



Marco Listanti

Strato di rete (parte 2)

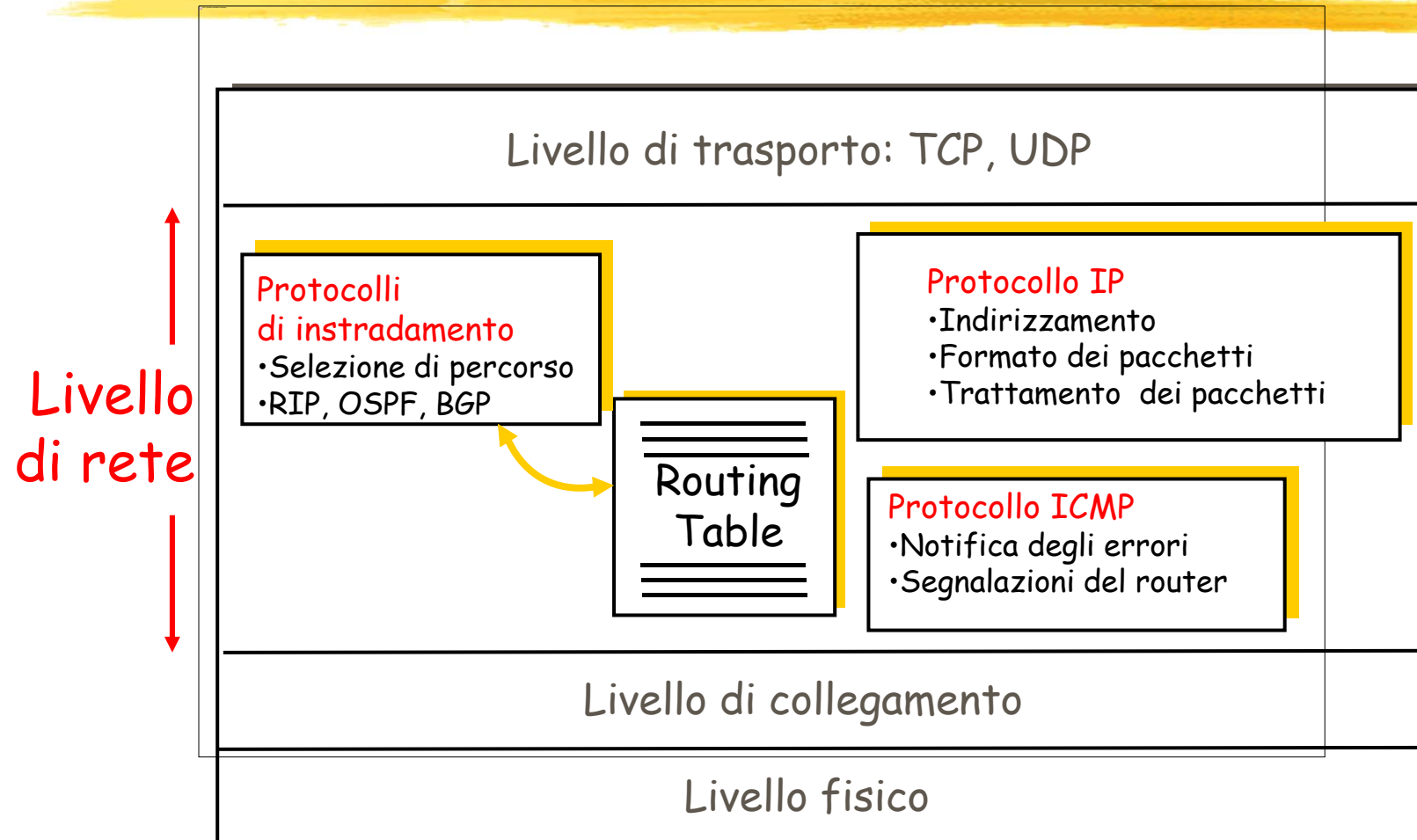
"Il protocollo IP"



Il protocollo IP



Architettura del protocollo IP





Architettura protocollare

- Il protocollo IP (RFC 791, 919, 922, 950, 1349)
 - è un protocollo di strato di rete
 - opera con modalità di trasferimento *senza connessione*
 - non fornisce alcuna garanzia sulla QoS (servizio "**best effort**")
- Il protocollo IP esegue le seguenti funzioni
 - definisce il formato dei pacchetti
 - la lunghezza massima di un pacchetto è di 2^{16} byte = 65536 byte
 - definisce lo schema di indirizzamento
 - definisce le modalità di instradamento dei pacchetti
 - esegue, se necessario, la frammentazione e il ri-assemblaggio delle unità dati



Architettura protocollare

■ Il protocollo ICMP (Internet Control Message Protocol)

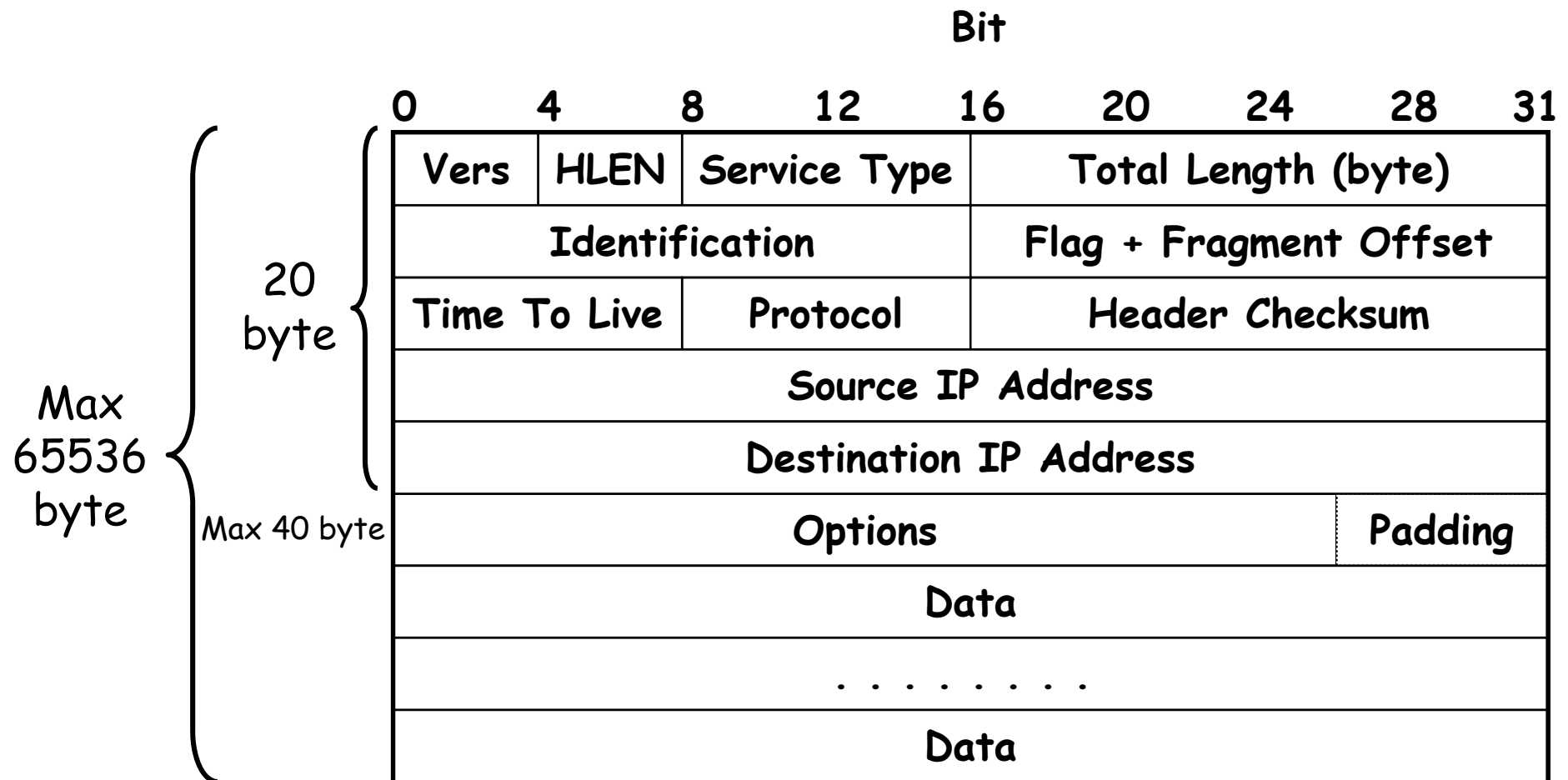
- è un protocollo senza connessione
- è orientato a
 - segnalare eventuali situazioni anomale
 - controllare il trasferimento (controllo di flusso di tipo On-Off)
 - comunicare alle sorgenti eventuali problemi (ad es. di indirizzamento)

■ Esempi:

- *Source Quench*: inviato dal destinatario, interrompe l'emissione di pacchetti del mittente;
- *Redirect*: il destinatario segnala al mittente di re-instradare il pacchetto verso un altro host;
- *Echo*: controlla se un possibile destinatario è attivo,
- *Destination Unreachable*: notifica il mittente la non-raggiungibilità di un host



Formato del pacchetto IPv4





Formato del pacchetto IP

■ Vers (4 bit)

- versione del protocollo, è possibile la coesistenza di più versioni di IP

■ Header Length (HLEN) (4 bit)

- lunghezza dell'intestazione (specificata in parole di 32 bit)
- comprende la parte fissa (20 byte) e la parte opzionale
- valore massimo: 60 byte

