





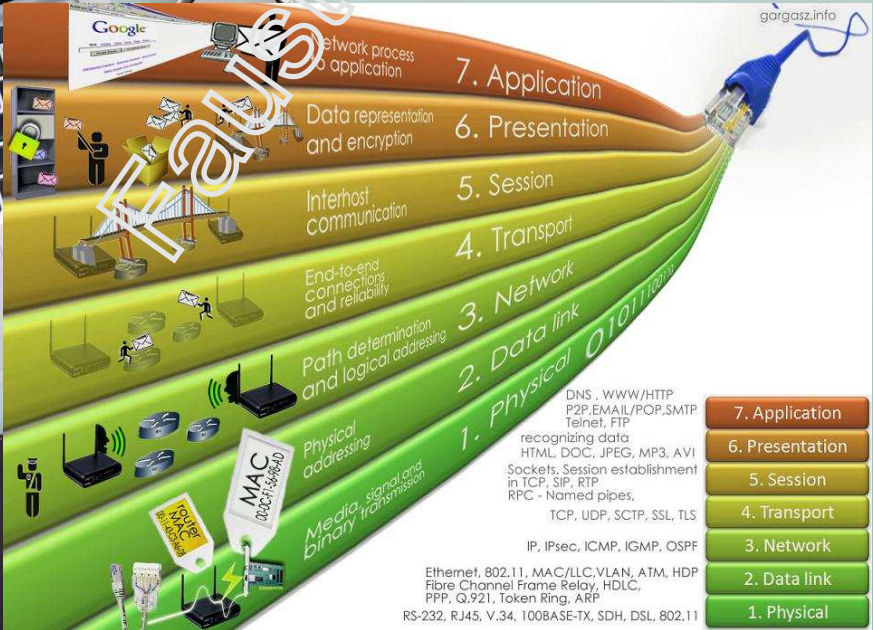
UNIVERSITÀ
DI CAMERINO

PF30-PF60 Didattica e Laboratorio di Reti di Elaboratori Lezione -2-

Fausto Marcantoni
fausto.marcantoni@unicam.it

1

Stratificazione protocollare (Protocol "Layering")



Network process and application	7. Application	DNS, WWW/HTTP, P2P, EMAIL/POP, SMTP, Telnet, FTP
Data representation and encryption	6. Presentation	recognizing data, HTML, DCC, JPEG, MP3, AVI
Interhost communication	5. Session	Sockets, Session establishment in TCP, SIP, RTP, RPC - Named pipes
End-to-end connections and reliability	4. Transport	TCP, UDP, SCTP, SSL, TLS
Path determination and logical addressing	3. Network	IP, IPsec, ICMP, IGMP, OSPF
Physical addressing	2. Data link	Ethernet, 802.11, MAC/LLC, VLAN, ATM, HDP, Fibre Channel Frame Relay, HDLC, PPP, Q.921, Token Ring, ARP
Media, signal and binary transmission	1. Physical	RS-232, RJ45, V.34, 100BASE-TX, SDH, DSL, 802.11

2

Fausto Marcantoni

Stratificazione protocollare (Protocol "Layering")



Domanda:
Come organizzare la struttura della rete?

Le reti sono complesse!

- Molti elementi:
 - host
 - router
 - link fisici dalle caratteristiche diverse
 - applicazioni
 - protocolli
 - hardware, software

UNCAM

1.3

3

Fausto Marcantoni

Stratificazione dei protocolli

Per dare struttura alla progettazione dei **protocolli di rete** i progettisti li organizzano (oltre che in base all'hardware e al software che li implementa) in **livelli** o **strati** (*layer*).

Ciascun protocollo appartiene a un livello.

Un livello di protocolli può essere implementato via **software**, **hardware** o con una combinazione dei due.

Considerati assieme, i protocolli dei vari livelli sono detti **pila di protocolli** (**protocol stack**).

Application	→	FTP, SMTP, SNMP ...
Transport	→	TCP UDP
Internetwork	→	IP ICMP IGMP
Link	→	Ethernet, X.25, ARP, OSPF, NDP ...

UNCAM

4

4

La stratificazione di Internet

application

- **application**: supporto per le applicazioni di rete
 - ftp, smtp, http

transport

- **transport**: trasferimento dati end-to-end
 - tcp, udp

network

- **network**: trasferimento di datagrammi da sorgente a destinazione (host-to-host)
 - ip, routing protocols

link

- **link**: trasferimento di dati tra elementi di rete adiacenti
 - ppp, ethernet

physical

- **physical**: bit "sul cavo"
 - frequenze, impulsi

5

5

Incapsulamento

Mentre le informazioni **discendono** attraverso i livelli cambiano il proprio formato su ciascun livello:

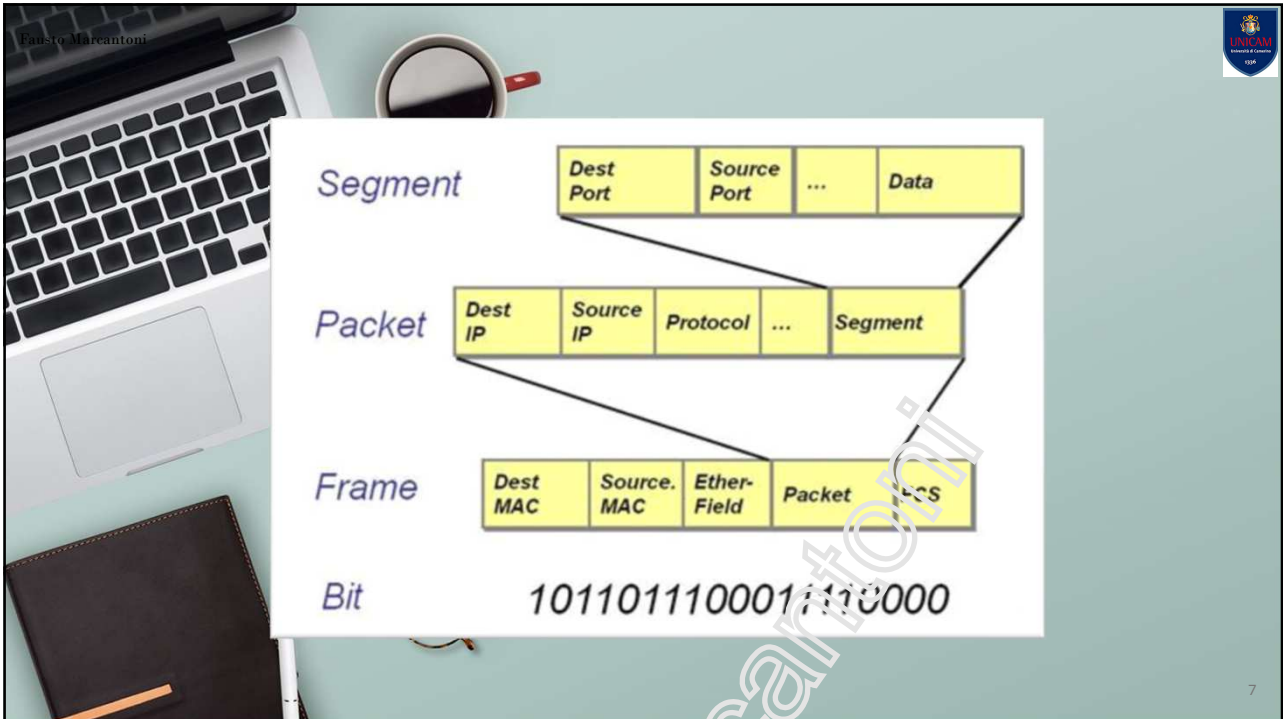
incapsulamento

Quando i dati **risalgono**, ciascuna intestazione determina in che modo spostare i dati per i vari livelli

