore della sottorete**. Non dovrete mai incontrare pacchetti IP che hanno questo tipo di indirizzi come sorgente o destinazione
  - L'ultimo, ossia (*netid & netmask + ~netmask*), come identificatore di **broadcast di sottorete**: un pacchetto indirizzato a questo tipo di indirizzi dovrà essere ricevuto e processato da tutte le stazioni che risiedono sulla sottorete identificata da *netid/netmask*
    - Gli indirizzi del tipo (*netid & netmask + ~netmask*) vengono anche detti di **broadcast remoto**
  - Questi indirizzi non possono essere usati per identificare nodi di rete
  - Esempio: 131.1.2.0/23, id di sottorete: 131.1.2.0, broadcast remoto: 131.1.3.255
- ❑ 255.255.255.255/32: broadcast locale = tutti i nodi sulla rete locale (stesso segmento data-link della sorgente del pacchetto)



# Alcuni indirizzi speciali: indirizzi riservati

- ❑ 0.0.0.0/32: indirizzo utilizzato durante il *boot*, quando il nodo non ha un indirizzo preconfigurato
  - Da utilizzarsi solo all'interno di una data rete locale
- ❑ 127.0.0.0/8: indirizzi di *loopback*
  - Ha senso solo all'interno di un nodo di rete
- ❑ 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16: indirizzi speciali, riservati alle reti private
  - Pacchetti che portano questo tipo di indirizzi come indirizzo sorgente o destinazione al di là delle reti locali dalle quali sono originati vengono di norma scartati
- ❑ 169.254.0.0/16: indirizzi *link-local*, validi per comunicare solo con nodi residenti sullo stesso segmento di livello 2