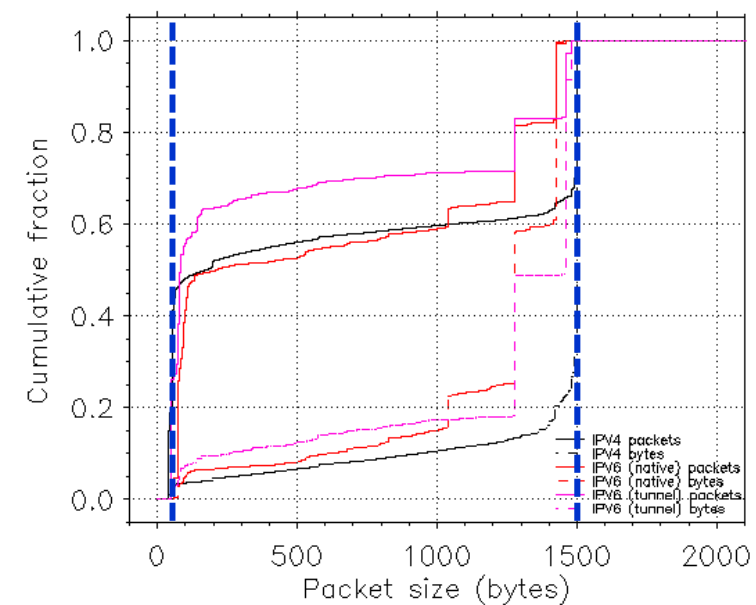
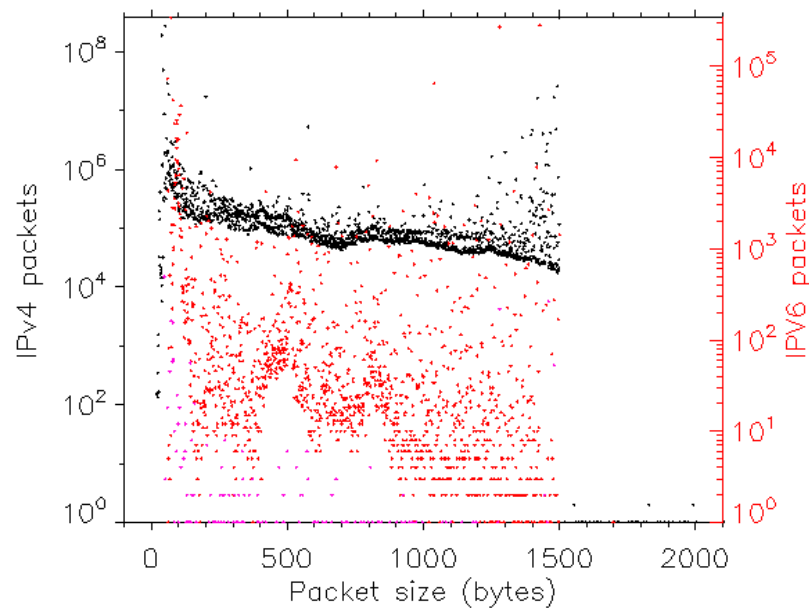
■ Total length (16 bit)

- lunghezza complessiva del pacchetto (specificata in byte)
- comprende la lunghezza dell'header e del payload
- valore massimo: 65536 byte



IP Packet Length Distribution (1)

- San Jose (CA-USA), link OC48 (2.5 Gbit/s), 18/10/2012



IPv4 1279288153 packets
IPv6 (native) 1653085 packets ($1.3 \times 10^{-1} \%$)
IPv6 (tunnel) 1886 packets ($1.5 \times 10^{-4} \%$)

850584546769 bytes
1050929010 bytes ($1.2 \times 10^{-1} \%$)
912532 bytes ($1.1 \times 10^{-4} \%$)



IP Packet Length Distribution (2)

■ Osservazioni

- ~ 40-50% dei pacchetti sono di lunghezza minima (40 byte - TCP ACK)
- ~ 20-30% dei pacchetti hanno lunghezza uguale alla lunghezza massima di una frame Ethernet (1500 byte)
- ~10-20% dei pacchetti hanno lunghezza uniformemente distribuita tra 100 e 1300 byte

■ Lunghezza media: 600-650 byte



Formato del pacchetto IP

■ Service Type (8 bit)

- specifica i parametri di qualità di servizio richiesti dall'utente per il pacchetto

■ Precedence (3 bit)

- indicano il livello di priorità del pacchetto
- in passato non sono stati utilizzati
- ora implementano i meccanismi DiffServ

Precedence			Delay	Thput	Reliab.	Cost	0
1	2	3	4	5	6	7	8



Formato del pacchetto IP

■ Service Type (8 bit)

■ Type Of Service (TOS) (4 bit)

- indicano il tipo di servizio richiesto per il pacchetto
- il servizio normale si ha se tutti i quattro bit sono a 0
- solo uno dei quattro bit può essere posto a 1

1 0 0 0	Minimize delay
0 1 0 0	Maximize Throughput
0 0 1 0	Maximize Reliability
0 0 0 1	Minimize Monetary Cost
0 0 0 0	Normal Service



Formato del pacchetto IP

- Ogni rete fisica ha un valore massimo di lunghezza della propria unità informativa
 - Maximum Transmission Unit - **MTU**
- La frammentazione di un pacchetto IP è necessaria se il valore della MTU nella sottorete fisica è inferiore alla lunghezza del pacchetto
 - Il valore minimo di una MTU è 68 byte
- La frammentazione è effettuata dal router/host prima del rilancio nella sottorete
- La ricomposizione del pacchetto originale è effettuata esclusivamente dall'host di destinazione



Formato del pacchetto IP

■ Identification (16 bit)

- numero identificativo del pacchetto da frammentare
- è assegnato dal processo sorgente

■ Flags (3 bit)

- X: non usato e posto a zero
- DF: Don't Fragment (0: frammentazione permessa; 1: frammentazione vietata)
- MF: More Fragment (0: ultimo frammento del pacchetto; 1: non è l'ultimo frammento)

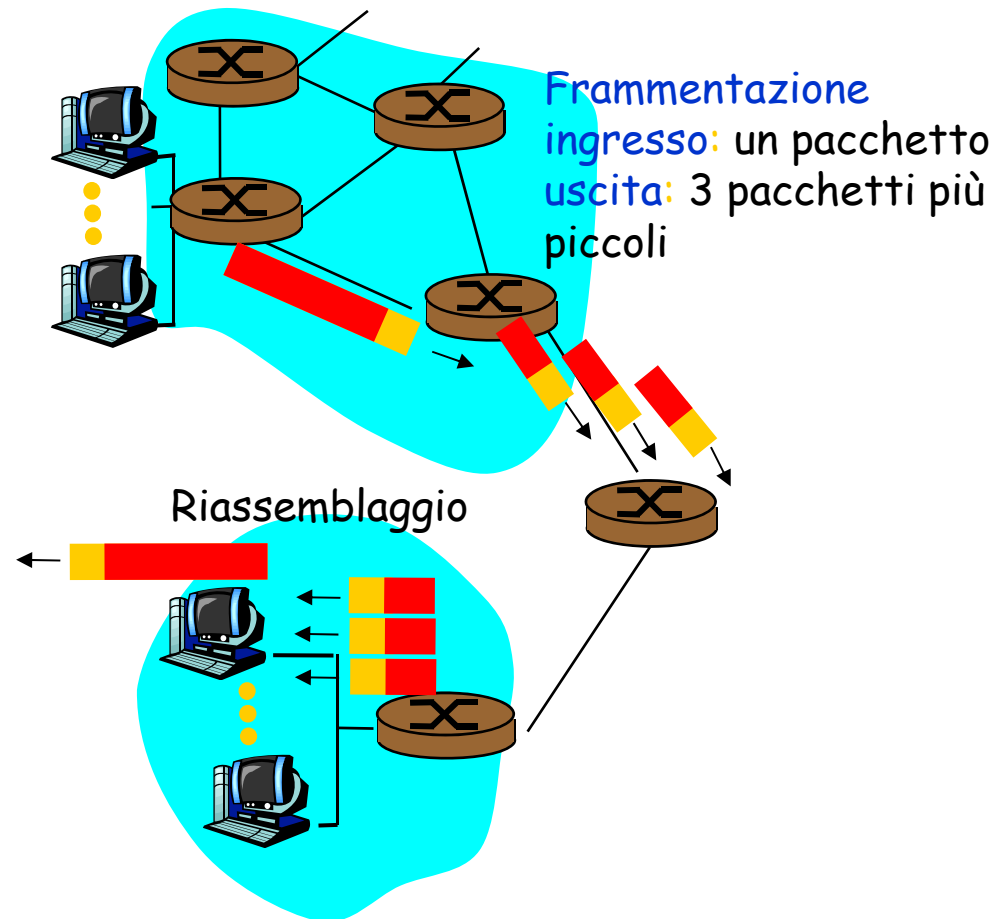
■ Fragment Offset (13 bit)

- posizione del frammento all'interno del pacchetto (espresso in unità di 8 byte) consente di valutare l'integrità del pacchetto
 - I byte di un pacchetto sono numerati a partire da 0



Frammentazione dei pacchetti IP

- L'unità massima di trasmissione (MTU) è la massima quantità di dati che un frame a livello di collegamento può trasportare
 - Differenti tipi di link, differenti MTU
- Pacchetti IP grandi vengono suddivisi ("frammentati") in pacchetti IP più piccoli
 - I frammenti saranno riassemblati solo una volta raggiunta la destinazione
 - I bit dell'intestazione IP sono usati per identificare e ordinare i frammenti





