

Unità Formativa (UF): RETI DI CALCOLATORI

Docente :L.MORELLO

Titolo argomento : Classificazione delle reti



in collaborazione con:



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

Note di copyright



- *Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.*
- *In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.*

SCOPO DEL CORSO

Conoscere gli elementi base fondamentali sul funzionamento della rete tra calcolatori



SCOPO DEL CORSO

PERCHE' ?

Perchè la rete di calcolatori oggi è alla base della quasi totalità dei servizi di comunicazione



SCPOPO DEL CORSO

SERVIZI INTERNET

- Audio e video telefonia
- TV, video streaming, video on demand
- Web, mobile apps, e accesso a DB in genere
- Email, Messaging, chat
- Social networks
- Mappe e navigazione
- Strumenti di collaborazione e condivisione
-



SCOPO DEL CORSO

- Conoscere gli elementi caratterizzanti significa anche scegliere , decidere, usare più consapevolmente la rete.. Ed anche prevenire

Conoscere significa essere pronti ai cambiamenti tecnologici della rete --- > imparare ad imparare---- > LLL

OBIETTIVI DEL CORSO-

- Capire le interazioni tra le applicazioni e la rete
- Sapere quali sono gli elementi principali di configurazione di una piccola rete

LA RETE

IERI

Applicazioni isolate

- Elaborazioni isolate
- Scambio dati su rete



IERI

Reti di telecomunicazione

- Reti dedicate ai servizi
- Nessuna elaborazione

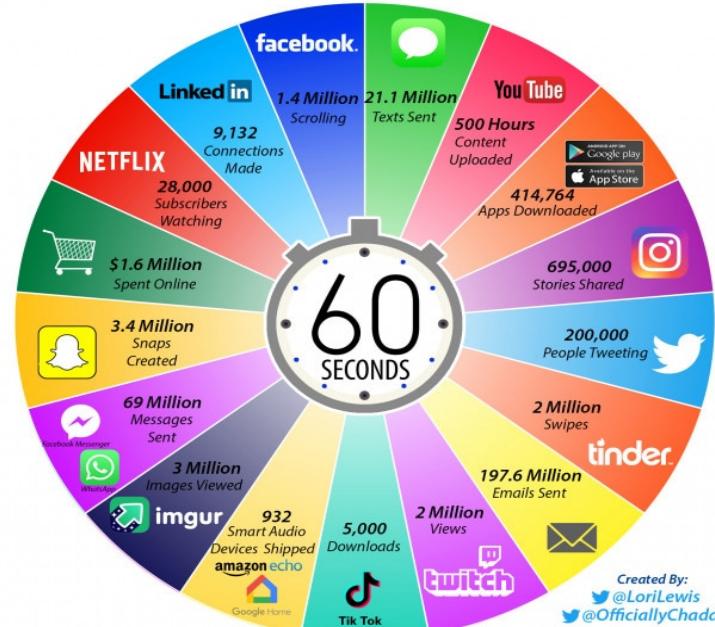


OGGI

- La rete per sua natura è di tipo distribuito e non gerachico (art. Paul Baran 1964)
- Oggi i servizi del mondo della società dell'informazione sono dati da applicazioni distribuite

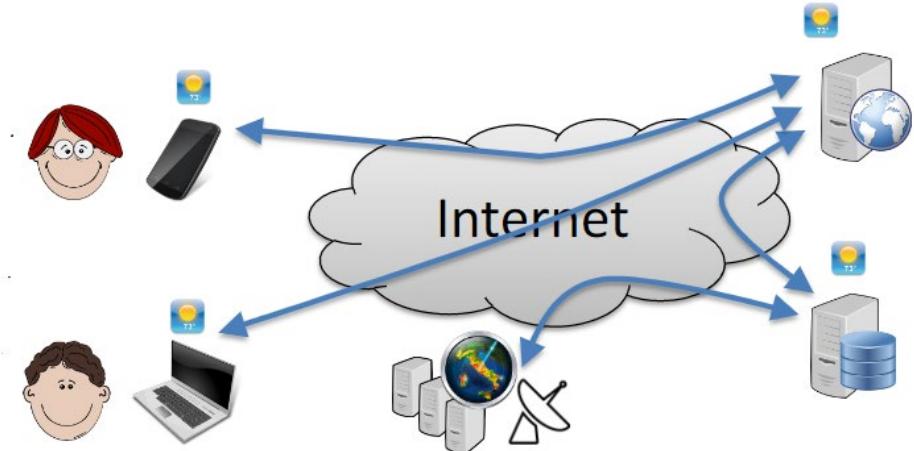
La rete

- <https://www.focus.it/tecnologia/digital-life/che-cosa-succede-1-minuto-internet>
- 4 settembre 2021
- l minuto-internet è il tempo del web: ecco i 60 secondi digitali. Lori Lewis, Chadd / via AllAccess.com