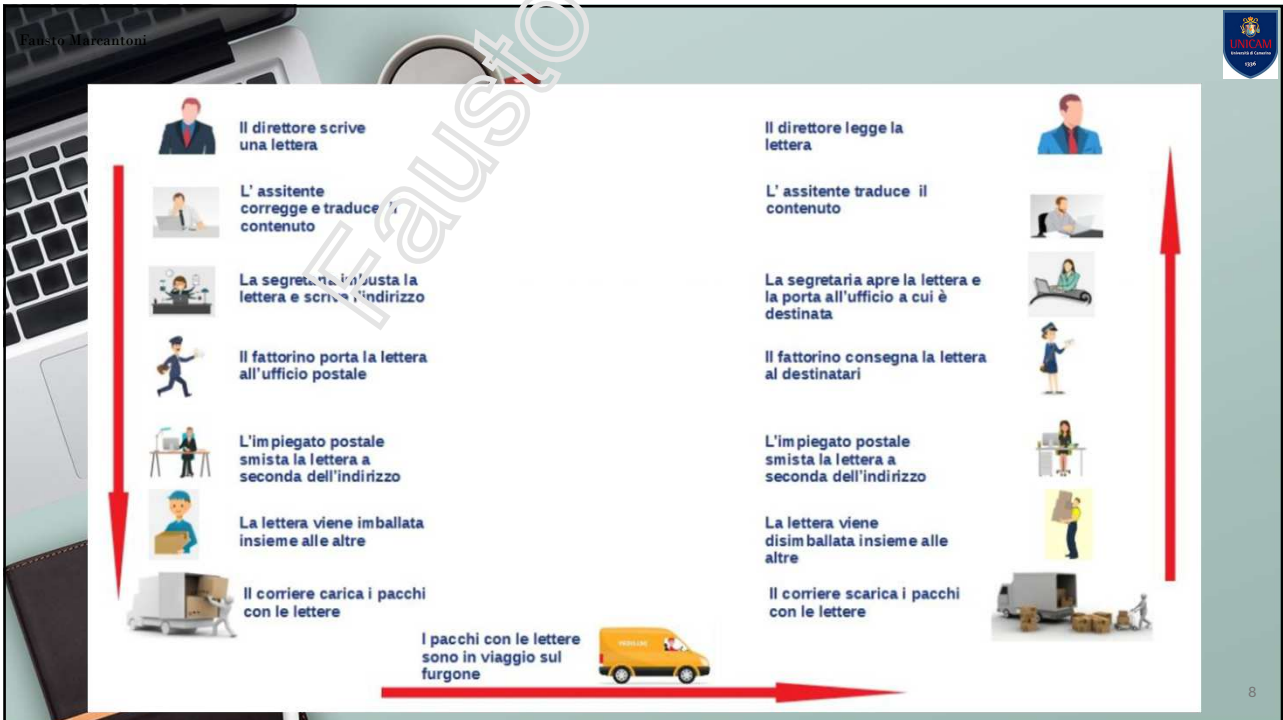
a ciascun livello si staccano le intestazioni dei livelli precedenti in modo di avere lo stesso formato del livello analogo alla parte trasmissione.

6

6



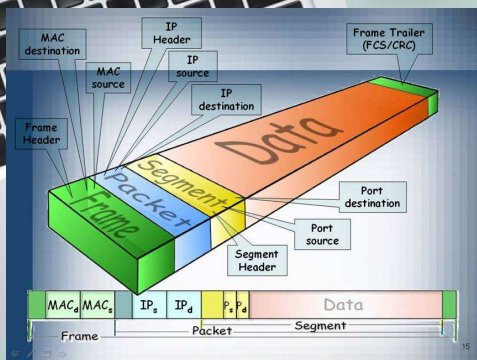
7



8

Fausto Marcantoni

PDU – Protocol Data Unit

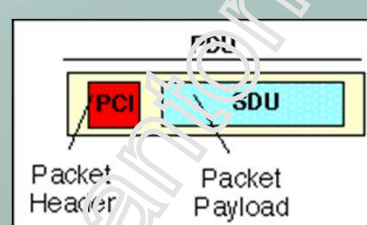


Quando lo strato n dell'host A invia una n -PDU (PDU- *Protocol data unit*) allo strato n dell'host B, lo strato n dell'host A passa l' n -PDU allo strato $n-1$ e quindi lascia allo strato $n-1$ il compito di spedire l' n -PDU allo strato n di B;

quindi si dice che lo strato n si affida allo strato $n-1$ per spedire le sue n -PDU a destinazione

La PDU è fatta di due parti:

- **header** Protocol Control Information (PCI)
- **payload** Service Data Unit (SDU)



9

9

Fausto Marcantoni

La pila protocollare di Internet

	Pila protocollare	PDU
Strato 5	Applicazione	Messaggio
Strato 4	Trasporto	Segmento
Strato 3	Rete	Datagram
Strato 2	Collegamento	Frame (trama)
Strato 1	Fisico	1-PDU

10

10

Fausto Marcantoni

Funzione degli strati

Strato di applicazione
Lo strato di applicazione è responsabile del supporto delle applicazioni della rete.
Esempio: HTTP, SMTP, FTP, Telnet, SSH,...



SSH
The Secure Shell

SMTP The Server POP

TELNET

FTP-SITE

11

11

Fausto Marcantoni

Funzione degli strati

Strato di trasporto
Lo strato di trasporto fornisce il servizio di trasporto dei messaggi dello strato di applicazione fra le estremità client e server di un'applicazione.

In Internet ci sono due protocolli di trasporto, TCP e UDP;

Il **TCP** fornisce alle sue applicazioni un servizio orientato alla connessione. Questo servizio comprende la garanzia di consegna a destinazione dei messaggi dello strato di applicazione e un controllo di flusso (cioè l'adattamento tra le velocità di mittente e destinatario).

Il protocollo **UDP** fornisce alle sue applicazioni un servizio senza connessione, che è un servizio davvero privo di fronzoli.




12

12

Fausto Marcantoni

Funzione degli strati : rete



Strato di rete

Lo strato di rete è responsabile dell'instradamento dei datagram da un host all'altro.

Ha un protocollo che definisce i campi nel datagram **IP** e come i terminali e i router agiscono su questi campi: questo è il tanto celebrato **protocollo IP**. Esiste un solo protocollo IP, e tutti i componenti di Internet che hanno uno strato di rete devono impiegare il protocollo IP.

Lo strato di rete Internet contiene anche i **protocolli di instradamento** che determinano il percorso che i datagram devono seguire fra sorgente e destinazione. Internet ha molti protocolli di instradamento.

Internet è una rete di reti, e l'amministratore della rete può, all'interno della rete, far funzionare **qualunque protocollo di instradamento** desideri.

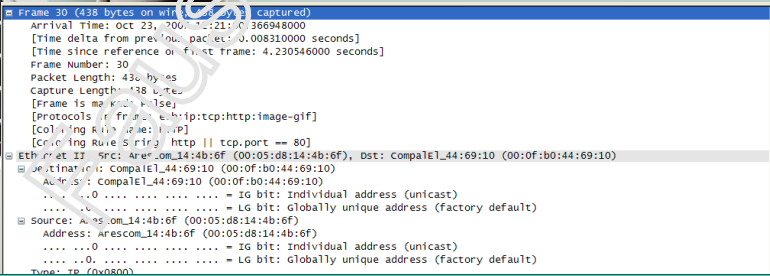
Sebbene lo strato di rete contenga **sia il protocollo IP sia numerosi protocolli di instradamento**, spesso ci si riferisce a questo strato come allo strato IP, per il fatto che IP è il collante che tiene insieme Internet.

13

13

Fausto Marcantoni

Funzione degli strati : collegamento e fisico



Strato di collegamento – data link

Per muovere un pacchetto da un nodo (host o commutatore di pacchetto) al successivo sul percorso, lo strato di rete deve delegare il servizio allo strato di collegamento.

In particolare, a ciascun nodo IP passa il datagram allo strato di collegamento, che lo invia al nodo successivo lungo il percorso. A questo nodo successivo, lo strato di collegamento passa il datagram allo strato di rete.

Esempio: Ethernet, PPP, ...

14

14

Fausto Marcantoni

Funzione degli strati : collegamento e fisico



Strato fisico

*Il compito dello strato di collegamento è di muovere interi **frame** da un elemento della rete a quello adiacente, il compito dello strato fisico è di muovere singoli bit all'interno della rete da un nodo al successivo.*


Anche i protocolli in questo strato sono dipendenti dal link e dipendono anche dal mezzo trasmissivo del link

15

15

Fausto Marcantoni

ISO/OSI (Open System Interconnection)