Frammentazione e riassetblaggio IP

Esempio

- Pacchetto = 4000 byte
- MTU = 1500 byte

	Lunghez. =4000	ID =x	Flag =0	Offset =0	
--	-------------------	----------	------------	--------------	--

Il pacchetto IP viene frammentato in pacchetti IP più piccoli

1480 byte nel campo dati

$$\text{Offset} = 1480/8$$

Hnew (20 byte)	Lunghez. =1500	ID =x	Flag =1	Offset =0	
Hnew (20 byte)	Lunghez. =1500	ID =x	Flag =1	Offset =185	
Hnew (20 byte)	Lunghez. =1040	ID =x	Flag =0	Offset =370	



Formato del pacchetto IP

■ Time To Live (TTL) (8 bit)

- indica il numero massimo di router che possono essere ancora attraversati dal pacchetto
- è inizializzato dall'host sorgente ed è decrementato di una unità da ogni router
- quando il valore del campo è nullo, il pacchetto è scartato e viene emesso un messaggio ICMP di notifica verso l'host sorgente

■ Protocol (8 bit)

- indica a quale protocollo dello stato superiore deve essere trasferito il contenuto informativo del pacchetto (es. TCP=6, UDP=17, ICMP=1)

■ Header Cecksum (16 bit)

- protegge solo l'intestazione del pacchetto
- se viene rivelato un errore il pacchetto è scartato



Formato del pacchetto IP

- Source Address (32 bit) e Destination Address (32 bit)
- Options (lunghezza variabile a multipli di 8 bit)
 - *Record Route Option* (RRO)
 - lista vuota di indirizzi IP, ogni router attraversato inserisce il suo indirizzo
 - *Timestamp Option*
 - come RRO con in più l'istante in cui il pacchetto attraversa ogni router
 - *Loose Source Routing Option* (LSRO)
 - specifica una lista di router che devono essere attraversati dal pacchetto
 - *Strict Source Route Option* (SSRO)
 - specifica tutti i router attraverso i quali deve transitare il pacchetto
- Padding
 - rende l'intestazione multipla di 32 bit mediante introduzione di zeri



Il protocollo ICMP



Internet Control Message Protocol (ICMP)

- Il protocollo ICMP (RFC 792, 950) consente ai router di inviare all'host sorgente informazioni riguardanti anomalie nell'elaborazione di un pacchetto
 - errori di instradamento
 - TTL scaduto
 - congestione eccessiva
- ICMP è una parte integrante di IP e deve essere incluso in ogni implementazione di IP
- Un messaggio ICMP è incapsulato nella parte dati di un pacchetto IP



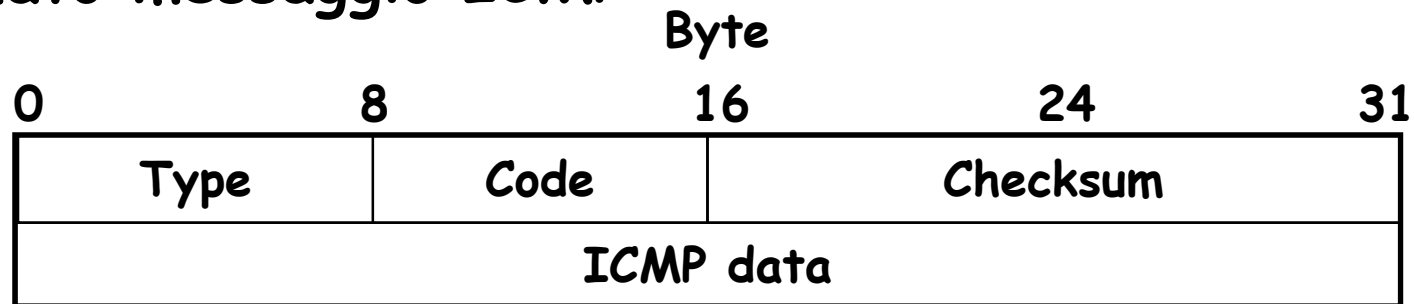
ICMP

- **ICMP ha lo scopo esclusivo di notificare errori all'host di origine**
 - ICMP non specifica le azioni che devono essere prese per rimediare ai malfunzionamenti
 - E' compito dell'host di origine decidere le azioni da intraprendere per correggere il problema
- **I messaggi ICMP non sono elaborati dai router intermedi**
- **Non vengono generati nuovi messaggi ICMP in seguito ad errori causati da pacchetti contenenti messaggi ICMP**
 - evita messaggi di errore relativi a messaggi di errore



ICMP

- Un messaggio ICMP si riferisce ad uno specifico pacchetto
- Un messaggio ICMP contiene l'indicazione del particolare pacchetto IP che ha generato l'errore
 - nel caso di frammentazione, un messaggio ICMP viene emesso solo per il frammento 0
- Formato messaggio ICMP





ICMP

- **Type (4 bit):** identificano il particolare messaggio ICMP

0	Echo replay	11	Time exceeded
3	Dest. Unreachable	13	Time stamp request
4	Source Quench	14	Time stamp replay
5	Redirect	17	Address mask req.
8	Echo	18	Address mask rep.

- **Code (4 bit)**

- contiene il codice di errore

- **Data**

- consente l'individuazione del pacchetto che ha causato l'errore
- contiene parte del pacchetto IP



ICMP

■ Redirect message

- se è emesso da un router significa che i successivi pacchetti emessi dall'host verso la rete dovranno essere indirizzati verso il router indicato nel messaggio ICMP
- causa una modifica della tabella di instradamento dell'host sorgente

■ Source quench

- se è emesso da un router intermedio indica che il router non ha buffer sufficiente per memorizzare il pacchetto
- se è emesso dall'host di destinazione indica che il pacchetto non è stato processato dall'host
- il messaggio è utilizzato dal TCP

■ Time exceeded

- indica che il TTL si è esaurito



ICMP

■ Echo e Echo replay

- sono utilizzati per stabilire l'attività di un elemento di un host

■ Destination unreachable

- indica che l'instradamento di un pacchetto non è stato completato

■ Time Stamp Request e Time Stamp Replay

- sono utilizzati per effettuare misure di prestazioni (es. ritardi di transito)

■ Address mask request e Address mask replay

- sono usati per determinare la maschera della sotto-rete a cui è connesso un host
- sono usati da host molto semplici (diskless) dopo aver individuato il proprio indirizzo con il protocollo RARP



Ping

- **Si utilizza per verificare**
 - l'installazione della pila TCP/IP
 - l'attività di un host
 - il tempo di transito tra host sorgente e host destinazione
- **utilizza i messaggi ICMP Echo e Echo Replay**



Traceroute

- Il programma invia una serie di pacchetti IP alla destinazione
 - Il primo con TTL = 1
 - Il secondo con TTL=2, ecc.
 - Numero di porta qualsiasi
- Quando l'n-esimo pacchetto arriva all'n-esimo router
 - Il router scarta il pacchetto
 - Invia all'origine un messaggio di allerta ICMP (tipo 11, codice 0)
 - Il messaggio include il nome del router e l'indirizzo IP
- Quando il messaggio ICMP arriva, l'origine può calcolare RTT
- Traceroute lo fa per 3 volte
- **Criteri di arresto dell'invio**
 - Quando un segmento UDP arriva all'host di destinazione
 - L'host di destinazione restituisce un messaggio ICMP di porta non raggiungibile (tipo 3, codice 3).
 - Quando l'origine riceve questo messaggio ICMP, si blocca

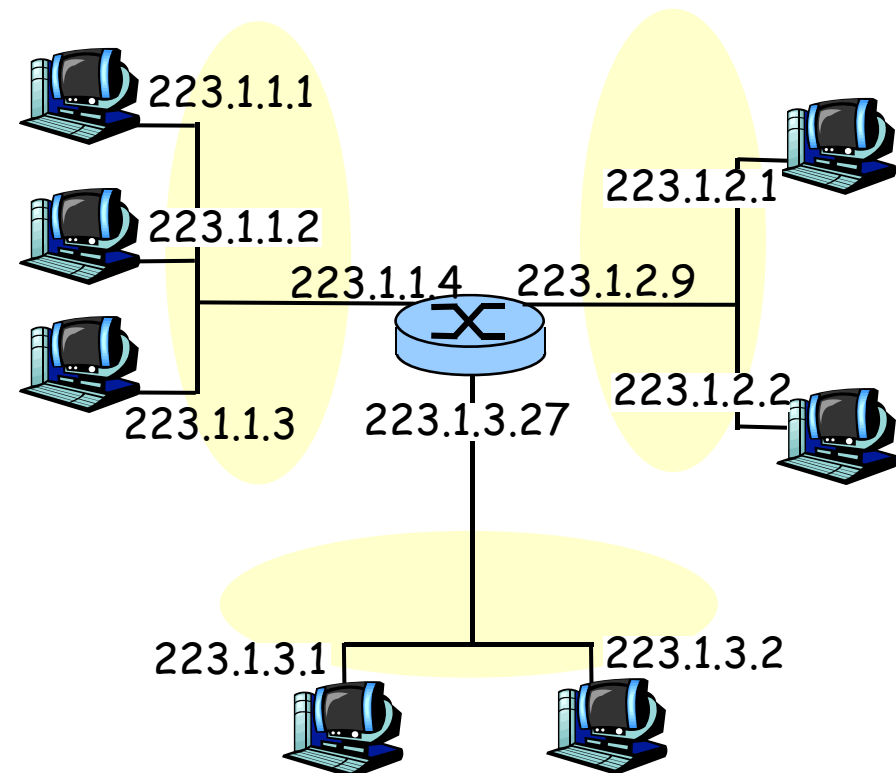


Indirizzamento in IPv4



Indirizzamento IP

- Un indirizzo IP (IP Address) identifica un'interfaccia di rete
 - se un host è connesso a più di una rete (multi-homed) avrà un indirizzo IP per ogni interfaccia
 - Un router ha tanti indirizzi IP quanto sono le interfacce di rete che gestisce
- Un indirizzo IP pubblico è unico in tutta Internet
 - ha una lunghezza di 32 bit