LA RETE

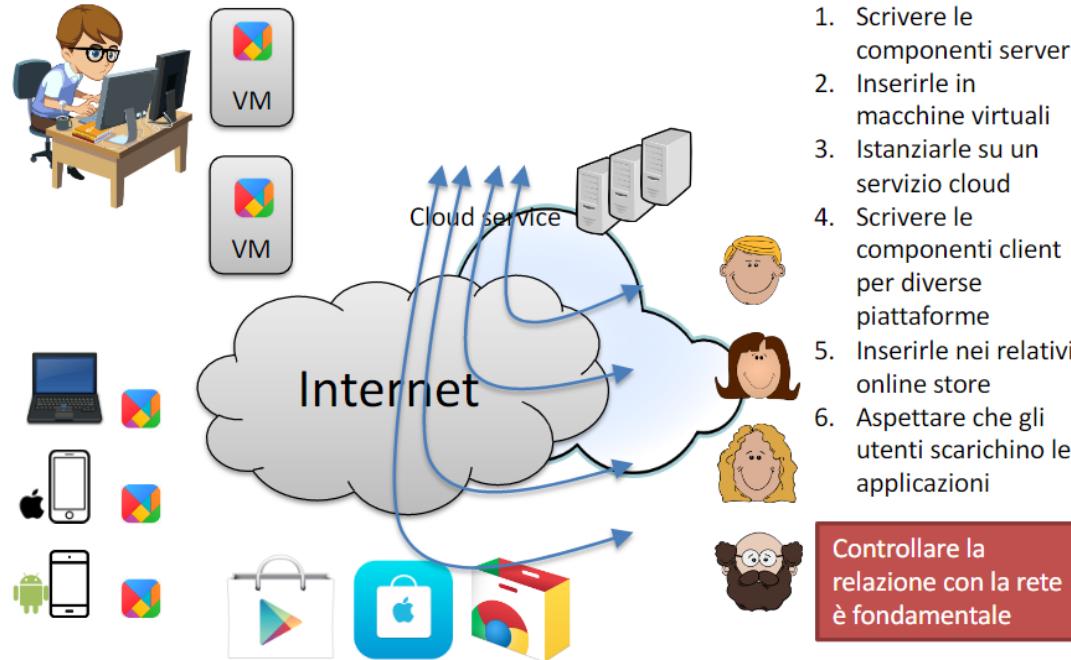
Un sistema distribuito è costituito da un insieme di computer spazialmente separati dove sono dislocati componenti hardware e software che comunicano e coordinano tra loro le loro azioni attraverso scambio di messaggi



LA RETE

- Le applicazioni distribuite sono programmi in esecuzione su più calcolatori che scambiano dati tra loro usando Internet