7. APPLICAZIONE

6. PRESENTAZIONE

5. SESSIONE

4. TRASFERIMENTO

3. LIVELLO RETE

2. COLLEGAMENTO DATI

1. LIVELLO FISICO


<https://www.iso.org/ics/35.100/x/>

16

16

Fausto Marcantoni

I 7 livelli OSI



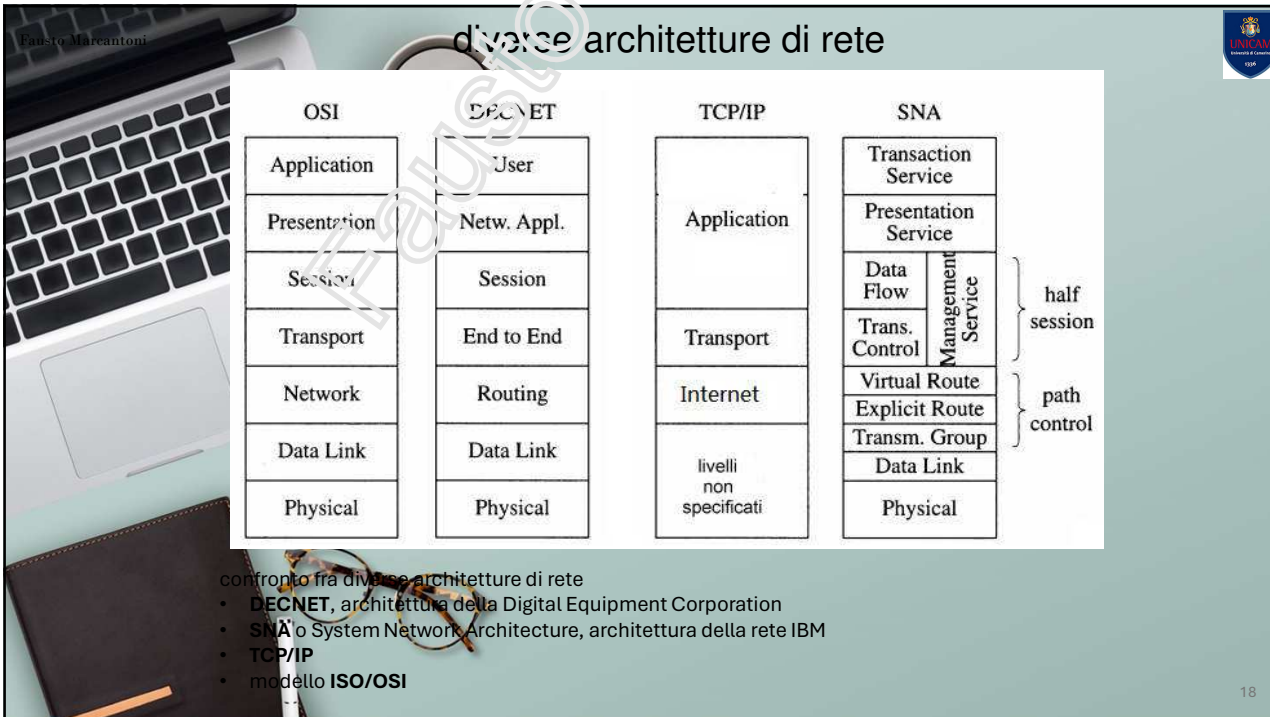
- 1. Livello fisico (Physical Layer):** si occupa di trasmettere un flusso di dati non strutturati attraverso un collegamento fisico, occupandosi della forma e dei livelli di tensione del segnale, ma a che fare con le procedure meccaniche ed elettroniche necessarie a stabilire, mantenere e disattivare un collegamento fisico.
- 2. Collegamento dati (Data Link Layer):** raggruppa i dati ricevuti dallo strato fisico in strutture di bit dette *frame*. Ha lo scopo di permettere il trasferimento affidabile di dati attraverso il livello fisico. Invia frame di dati con la necessaria sincronizzazione ed effettua un controllo degli errori dalle pendre di segnale. Tutto ciò consente di far apparire, al livello superiore, il mezzo fisico come una linea di trasmissione esente da errori di trasmissione.
- 3. Livello di rete (Network Layer):** si occupa di rendere i livelli superiori indipendenti dai meccanismi e dalle tecnologie di trasmissione usate per la connessione e prendersi carico della consegna a destinazione dei pacchetti. La sua unità dati fondamentale è detta *pacchetto*. In particolare determina il modo in cui i pacchetti vengono instradati dal trasmettitore al ricevitore, ricercando i percorsi migliori all'interno della rete con particolari algoritmi di instradamento.
- 4. Trasferimento o trasporto (Transport Layer):** provvede al trasferimento dei messaggi sulla rete provvedendo in tre fasi: realizzazione della connessione, trasferimento dei dati, chiusura della connessione.
- 5. Sessione (Session Layer):** controlla la comunicazione gestendo i servizi di login, i diritti di accesso e i permessi.
- 6. Presentazione (Presentation Layer):** determina il modo con cui le informazioni appaiono all'utente. Si occupa di crittografare (per ragioni di sicurezza), comprimere ed eventualmente tradurre i dati. Questo livello interviene in casi particolari, quando i dati necessitano di un trattamento preliminare prima di essere inviati alle applicazioni.
- 7. Applicazione (Application Layer):** fornisce un insieme di protocolli che operano a stretto contatto con le applicazioni di rete. Comprende diversi protocolli che consentono il trasferimento di file, l'utilizzo della posta elettronica e la visualizzazione delle pagine web.

17

17

Fausto Marcantoni

diverse architetture di rete



OSI	DECNET	TCP/IP	SNA	
Application	User	Application	Transaction Service	} half session
Presentation	Netw. Appl.		Presentation Service	
Session	Session	Transport	Data Flow	
Transport	End to End		Trans. Control	
Network	Routing	Internet	Virtual Route	} path control
Data Link	Data Link	livelli non specificati	Explicit Route	
Physical	Physical		Transm. Group	
			Data Link	
			Physical	

confronto fra diverse architetture di rete

- **DECNET**, architettura della Digital Equipment Corporation
- **SNA** o System Network Architecture, architettura della rete IBM
- **TCP/IP**
- modello **ISO/OSI**

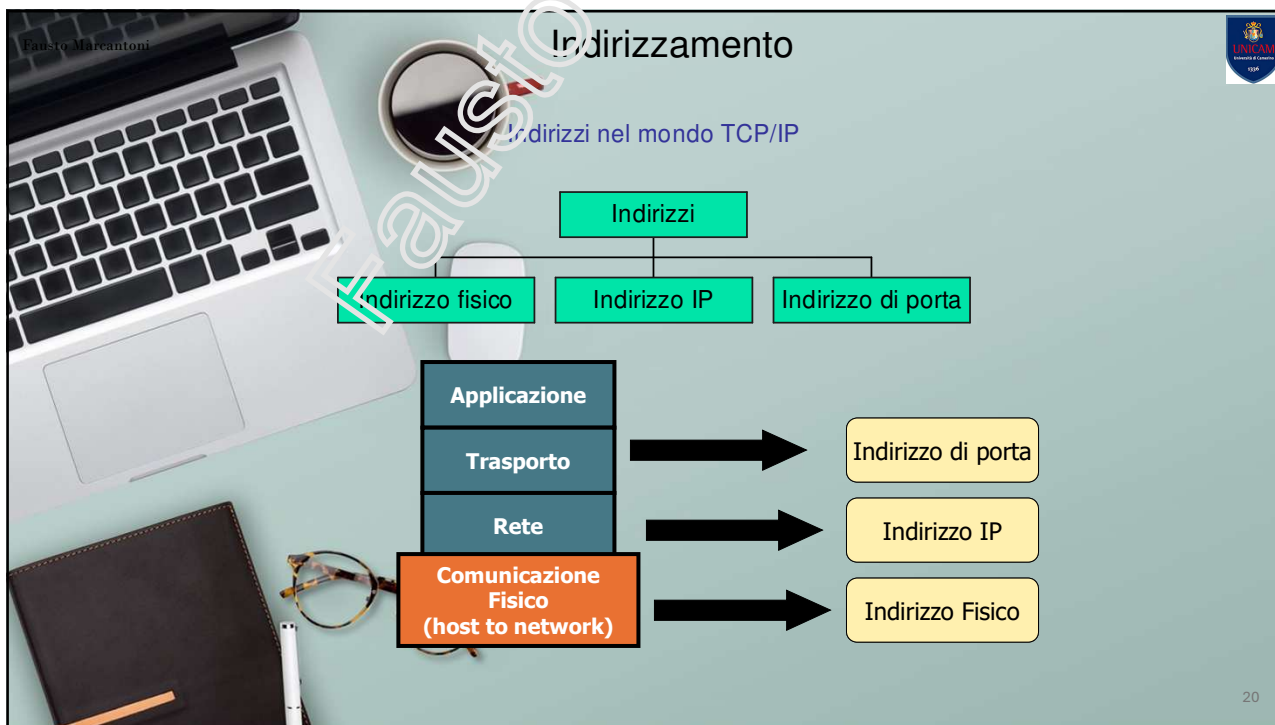
18

18

Confronto modello OSI e TCP/IP

APPLICAZIONE	APPLICAZIONI					
PRESENTAZIONE	SMTP	FTP	TELNET	DNS	SNMP	NFS
SESSIONE						
TRASPORTO	TCP			UDP		
RETE	ICMP	IP			ARP	RARP
	IGMP					
COMUNICAZIONE	PROTOCOLLI DEFINITI DALLA RETE SOTTOSTANTE					
FISICO						

19



20

Fausto Marcantoni

Versioni IP

UNICAM

- **Versione 4**
 - La più diffusa
 - Indirizzi IP a 32 bit non più sufficienti (**finiti!!!**)
- **Versione 5**
 - Basata sul modello OSI e mai superato la versione di proposta
- **Versione 6 (IPv6)**
 - Indirizzi a 128 bit
 - Formato di pacchetto molto semplificato e reso più flessibile
 - ICMPv6 contiene ICMP, IGMP, ARP e RARP - non esistono più

21

21

Fausto Marcantoni

Indirizzamento IPv4

UNICAM

- Un indirizzo IPv4 è espresso in stringhe (ottetti) di 32 bit
- possono essere espresse in notazione decimale puntata (**dotted decimal point**)
- a ogni indirizzo IP può essere associato un nome (DNS)