Schema di indirizzamento

■ Notazione numerica

- l'indirizzo è espresso da una stringa di 32 bit

■ Notazione "dotted"

- ogni gruppo di 8 bit della notazione numerica è sostituito dall'equivalente numero decimale

Notazione Numerica	10010111	01100100	00001000	00010010
				
Notazione Dotted	151. 100. 8. 18			

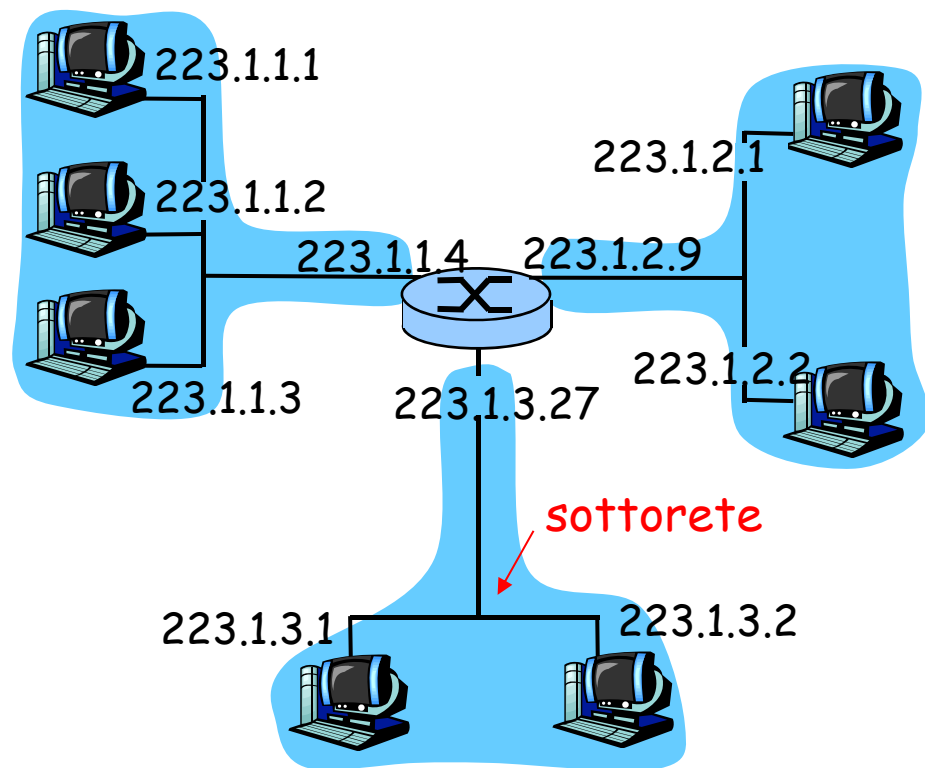


Indirizzamento IP

- Una **sottorete** è una rete isolata i cui punti terminali sono collegati a interfacce di host o di router

- Esempio: LAN

- Una sottorete è anche detta **rete IP**

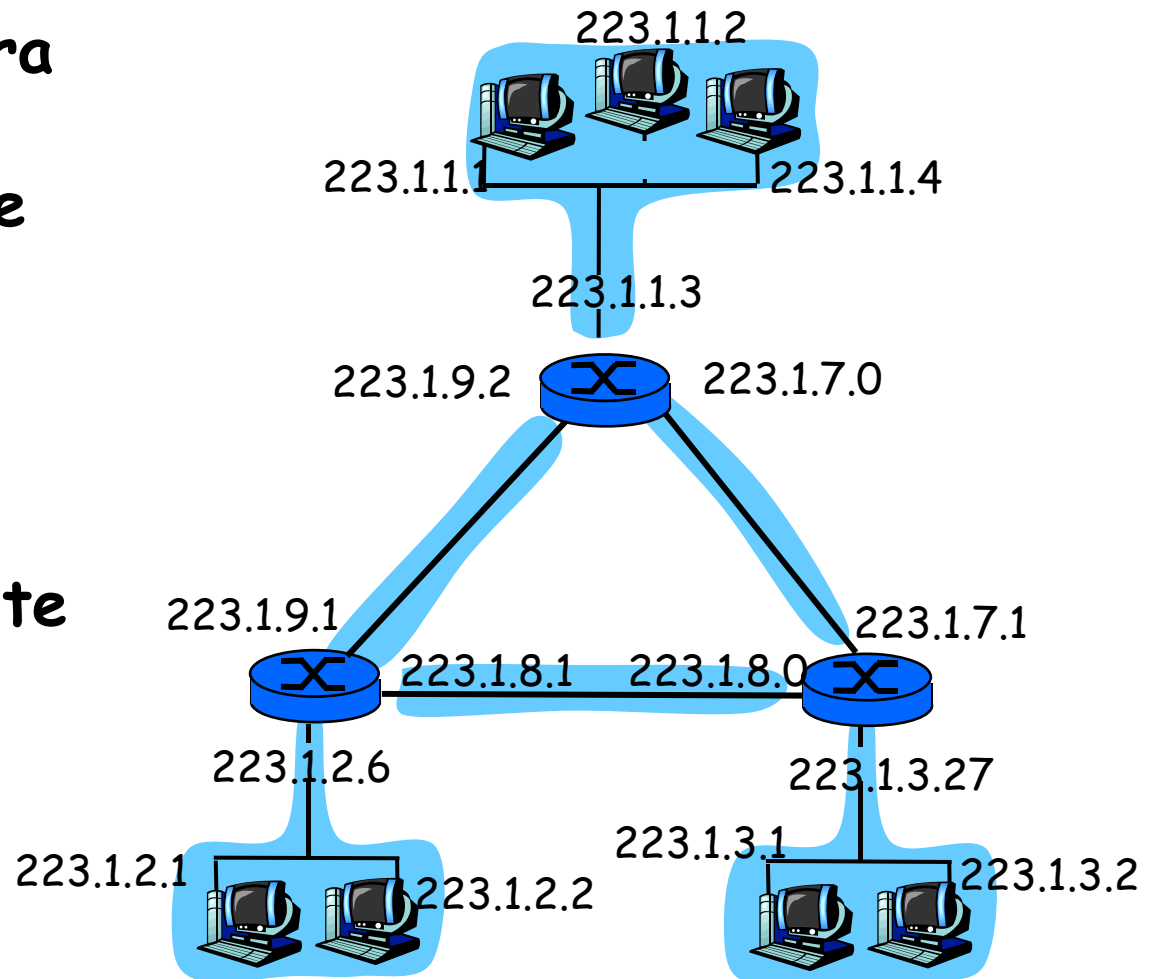


rete composta da 3 sottoreti



Indirizzamento IP

- Un link diretto tra due router è una sottorete con due interfacce
- Quante sottoreti compongono la rete IP mostrata in figura ?





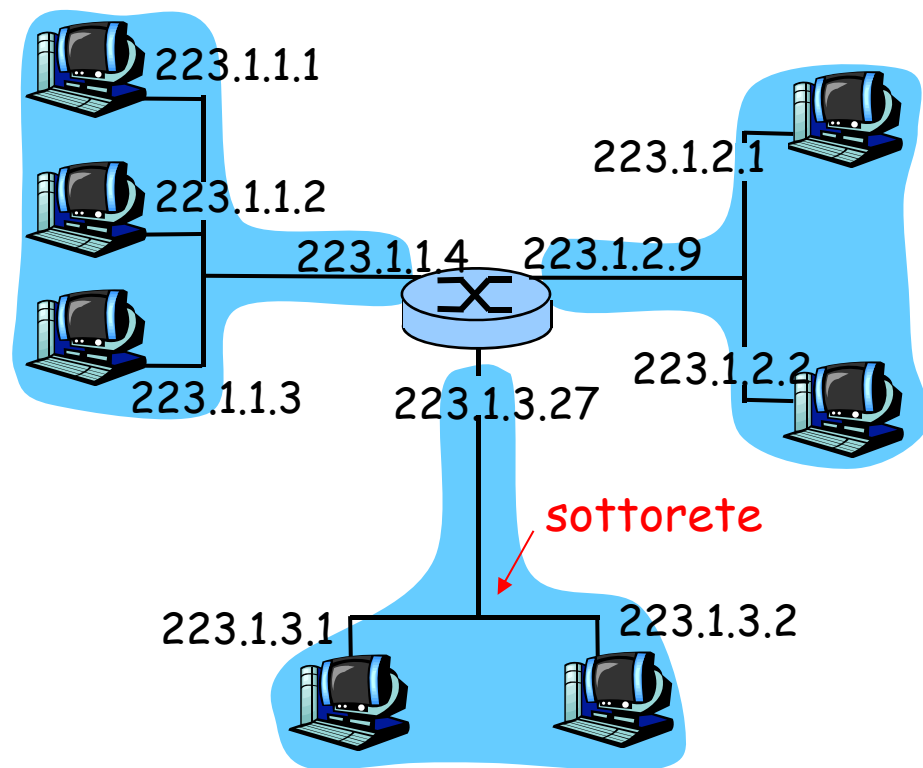
Indirizzamento IP

- Un indirizzo IP è formato da due parti

- **Net_Id**: identificativo di sotto-rete (**prefisso**)
- **Host_Id**: identificativo di host all'interno della sotto-rete