LA RETE – SCRIVERE UN'APPLICAZIONE OGGI

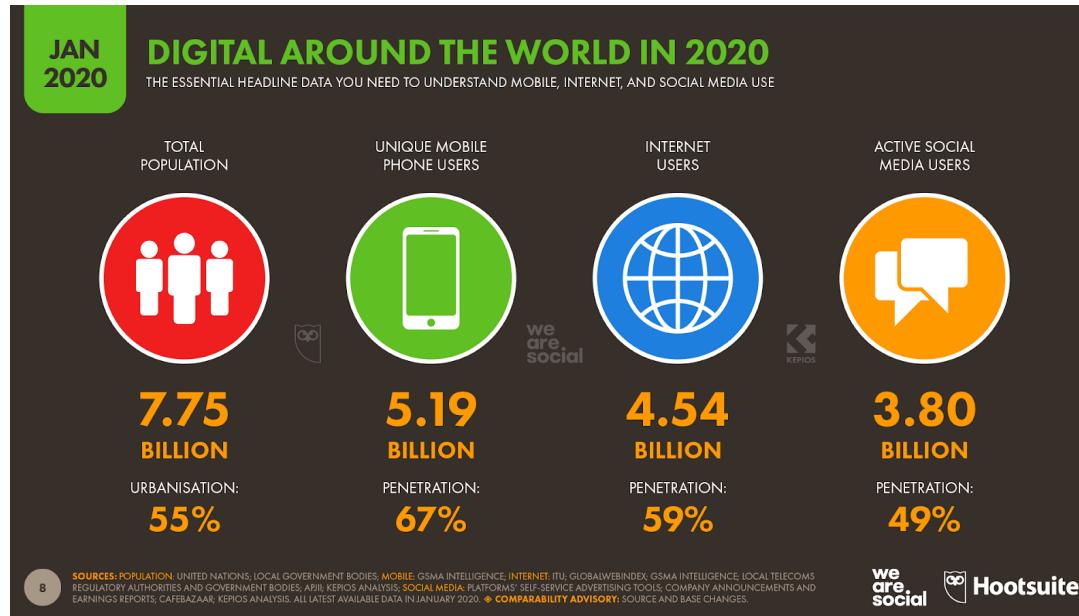


INTERNET OF THINGS

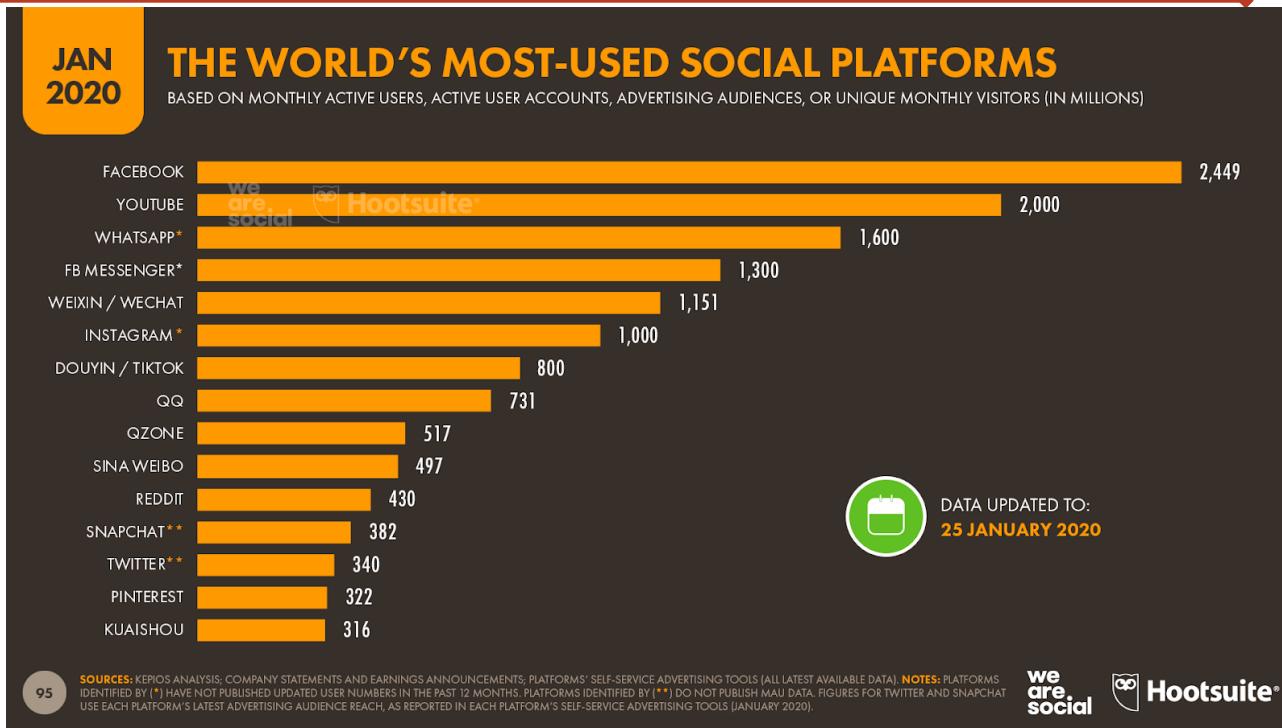