Notazione binaria

32 bits

11000001 11001100 00001000 01010110

8 bits

Notazione dec. puntata

193.204.8.86

Indirizzo mnemonico

enjoy.unicam.it

22

22

Fausto Marcantoni

Indirizzamento IPv6

2001:0000:1234:0000:0000:00D0:ABCD:0532

2¹²⁸ indirizzi possibili
 $3,4 \times 10^{38} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
 Milioni di anni per esaurirli

Notazione esadecimale a due punti

- 8 campi esadecimali invece di 16 usando la notazione decimale puntata
- Compressione degli 0
 0000 → 0
 FF03:0001:0010 → FF03:1:10
 FF03:0:0:0:0:0:0:A3 → FF03::A3
- Estensione della notazione CIDR
 13AB::DC30:0:0:0:0/60 → 13AB::DC3

<https://it.wikipedia.org/wiki/IPv6>

23

23

Fausto Marcantoni

Indirizzamento IPv6

2001:0000:1234:0000:0000:00D0:ABCD:0532

formato generale: X:X:X:X:X:X:X:X

Ogni campo rappresenta 16 bit
 Rappresentazione esadecimale

Campi di 0 successivi → ::
 Solo una volta
 FF03:0:0:0:0:0:0:1 → FF03::1

24

24

Fausto Marcantoni

Indirizzamento IPv6

Nelle URL gli indirizzi tra **parentesi quadre**

`http://[2001:1:3F4A::205:AD13]:80/home.html`

'::' usato anche per separare No. Porta

Necessario modificare SW che usa URL: Browser, ecc.

Gli indirizzi IPv6 compatibili IPv4 si scrivono:

`::193.205.92.171`

25

25

Fausto Marcantoni

WIRESHARK



<https://www.wireshark.org/>

<https://www.wireshark.org/docs/>

[Wireshark Command Line using PowerShell](#)

26

26

Fausto Marcantoni

I livelli con wireshark

*Ethernet [Wireshark 1.12.8 (v1.12.8-0-g5b6e543 from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: **http** Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
176	9.18568500	193.205.92.118	93.184.220.29	OCSP	511	Request
249	9.43912600	193.205.92.118	37.9.239.32	HTTP	138	GET / HTTP/1.1
310	9.50939000	193.205.92.172	239.255.255.250	SSDP	318	NOTIFY * HTTP/1.1
329	9.56938000	193.205.92.172	239.255.255.250	SSDP	357	NOTIFY * HTTP/1.1
331	9.58475500	93.184.220.29	193.205.92.118	OCSP	525	Response
605	9.97440200	37.9.239.32	193.205.92.118	HTTP	1025	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
615	9.99992500	193.205.92.118	37.9.239.38	HTTP	372	GET /common/tech_includes/lib/poli
625	10.0005370	193.205.92.118	37.9.239.38	HTTP	367	GET /banners/js/adv_library3_amz_h
640	10.0030510	37.9.239.38	193.205.92.118	HTTP	207	HTTP/1.1 403 URLBlockedwithoverrid
656	10.0064960	193.205.92.118	193.206.135.147	HTTP	426	GET /c2/15759779/cs.js HTTP/1.1
657	10.0065450	193.205.92.118	208.146.36.47	HTTP	385	GET /gateway/gw.js?csid=F09828&aut
658	10.0065670	193.205.92.118	93.184.220.113	HTTP	759	GET /c/6201/cc.js?ns=_cc6201 HTTP/
722	10.1455250	37.9.239.38	193.205.92.118	HTTP	540	HTTP/1.1 200 OK (application/dav

Frame 329: 357 bytes on wire (2856 bits), 357 bytes captured (2856 bytes) on interface 0

Ethernet II, Src: IomegaCo_1d:d7:85 (00:d0:b8:1d:d7:85), Dst: IPv4mcast/71:ff:fa (01:00:5e:7f:ff:fa)

Internet Protocol Version 4, Src: 193.205.92.172 (193.205.92.172), Dst: 239.255.255.250 (239.255.255.250)

User Datagram Protocol, Src Port: 57019 (57019), Dst Port: 1900 (1900)

Hypertext Transfer Protocol

27

27

Fausto Marcantoni

Internet Protocol - IP

La suite di protocolli di Internet definisce un'architettura di **internetworking**

- 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

<https://tools.ietf.org/html/rfc791>

<https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6864>

28

28

Fausto Marcantoni

le funzionalità di base

le funzionalità di base

- ✓ Assegna un indirizzamento **universale**
- ✓ Trasferisce pacchetti in modo **"datagram"**
- ✓ Non garantisce né l'integrità né la consegna dei pacchetti
- ✓ Consegna **"best effort"** dei pacchetti
- ✓ Frammenta i pacchetti se il livello locale lo richiede
- ✓ Ricostruisce i frammenti solo in ricezione