IP_Address = Net_Id . Host_Id

- La divisione tra Net_Id e Host_Id non è fissa
- Una **sottorete** è una rete isolata i cui punti terminali sono collegati all'interfaccia di un host o di un router

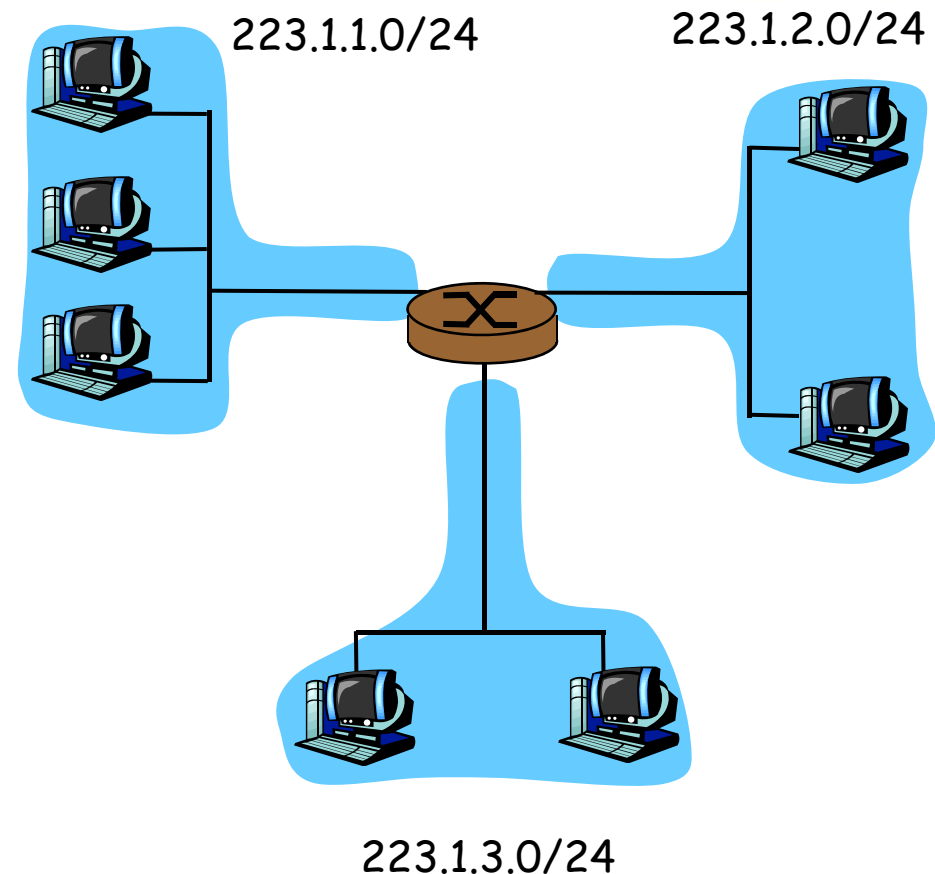


rete composta da 3 sottoreti



Concetto di prefisso di sottorete

- Una sottorete è identificata da un **prefisso (Net_Id)**
 - parte dell'indirizzo IP identica per tutte le interfacce che appartengono alla sottorete
 - Gli indirizzi IP delle interfacce di una stessa sottorete sono caratterizzati dallo stesso prefisso
 - Un indirizzo IP è quindi formato da due parti
 - **Prefisso (Net_Id)**: identificativo di sotto-rete
 - **Host_Id**: identificativo di host all'interno della sotto-rete
- IP_Address = Net_Id . Host_Id**
- La divisione tra Net_Id e Host_Id non è fissa



Maschera di sottorete: /24



Schema di indirizzamento "Classful"

- In origine (1981, RFC 1166) le sottoreti erano divise in classi
 - la classe era individuata dai bit iniziali dell'indirizzo
 - i prefissi (Net_Id) di sottorete avevano lunghezza fissa

Classe	Bit iniziali	Net_Id	Host_Id	"Reti" disponibili	"Host" disponibili
A	0	7 bit	24 bit	128	16.777.216
B	10	14 bit	16 bit	16384	65.536
C	110	21 bit	8 bit	2.097.152	256
D	1110	Indirizzo multicast: 28 bit Indirizzi possibili: 268.435.456			
E	11110	Riservata per usi futuri: 27 bit Indirizzi possibili: 134.217.728			



Schema di indirizzamento "Classful"

■ Classi di indirizzi IP

	0	8	16	24	31
Classe A	0	Net_Id	Host_Id		
Classe B	1	0	Net_id	Host_Id	
Classe C	1	1	0	Net_Id	Host_Id
Classe D	1	1	1	0	Multicast Address
Classe E	1	1	1	1	0 Reserved



Convenzioni speciali

- Se un host si muove dalla rete in cui si trova, il suo indirizzo deve essere cambiato

- Supporto della mobilità: protocollo Mobile IP

- **Convenzioni speciali**

Questo host (fase di boot)

Tutti "0"

Host nella rete locale

Tutti "0"

Host_Id

Broadcast sulla rete locale

Tutti "1"

Broadcast sulla rete Net_Id

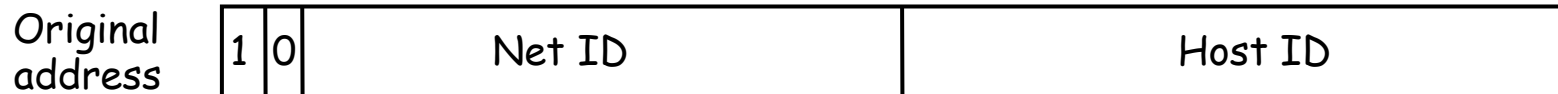
Net_Id

Tutti "1"



Subnetting

- La struttura di indirizzamento a due livelli gerarchici era sufficiente nella fase iniziale di Internet
- Nel 1984 è stato aggiunto un terzo livello gerarchico
 - il livello di Sottorete (Subnet)
- Si utilizzano alcuni bit dell'Host_Id per codificare il Subnet_Id





Subnetting

- I campi Net.Id, Subnet_Id è identificato da una maschera denominata "**Subnet Mask**"
- Una Subnet Mask è una parola di 32 bit in cui
 - i bit uguali a "1" identificano i bit del Net_Id e del Subnet_Id
 - i bit uguali a "0" identificano i bit dell'Host_Id
- La Subnet_Id ha significato solo nel router a cui sono connesse le sottoreti

IP address	1	0	Net ID						Subnet ID						Host ID					
------------	---	---	--------	--	--	--	--	--	-----------	--	--	--	--	--	---------	--	--	--	--	--

Subnet Mask	1	1	1	1	1	1	1	1	...						1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



- The diagram illustrates the structure of a 32-bit IP address and its corresponding 32-bit Subnet Mask. The IP address is divided into four octets: 0, Net_id (8 bits), Host_id (16 bits), and 32. The Subnet Mask is shown as a sequence of 32 bits, with the first 24 bits set to 1 and the last 8 bits set to 0. The mask is labeled "Subnet Mask" on the left.

- numero massimo di sottoreti possibili = $2^{18} = 262.142$
- numero massimo di host per sottorete = $2^6 - 2 = 62$



Subnetting a lunghezza variabile

- Le sotto-reti di una rete usano maschere diverse

- Consente di gestire reti di dimensione diversa

- Esempio:

- Router con un indirizzo di classe C

- 193.214.32.0

- 5 Sottoreti

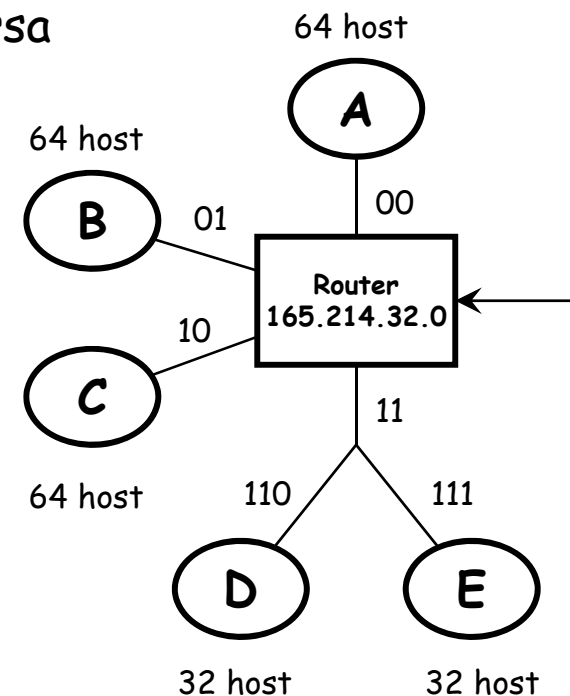
- Subnet A, Subnet B, Subnet C: 50 host

- Subnet D, Subnet E: 30 host

- Subnetting

- 3 sottoreti con 64 host ciascuna (Host_id: 6 bit)
(subnet mask 255.255.255.192)

- 1 sottorete divisa in due ulteriori sottoreti con 32 host ciascuna (Host_id: 5 bit)
(subnet mask 255.255.255.224)