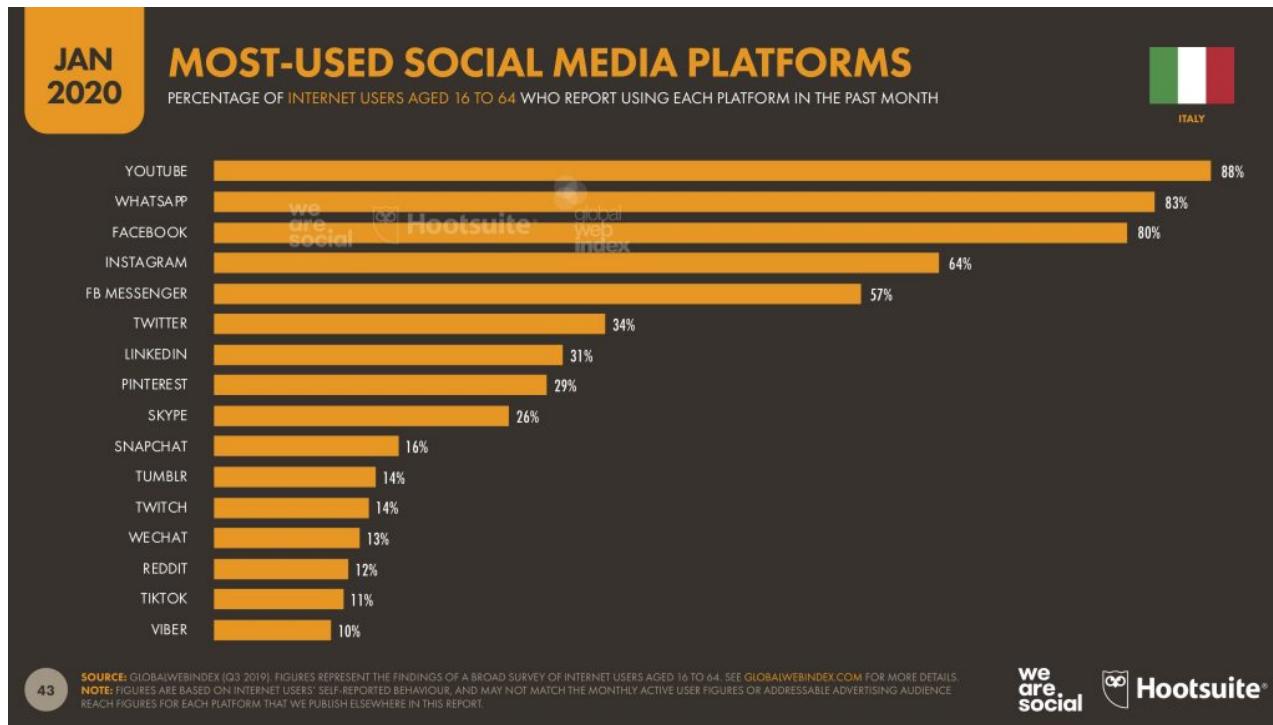
UTENTI INTERNET

- <https://wearesocial.com/it/blog/2020/01/report-digital-2020-i-dati-global/>