UNICAM

29

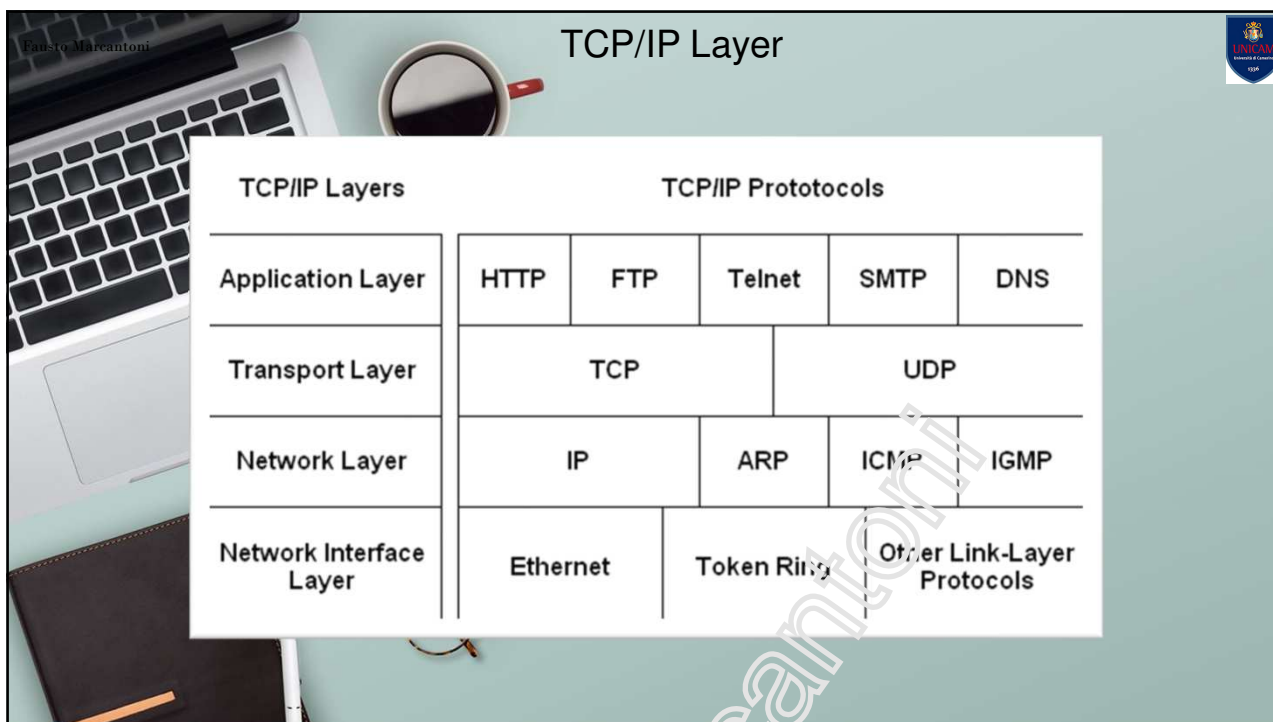
Fausto Marcantoni

funzionalità di livello 3

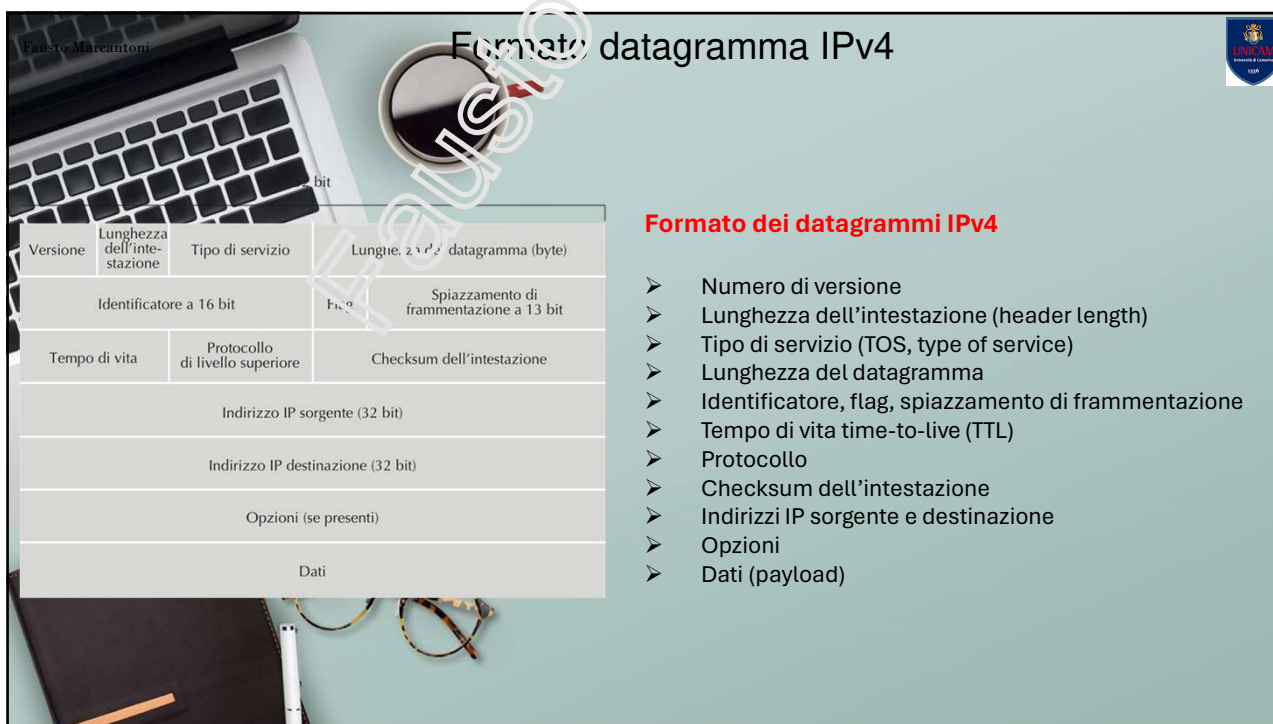
Il protocollo IP ha le funzionalità di un protocollo di livello 3 (rete) e si appoggia sopra i livelli delle reti che serve. Tipico l'esempio delle reti locali (LAN):

UNICAM

30



31



32

Fausto Marcantoni

Interfacce di rete

UNICAM Università del Piemonte Orientale

- Un'interfaccia di rete rappresenta **un punto di connessione** tra un host (o un router) e un link fisico
- Un indirizzo IP è in realtà associato ad un'interfaccia di rete (non un host o un router)
- Un router **ha** generalmente più di un'interfaccia.
- Un host **può** avere più di un'interfaccia
- Una stessa interfaccia di rete **può** avere più indirizzi IP attivi



FC ST LC SC

33

Fausto Marcantoni

Schema di indirizzamento

UNICAM Università del Piemonte Orientale

- Gli indirizzi devono essere **unici in tutta la rete** (è possibile attribuire indirizzi arbitrari ad un host in una rete TCP/IP solo se questa non è connessa con altre reti)
- Un indirizzo IP **identifica un host** e non uno specifico utente. L'identificazione di un utente (in senso OSI) all'interno di un host è affidata ai protocolli di strato superiore (TCP o UDP)
- Lo schema di indirizzamento IP è stato progettato per **consentire un efficiente instradamento**, per una rete con dimensioni decisamente inferiori alle attuali
- Un indirizzo IP identifica prima la rete a cui un host è connesso (Net_ID) e poi l'host all'interno di quella rete (Host_ID)

IP_Address = Net_ID.Host_ID

34



35

Indirizzi

L'indirizzo IP ha la forma : <prefisso,suffisso>

- Il prefisso identifica la rete
- Il suffisso determina l'host collegato alla rete

- L'indirizzo IP da solo non ci dice nulla...

72.14.221.99 192.168.1.23 10.1.1.1

- Abbiamo bisogno di un'altra stringa di bit che ci permette di separare la parte **rete** dalla parte **host**

net_ID.host_ID

36

Indirizzi

Network ID Host ID

Class A Network ID: 0.0.0.0 to 127.0.0.0 (128 networks)
Host ID: 0.0.0 to 255.255.255 (16M+ hosts)

Class B Network ID: 128.0.0.0 to 191.255.0.0 (16,384 networks)
Host ID: 0.0 to 255.255 (65,534 hosts)


Class C Network ID: 192.0.0.0 to 223.255.255.0 (2M+ networks)
Host ID: 0 to 255 (254 hosts)

Class D Network ID: 224.0.0.0 to 239.255.255.255

Class E Network ID: 240.0.0.0 to 255.255.255.255

31 ← → 0

Indirizzamento CLASSFUL:

archeologia 

37

Indirizzi

← 32 Bits →

Class	Range of host addresses
A	0.0.0.0 to 127.255.255.255
B	128.0.0.0 to 191.255.255.255
C	192.0.0.0 to 223.255.255.255
D	224.0.0.0 to 239.255.255.255
E	240.0.0.0 to 255.255.255.255

Network Host

Network Host

Network Host

Multicast address

Reserved for future use

38

Fausto Marcantoni

...da indirizzi Classful... a indirizzi Classless

L'indirizzamento **Classful è rigido** (numero prefissato di classi e di indirizzi di host) e non sempre riesce a soddisfare tutte le richieste di assegnazione di indirizzi IP.

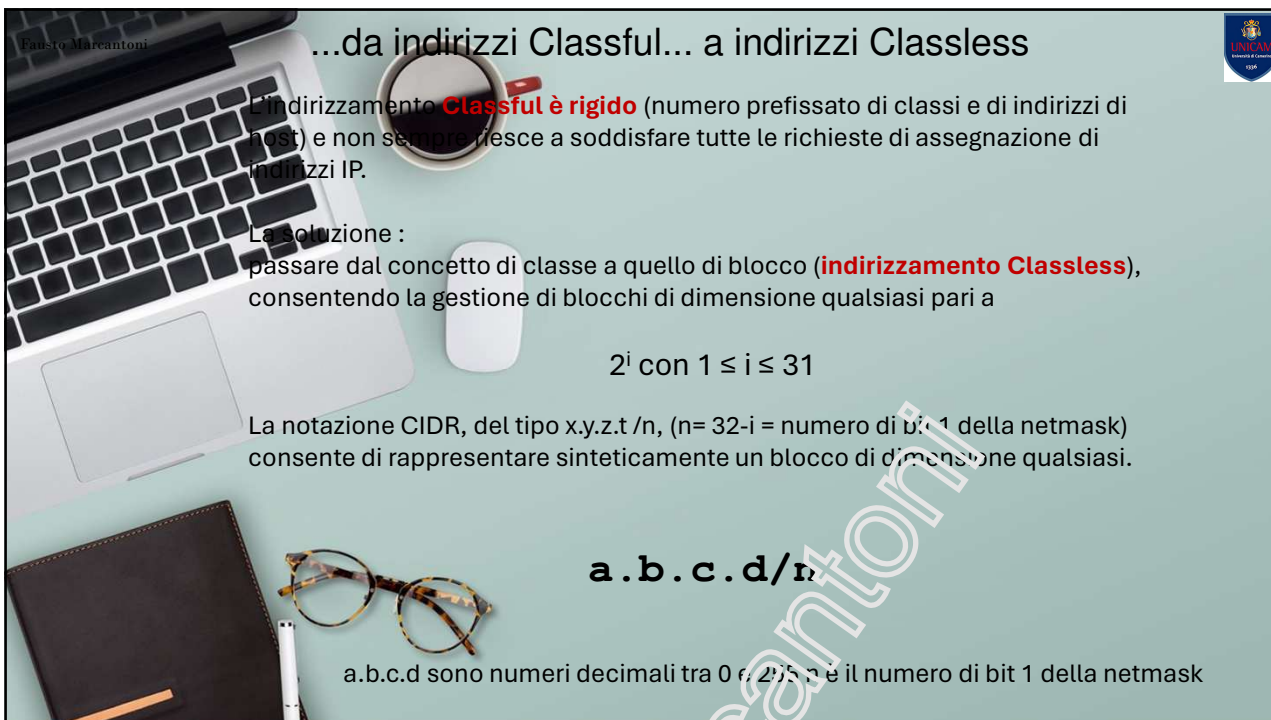

La soluzione :
passare dal concetto di classe a quello di blocco (**indirizzamento Classless**), consentendo la gestione di blocchi di dimensione qualsiasi pari a

$$2^i \text{ con } 1 \leq i \leq 31$$

La notazione CIDR, del tipo x.y.z.t/n, (n= 32-i = numero di bit 1 della netmask) consente di rappresentare sinteticamente un blocco di dimensione qualsiasi.