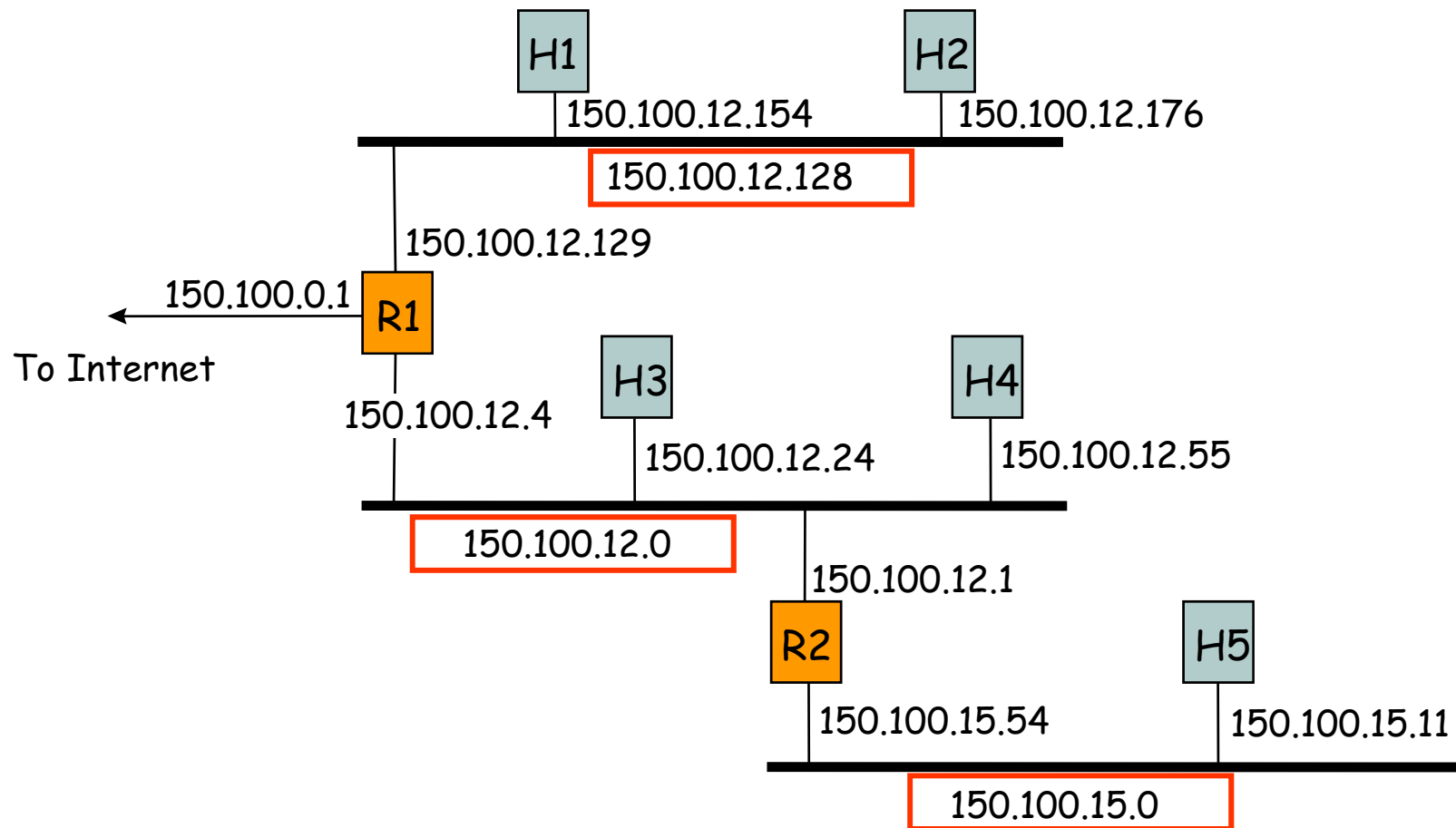


Esempio subnetting

- Un provider ha un indirizzo di classe B (Host Id = 16 bit) con Net_Id = 150.100.0.0
- Si devono creare sottoreti con un numero massimo di 100 host ciascuna
 - 7 bit sufficienti per ciascuna sottorete
 - $16 - 7 = 9$ bit per il Subnet_Id
- Si applicano le subnet mask per individuare la sottorete
 - Esempio: trovare la sottorete per 150.100.12.176
 - IP address = 10010110 01100100 00001100 10110000
 - Mask = 11111111 11111111 11111111 10000000
 - Subnet = 150.100.12.128
 - L'indirizzo di sottorete è usato dai router del provider



Subnetting a lunghezza variabile





Routing in reti IP



Routing in reti IP

- Sia gli host che i router hanno una **Tabella di Routing** (Routing table)
- **Host origine**
 - Se la destinazione è sulla stessa rete, il pacchetto è emesso direttamente usando l'interfaccia di rete
 - La frame in cui viene incapsulato il pacchetto conterrà l'indirizzo MAC della destinazione
 - Se la destinazione non è nella stessa rete, il pacchetto è inviato al **default router**
 - La frame in cui viene incapsulato il pacchetto conterrà l'indirizzo MAC del router
- **Router**
 - Esamina l'indirizzo IP di destinazione (IP destination address) nel pacchetto entrante
 - Se la destinazione è su una delle reti a cui è connesso il router, il pacchetto è emesso direttamente usando l'interfaccia di rete
 - Se la destinazione non è su una delle reti a cui è connesso il router, il router accede alla routing table per determinare il next-hop verso cui inoltrare il pacchetto



Routing Table

■ Ogni riga contiene

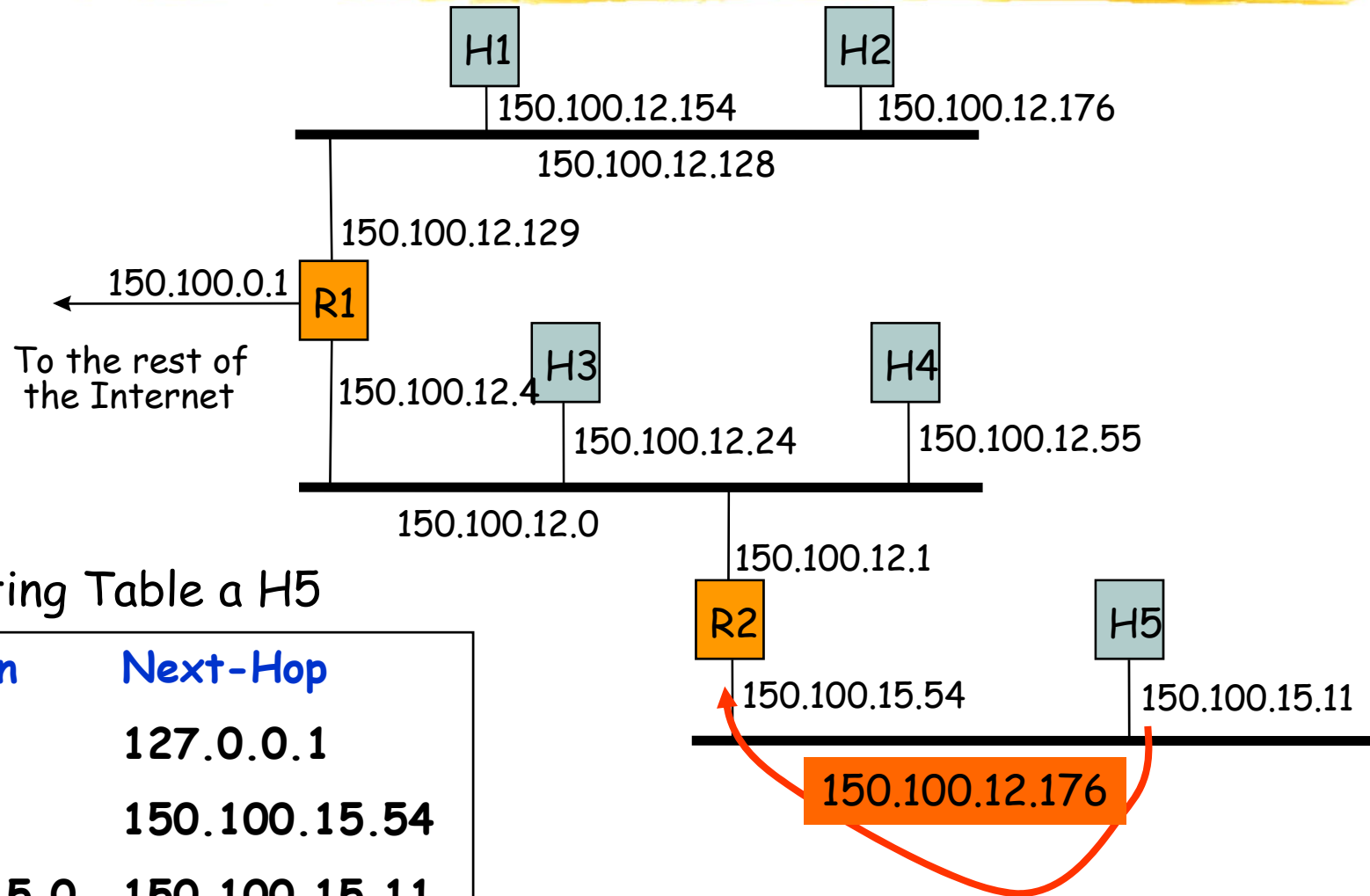
- Destination IP address
- IP address del next-hop router
- Identificatore della porta di uscita
- Informazioni statistiche

■ Criteri di ricerca e relative azioni

1. Destination address completo
2. Destination Net_ID (prefisso)
3. Default router
4. Altrimenti "Declare packet undeliverable"
 - emissione di un pacchetto ICMP "host unreachable error" verso l'host mittente