a . b . c . d / n

a.b.c.d sono numeri decimali tra 0 e 255 e n è il numero di bit 1 della netmask

39

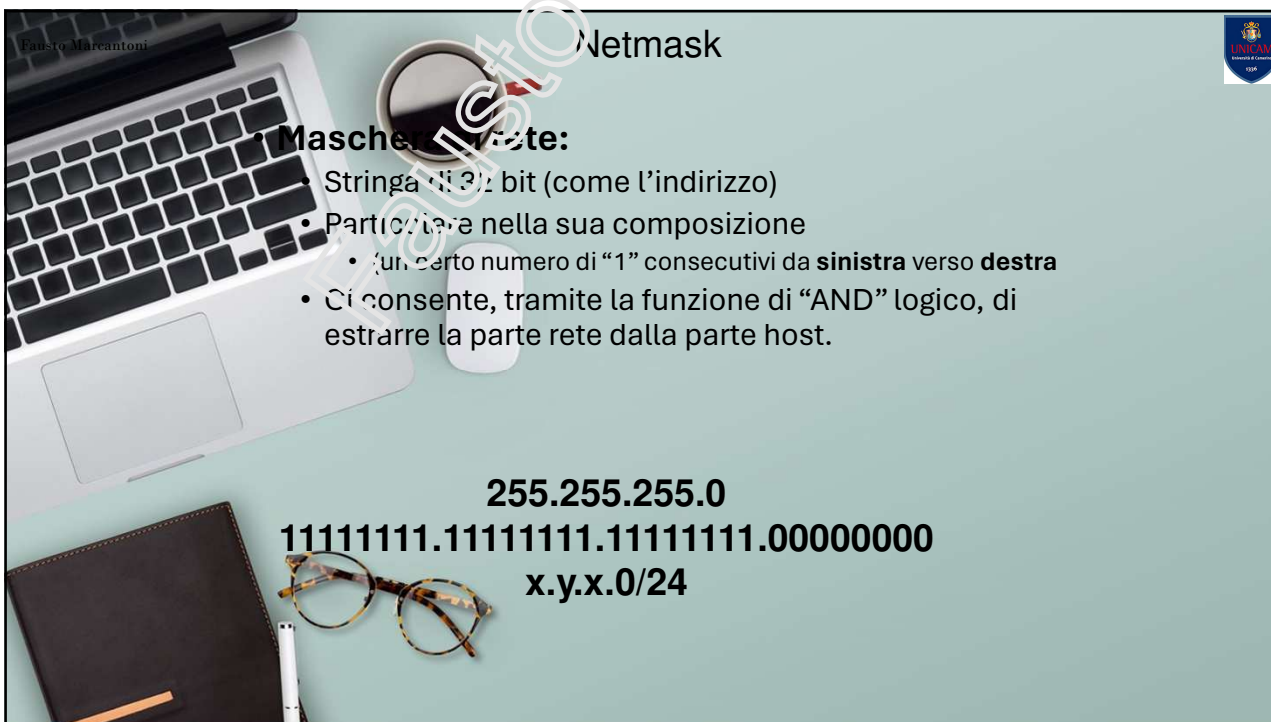

Fausto Marcantoni

Netmask

Masche di rete:

- Stringa di 32 bit (come l'indirizzo)
- Partecipare nella sua composizione
 - un certo numero di "1" consecutivi da **sinistra** verso **destra**
- Ci consente, tramite la funzione di "AND" logico, di estrarre la parte rete dalla parte host.


255.255.255.0
11111111.11111111.11111111.00000000
x.y.x.0/24

40

Fausto Marcantoni

Notazioni netmask




Notazione CIDR	Host Bits	Maschera	Host nella sottorete	Uso tipico
/8	24	255.0.0.0	$16777214 = 2^{24} - 2$	Allocazione più grande possibile per IANA
/9	23	255.128.0.0	$8388608 = 2^{23}$	
/10	22	255.192.0.0	$4194304 = 2^{22}$	
/11	21	255.224.0.0	$2097152 = 2^{21}$	
/12	20	255.240.0.0	$1048576 = 2^{20}$	
/13	19	255.248.0.0	$524288 = 2^{19}$	
/14	18	255.252.0.0	$262144 = 2^{18}$	
/15	17	255.254.0.0	$131072 = 2^{17}$	
/16	16	255.255.0.0	$65536 = 2^{16}$	
/17	15	255.255.128.0	$32768 = 2^{15}$	ISP / grandi aziende
/18	14	255.255.192.0	$16384 = 2^{14}$	ISP / grandi aziende
/19	13	255.255.224.0	$8192 = 2^{13}$	ISP / grandi aziende
/20	12	255.255.240.0	$4096 = 2^{12}$	Piccoli ISP / grandi aziende
/21	11	255.255.248.0	$2048 = 2^{11}$	Piccoli ISP / grandi aziende
/22	10	255.255.252.0	$1024 = 2^{10}$	
/23	9	255.255.254.0	$512 = 2^9$	
/24	8	255.255.255.0	$256 = 2^8$	LAN ampia
/25	7	255.255.255.128	$128 = 2^7$	LAN ampia
/26	6	255.255.255.192	$64 = 2^6$	Piccola LAN
/27	5	255.255.255.224	$32 = 2^5$	Piccola LAN
/28	4	255.255.255.240	$16 = 2^4$	Piccola LAN
/29	3	255.255.255.248	$8 = 2^3$	La più piccola rete multi-host
/30	2	255.255.255.252	$4 = 2^2$	"Giant networks" (collegamenti punto-punto)
/31	1	255.255.255.254	$2 = 2^1$	Usato raramente, collegamenti punto-punto (RFC 3021#)
/32	0	255.255.255.255	$1 = 2^0$	Indirizzo verso un singolo host

<https://subnettingpractice.com/subnetting-at-sheet.html>

41

Fausto Marcantoni

Indirizzi particolari



- 0.0.0.0 → indirizzo "vivo"
- 127.0.0.1 → loopback (localhost) ma in realtà...
- Net_ID.(tutti 1 nel campo Host_ID) → broadcast orientato sulla rete Net_ID
- Net_ID.(tutti 0 nel campo Host_ID) → rete (o sottorete) indicata da Net_ID
- 255.255.255.255 (tutti 1) → broadcast locale

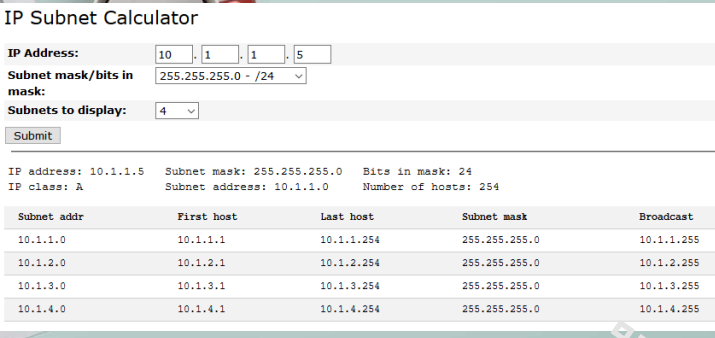
Non-Internet Routable IP Address (IANA)

Class	Network Address Range
A	da 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (mask 255.0.0.0) /8
B	da 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (mask 255.240.0.0) /12
C	da 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (mask 255.255.0.0) /16

42

Fausto Marcantoni

IP subnet calculator



IP Subnet Calculator

IP Address:

Subnet mask/bits in mask:

Subnets to display:

IP address: 10.1.1.5 Subnet mask: 255.255.255.0 Bits in mask: 24
 IP class: A Subnet address: 10.1.1.0 Number of hosts: 254

Subnet addr	First host	Last host	Subnet mask	Broadcast
10.1.1.0	10.1.1.1	10.1.1.254	255.255.255.0	10.1.1.255
10.1.2.0	10.1.2.1	10.1.2.254	255.255.255.0	10.1.2.255
10.1.3.0	10.1.3.1	10.1.3.254	255.255.255.0	10.1.3.255
10.1.4.0	10.1.4.1	10.1.4.254	255.255.255.0	10.1.4.255

<https://www.microsoft.com/it-it/search/shop/Apps?q=ip+subnet+calculator>

<https://sourceforge.net/directory/os:windows/?q=ip+subnet+calculator>

<http://www.jodies.de/ipcalc>

<https://www.subnetcalculator.net/ip-subnet-calculator.html>

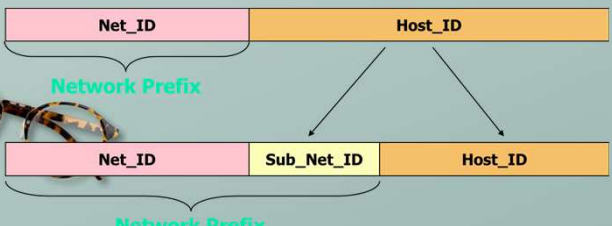
<https://mxttoolbox.com/subnetcalculator.aspx>

<https://wintelguy.com/subnetcalc.pl>

43

Fausto Marcantoni

subnetting



Il subnetting è la tecnica con cui si **suddivide logicamente** uno spazio di indirizzi di rete attraverso **l'estensione dei bit posti a 1 della maschera di rete**.

Tale estensione permette di creare più sottoreti all'interno dello spazio di indirizzi della rete originale.

➤ Si prendono uno o più bit appartenenti agli host e si impostano a 1, facendoli diventare parte della maschera di rete: si crea in questo modo una sottorete.