Esempio: H5 emette un pacchetto verso H2

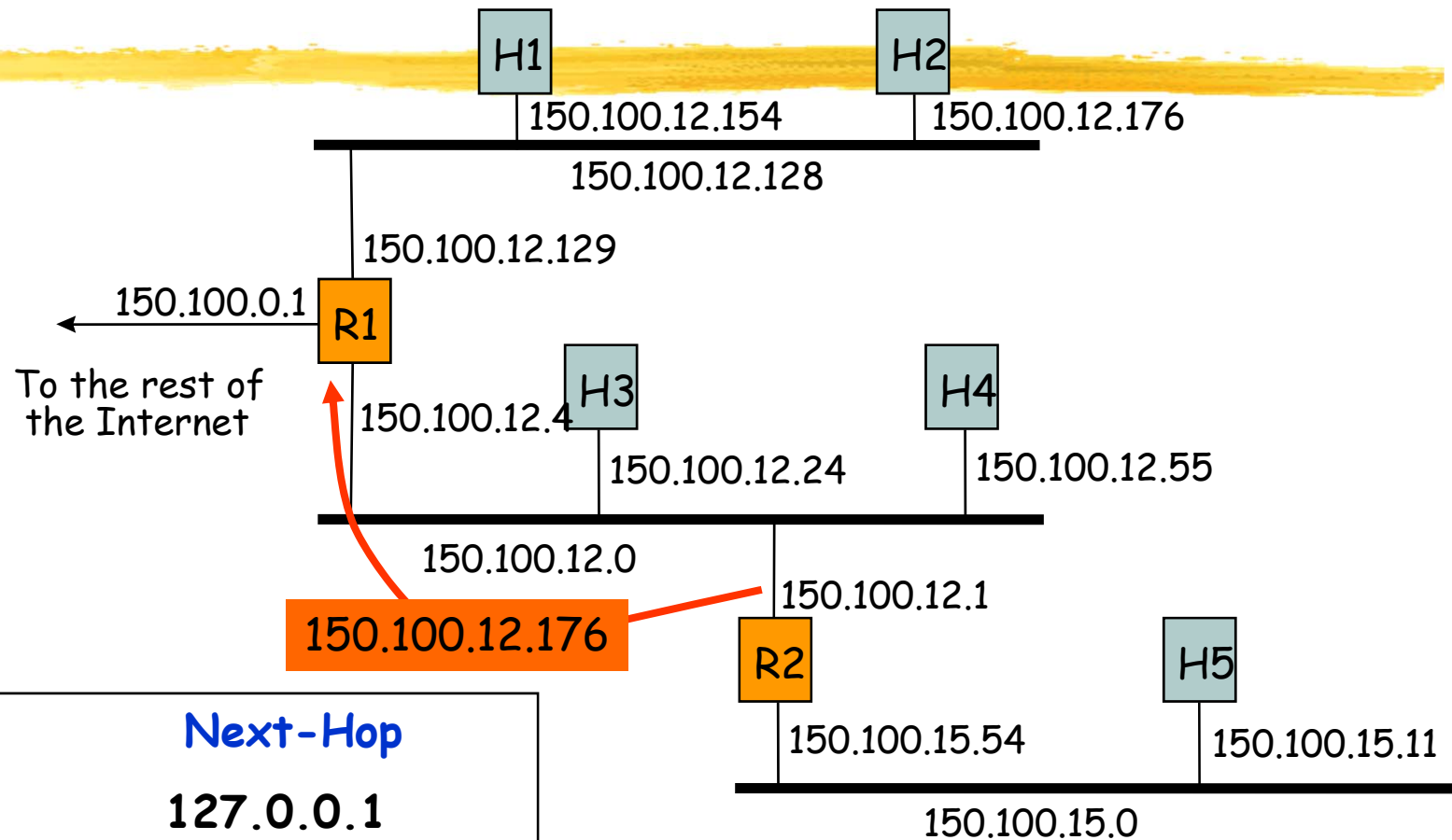


Routing Table a H5

Destination	Next-Hop
127.0.0.1	127.0.0.1
default	150.100.15.54
150.100.15.0	150.100.15.11



Esempio: H5 emette un pacchetto verso H2

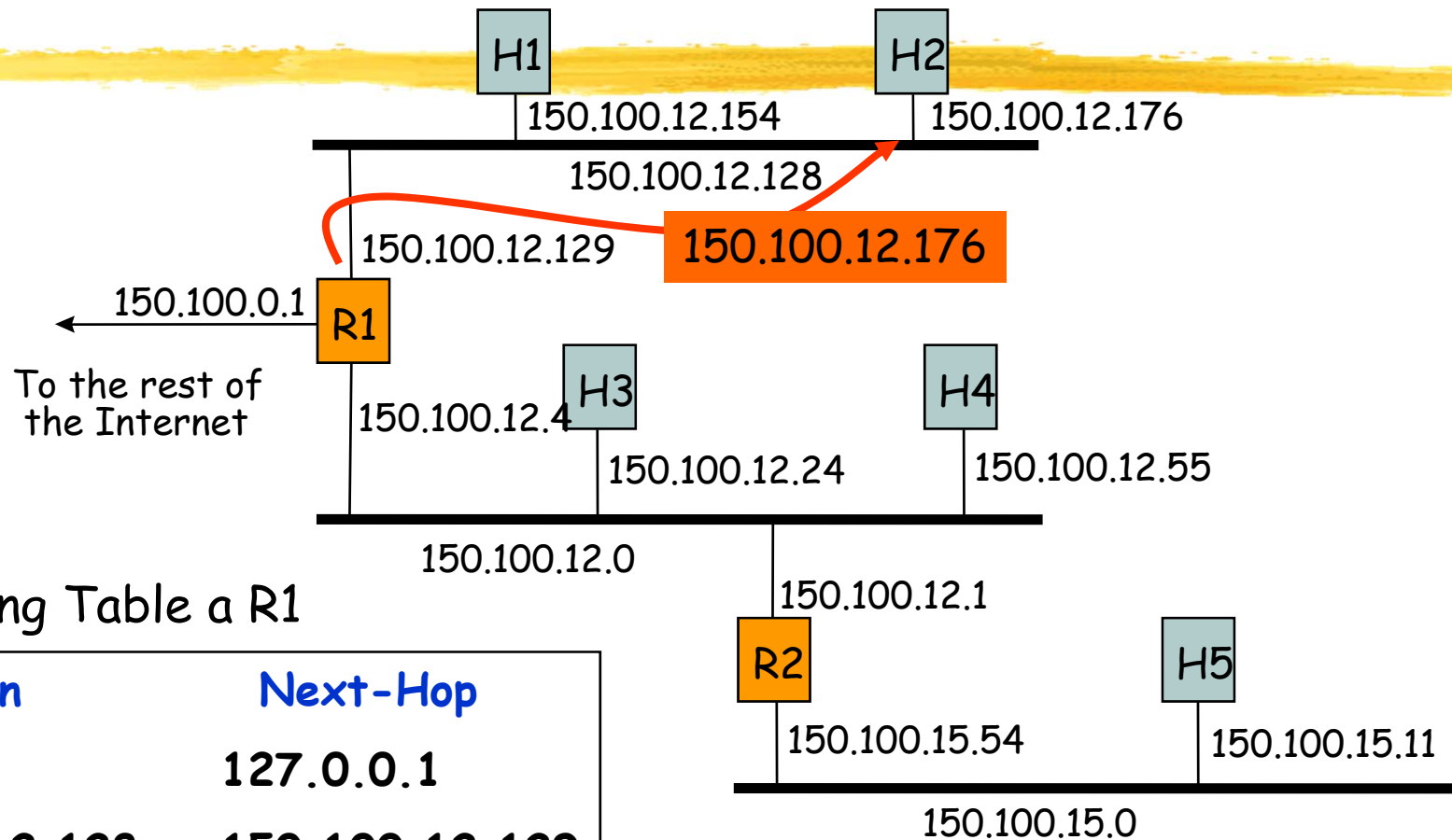


Destination	Next-Hop
127.0.0.1	127.0.0.1
default	150.100.12.4
150.100.15.0	150.100.15.54
150.100.12.0	150.100.12.1

Routing Table
a R2



Esempio: H5 emette un pacchetto verso H2



Routing Table a R1

Destination	Next-Hop
127.0.0.1	127.0.0.1
150.100.12.128	150.100.12.129
150.100.12.0	150.100.12.4
150.100.15.0	150.100.12.1



Classless Inter Domain Routing CIDR



Problemi dell'indirizzamento IP

- **Nel 1990, sono apparsi chari due prolemi**
 - Gli indirizzi IP erano in via di esaurimento
 - Le tabelle di routing stavano crescendo di dimensione
- **Esaurimento degli indirizzi IP**
 - la struttura Classful era inefficiente
 - Indirizzi di Classe B troppo grandi per la maggior parte delle organizzazioni
 - Indirizzi di Classe C troppo piccoli
 - Con la frequenza di allocazione di indirizzi di Classe B se ne prevedeva l'esaurimento entro il 1994
- **Dimensione delle IP routing table**
 - la crescita del numero di reti IP si rifletteva nella crescita del numero di entry delle tabelle di routing
 - Dal 1991 al 1995, la dimensione delle routing table raddoppiava ogni 10 mesi
 - Aumento del tempo di processing e della dimensione dell'pegno di memoria
- **Soluzione Short-term**
 - Classless Interdomain Routing (CIDR), RFC 1518
 - New allocation policy (RFC 2050)
 - Uso di indirizzi Privati per le Intranet
- **Long-term solution**
 - Aumento dello spazio di indirizzamento (IPv6, indirizzi a 128 bit)



Classless Inter Domain Routing (CIDR)

- CIDR è stato ideato per
 - rendere più efficiente l'impiego dello spazio di indirizzamento di IP
 - diminuire la complessità delle tabelle di instradamento nei router
- Ad una rete è assegnato un certo numero di blocchi contigui di indirizzi (**Supernetting**)
 - la rete sarà caratterizzata da un unico *prefisso* (insieme dei bit più significativi)
 - la rete sarà individuata nei router solo dal suo *prefisso*
- Un insieme di reti caratterizzato da blocchi di indirizzi contigui sarà identificato da un unico prefisso



Address Allocation Policy

- Indirizzi di Classe A e B sono assegnati solo in caso di dimostrata necessità
- Sono assegnati blocchi consecutivi di classe C (fino a 64 blocchi)
 - Tutti gli IP addresses hanno un common **prefix**
 - La lunghezza del prefisso può essere arbitraria
- La metà inferiore degli indirizzi di classe C è assegnata su base geografica

Address Requirement	Address Allocation
< 256	1 Class C
256< , <512	2 Class C
512< , <1024	4 Class C
1024< , <2048	8 Class C
2048< , <4096	16 Class C
4096< , <8192	32 Class C
8192< , <16384	64 Class C



CIDR

■ Pianificazione geografica degli indirizzi di classe C

Multiregional	192.0.0	193.255.255
Europe	194.0.0	195.255.255
Others	196.0.0	197.255.255
North America	198.0.0	199.255.255
Central/South America	200.0.0	201.255.255
Pacific Rim	202.0.0	203.255.255
Others	204.0.0	205.255.255
Others	206.0.0	207.255.255

■ Tutte le reti appartenenti ad una regione geografica sono identificate dagli stessi 7 bit di prefisso

■ Esempio: Europa

■ da 194 = 11000010 0 a 195 = 11000011 1



Supernetting

■ Esempio: 150.158.16.0/20

- IP Address (150.158.16.0); lunghezza della maschera (20)
- IP add = 10010110 10011110 00010000 00000000
- Mask = 11111111 11111111 11110000 00000000
- Contiene 16 blocchi di Classe C
- Da 10010110 10011110 00010000 00000000
 - 150.158.16.0
- Fino a 10010110 10011110 00011111 00000000
 - 150.158.31.0



Classless Inter-Domain Routing

- **Il CIDR rallenta la crescita della dimensione delle Routing Table**
 - Una rete è rappresentata da un prefisso e da una maschera
 - Pre-CIDR: Una rete con 16 blocchi di classe C contigui richiedeva 16 entry
 - Post-CIDR: Una rete con 16 blocchi di classe C contigui richiedeva 1 entry
- **L'instradamento è effettuato in base al prefisso**
 - Un entry di una Routing table entry contiene <IP address, network mask>
 - Esempio: 192.32.136.0/21
 - 11000000 00100000 10001000 00000001 min address
 - 11111111 11111111 11111--- ----- mask
 - 11000000 00100000 10001--- ----- IP prefix
 - 11000000 00100000 10001111 11111110 max address
 - 11111111 11111111 11111--- ----- mask
 - 11000000 00100000 10001--- ----- same IP prefix



CIDR

■ Esempio 1

- Assegnazione degli indirizzi nel Nord America
 - CIDR mask per il North America = 198.0.0.0/7
- Ad un grande Internet Service Provider (ISP) sono assegnati 2048 blocchi di indirizzi di classe C
 - da 198.24.0.0 (11000110.00011000.00000000.0)
 - a 198.31.255.0 (11000110.00011111.11111111.0)
 - CIDR mask per il grande ISP = 198.24.0.0/13
- Un piccolo ISP locale richiede al grande ISP 16 blocchi di indirizzi di classe C
 - da 198.24.16.0 (11000110.00011000.00010000.0)
 - a 198.24.31.0 (11000110.00011000.00011111.0)
 - CIDR mask per il piccolo ISP locale = 198.24.16.0/20



CIDR

■ Esempio 2

■ Assegnazione degli indirizzi in Europa

- CIDR mask per l'Europa = 194.0.0.0/7

■ Ad una organizzazione sono assegnati 2048 indirizzi di classe C

- da 194.32.136.0 (11000010.00100000. 10001000.0)

- a 194.32.143.0 (11000010. 00100000.10001111.0)

- CIDR mask per il grande ISP = 194.32.136.0/21

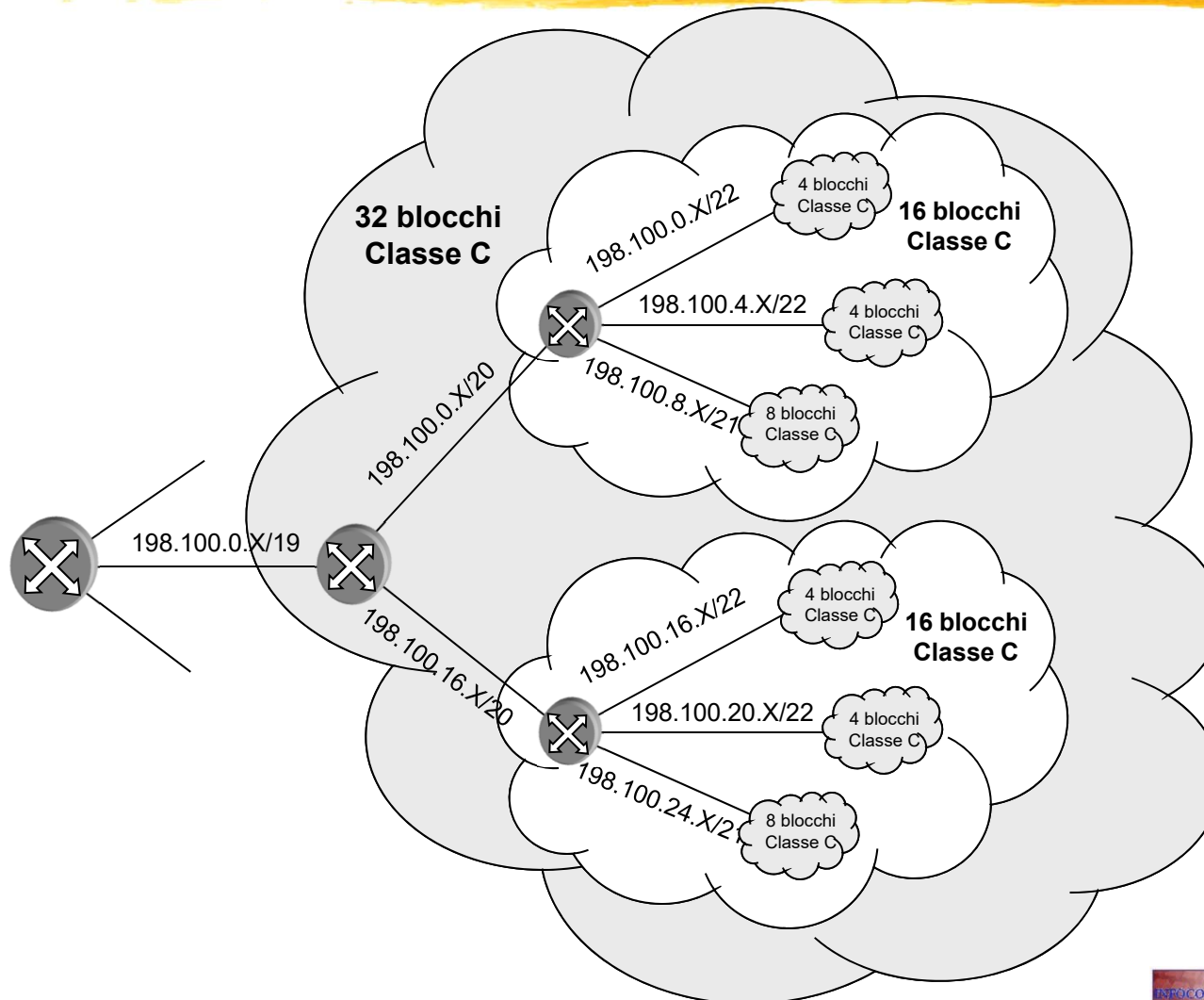


CIDR Allocation Principles (RFC 1518-1520)

- L'assegnazione degli IP address riflette la topologia fisica della rete
- La topologia di rete segue i confini continentali e nazionali
 - Gli indirizzi IP devono essere assegnati su questa base
- I domini di transito (TRD) hanno un prefisso IP unico
 - Trasportano traffico tra domini terminali
 - la maggior parte dei domini terminali sono single-homed: connessi ad un solo TRD
 - A tali domini sono assegnati indirizzi con lo stesso prefisso del TRD
 - Tutte le reti connesse ad un TRD sono aggregate in un solo entry delle tabelle di routing (BGPv4, RFC 1520)



CIDR





Longest Prefix Matching

- In una routing table una Super rete può essere rappresentata da un unico elemento corrispondente al suo prefisso
- Per ogni pacchetto entrante, un router sceglie l'instradamento verso la direzione corrispondente al **prefisso di lunghezza maggiore**



Longest Prefix Matching

■ Instradamento

- indirizzo 198.15.7.3
- indirizzo 198.15.7.4

■ 198.15.7.3

- porta 1: matching prefisso 16
- porta 7: matching prefisso 24
- porta 4: matching prefisso 32

■ 198.15.7.4

- porta 1: matching prefisso 16
- porta 7: matching prefisso 24
- porta 4: no matching

Tabella di instradamento

Prefix	Porta d'uscita
198.15.0.0/16	1
198.15.7.0/24	7
198.15.7.3/32	4

198.15.7.3 \Rightarrow porta 4

198.15.7.4 \Rightarrow porta 7



Longest Prefix Matching