44

subnetting

Esistono 2 tipi di subnetting:

Subnetting a maschera fissa, detto *FLSM (Fixed Length Subnet Mask)*, che consente di suddividere una rete "classful" in sottoreti tutte delle stesse dimensioni. È un metodo non più utilizzato, sostituito dal VLSM.

Subnetting a maschera variabile, detto *VLSM (Variable-length subnet masking)*, che consente di suddividere una rete in sottoreti di dimensioni ottimali, con maschere non necessariamente uguali tra loro.

Il VLSM è la tecnica usata dal CIDR per permettere l'allocazione di sottoreti di lunghezza arbitraria. Infatti si parla spesso di indirizzi "CIDR/VLSM".

route aggregation - (aggregazione delle rotte) è adoperata dai router tramite i protocolli di routing.

45

Subnetting con maschera fissa

- Indirizzo di rete "naturale" è un address range con maschera uguale a quella implicita
- Subnetting: si ottiene con una maschera con più bit a 1 rispetto alla maschera naturale

es. : 193.205.102.36 con maschera 255.255.255.0
193.205.102.36 con maschera 255.255.255.248

(2ⁿ) - 2 = host indirizzabili

Network			Subnet	Host
193	205	102	36	
11000000	11100011	10110011	11100011	100100100
255	255	255	248	
11111111	11111111	11111111	11111111	111111000

46

Fausto Marcantoni

Variable Length Subnet Mask (VLSM)

UNCAM

- Nel subnetting utilizzare una netmask di lunghezza fissa per ogni indirizzo di rete rappresenta un grande limite
- Una volta che la netmask viene scelta si è vincolati ad avere un numero fisso di sottoreti aventi tutte le stesse dimensioni (in termini di host indirizzabili)
- Nel 1987 l'RFC 1009 definì come utilizzare il subnetting con maschere di lunghezza variabile (Variable Length Subnet Mask, VLSM)
- Con il VLSM a partire da un dato indirizzo è possibile associare più di una netmask

47

Fausto Marcantoni

VLSM (CIDR) Subnet Calculator

UNCAM

Major network: 192.168.1.0/24

Name	Size
A	100
B	8
C	8
D	4

Subnets

Number of subnets: 4

Sort results by: size

<http://www.vlsmcalc.com/>

Subnetting Successful

Major Network: **192.168.1.0/24**
 Available IP addresses in major network: **254**
 Number of IP addresses needed: **120**
 Available IP addresses in allocated subnets: **160**
 About **66%** of available major network address space is used
 About **75%** of subnetted network address space is used

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
A	100	126	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
B	8	14	192.168.1.128	/28	255.255.255.240	192.168.1.129 - 192.168.1.142	192.168.1.143
C	8	14	192.168.1.144	/28	255.255.255.240	192.168.1.145 - 192.168.1.158	192.168.1.159
D	4	6	192.168.1.160	/29	255.255.255.248	192.168.1.161 - 192.168.1.166	192.168.1.167

48

Fausto Marcantoni

esercizi ip

Disegnare una rete con Drawio
Fare un piano di indirizzamento



UNCAM

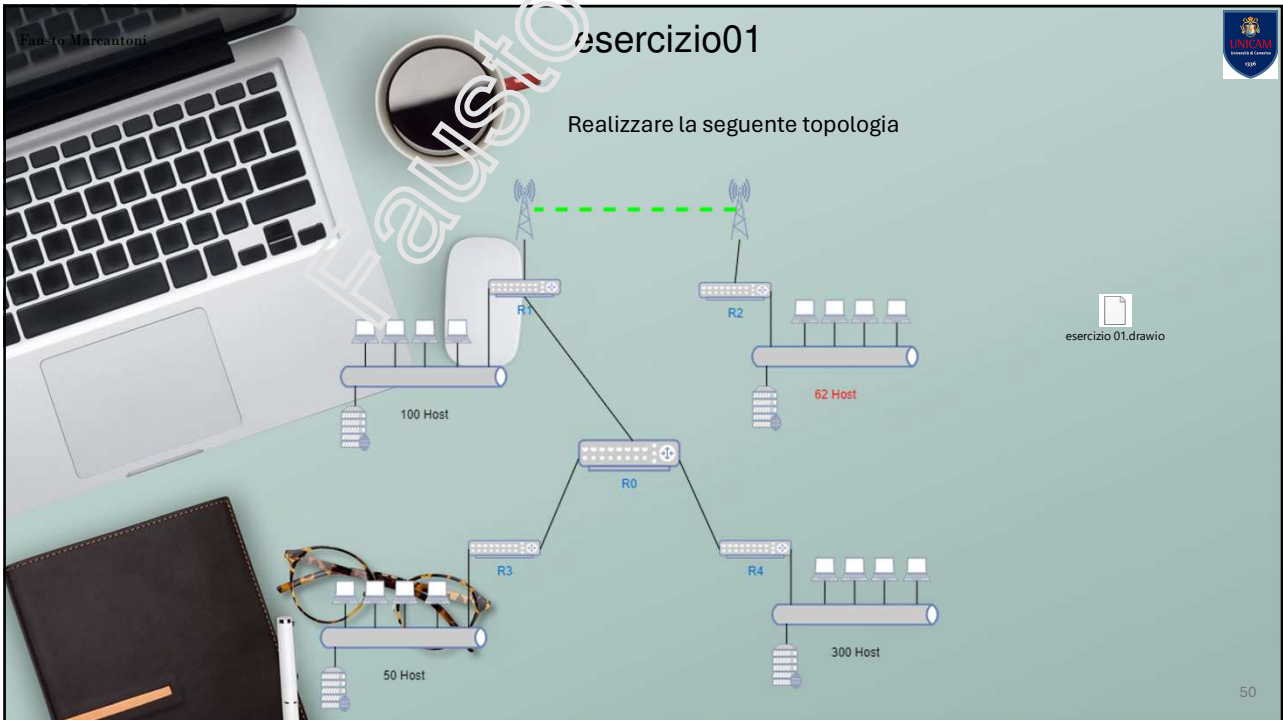
49

49

Fausto Marcantoni

esercizio01

Realizzare la seguente topologia



esercizio 01.drawio

50

50

Fausto Marcantoni UNICAM

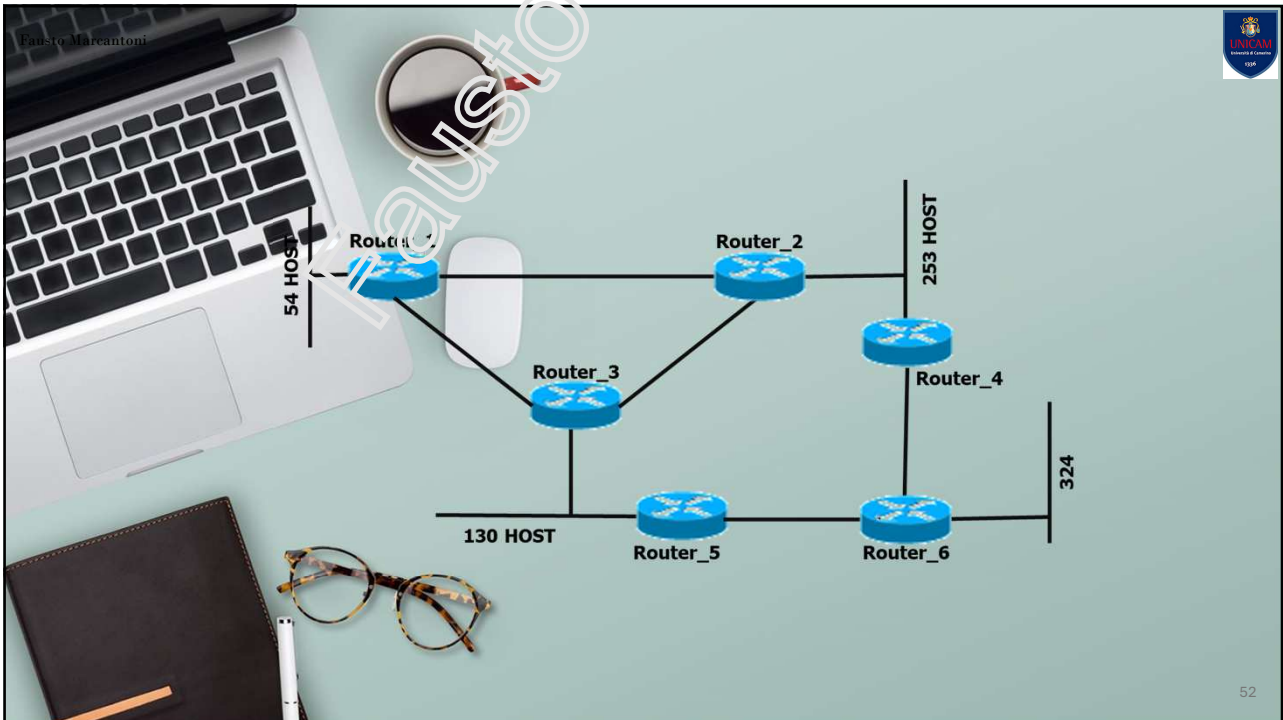
Subnetting VLSM

Major Network: **192.168.0.0/22**
 Available IP addresses in major network: **1022**
 Number of IP addresses needed: **520**
 Available IP addresses in allocated subnets: **768**
 About **77%** of available major network address space is used
 About **68%** of subnetted network address space is used

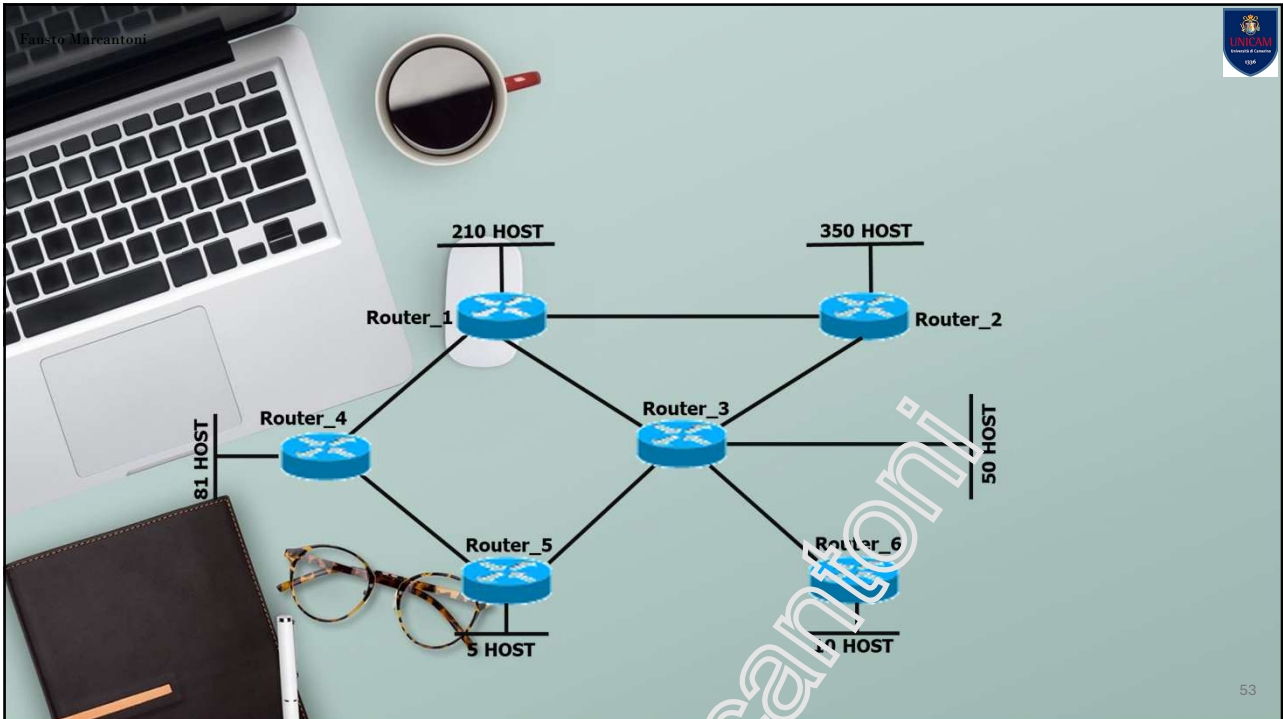
Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
300 Host	300	510	192.168.0.0	/23	255.255.254.0	192.168.0.1 - 192.168.1.254	192.168.1.255
100 Host	100	126	192.168.2.0	/25	255.255.255.128	192.168.2.1 - 192.168.2.126	192.168.2.127
62 Host	62	62	192.168.2.128	/26	255.255.255.192	192.168.2.129 - 192.168.2.190	192.168.2.191
50 Host	50	62	192.168.2.192	/26	255.255.255.192	192.168.2.193 - 192.168.2.254	192.168.2.255
R0-R1	2	2	192.168.3.0	/30	255.255.255.252	192.168.3.1 - 192.168.3.2	192.168.3.3
R0-R3	2	2	192.168.3.4	/30	255.255.255.252	192.168.3.5 - 192.168.3.6	192.168.3.7
R0-R4	2	2	192.168.3.8	/30	255.255.255.252	192.168.3.9 - 192.168.3.10	192.168.3.11
R1-R2	2	2	192.168.3.12	/30	255.255.255.252	192.168.3.13 - 192.168.3.14	192.168.3.15

51

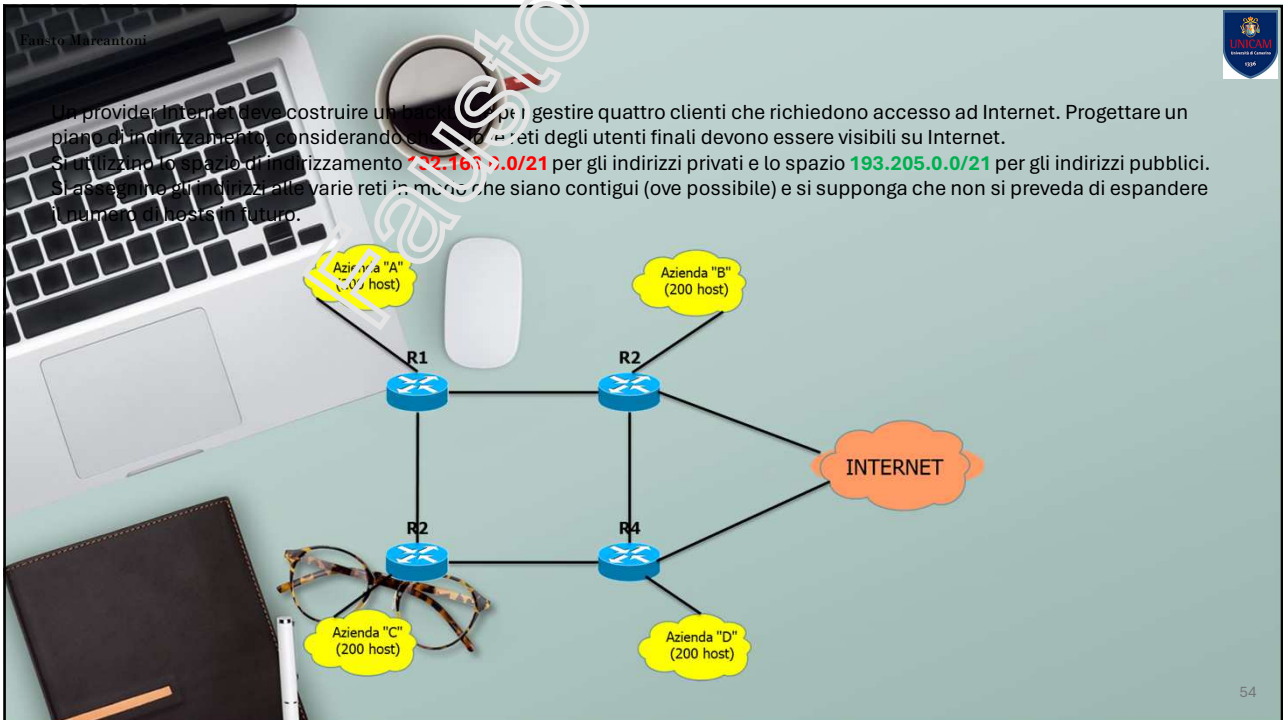
51



52




53



54

Fausto Marcantoni



Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Azienda A	200	254	193.205.88.0	/24	255.255.255.0	193.205.88.1 - 193.205.88.254	193.205.88.255
Azienda B	200	254	193.205.89.0	/24	255.255.255.0	193.205.89.1 - 193.205.89.254	193.205.89.255
Azienda C	200	254	193.205.90.0	/24	255.255.255.0	193.205.90.1 - 193.205.90.254	193.205.90.255
Azienda D	200	254	193.205.91.0	/24	255.255.255.0	193.205.91.1 - 193.205.91.254	193.205.91.255
r1-r2	2	2	193.205.92.0	/30	255.255.255.252	193.205.92.1 - 193.205.92.2	193.205.92.3
r2-r3	2	2	193.205.92.4	/30	255.255.255.252	193.205.92.5 - 193.205.92.6	193.205.92.7

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
r1-r2	2	2	192.168.0.0	/30	255.255.255.252	192.168.0.1 - 192.168.0.2	192.168.0.3
r2-r3	2	2	192.168.0.4	/30	255.255.255.252	192.168.0.5 - 192.168.0.6	192.168.0.7
r3-r4	2	2	192.168.0.8	/30	255.255.255.252	192.168.0.9 - 192.168.0.10	192.168.0.11
r4-r1	2	2	192.168.0.12	/30	255.255.255.252	192.168.0.13 - 192.168.0.14	192.168.0.15

55