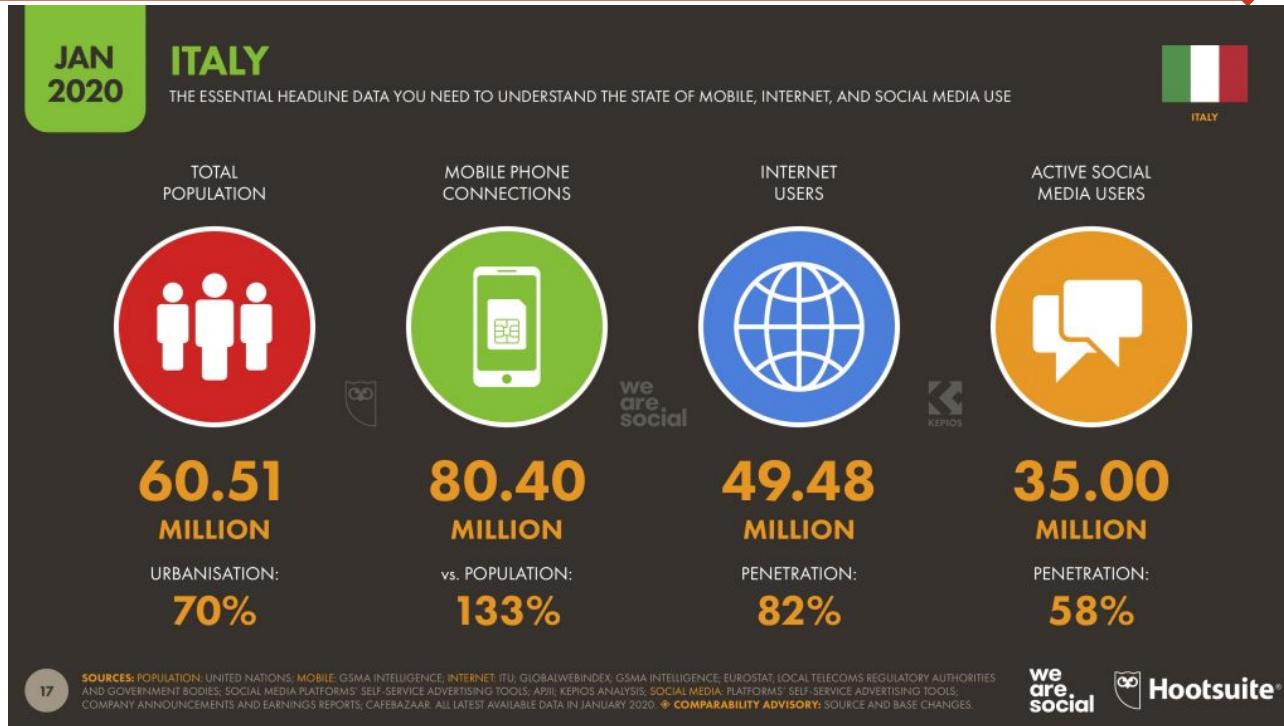


PIATTAFORME



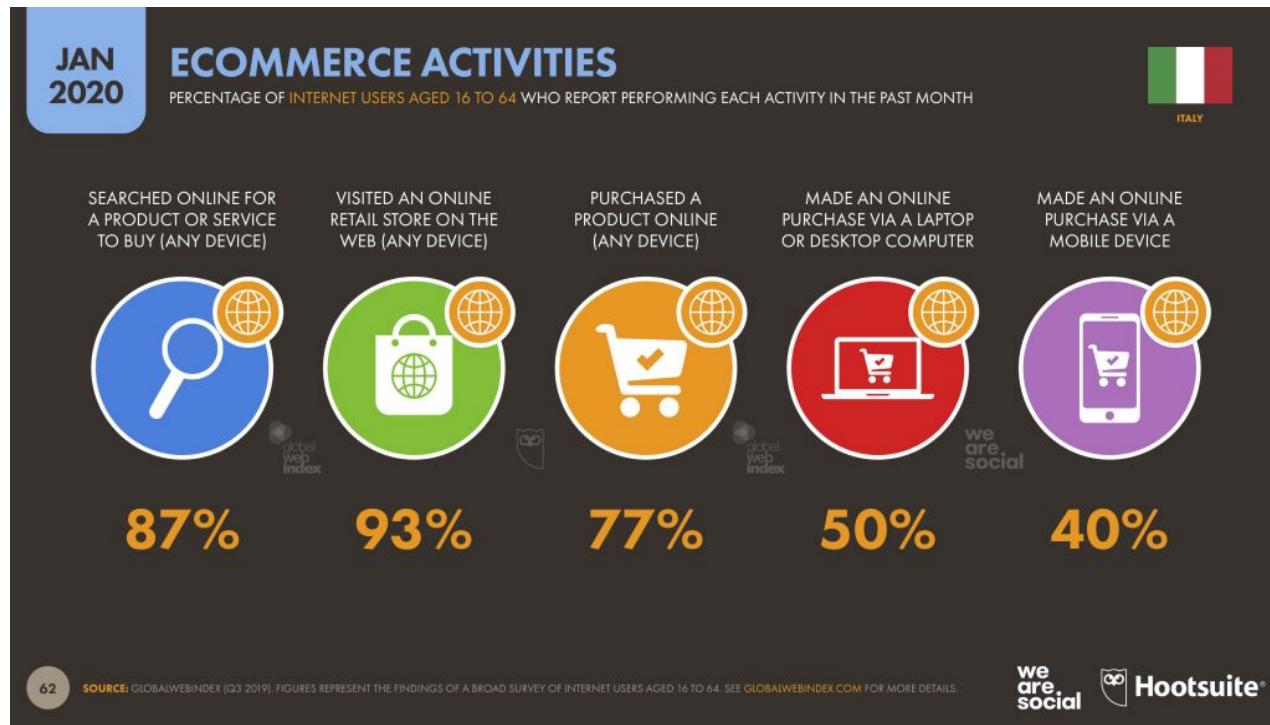


WEB ITALIA

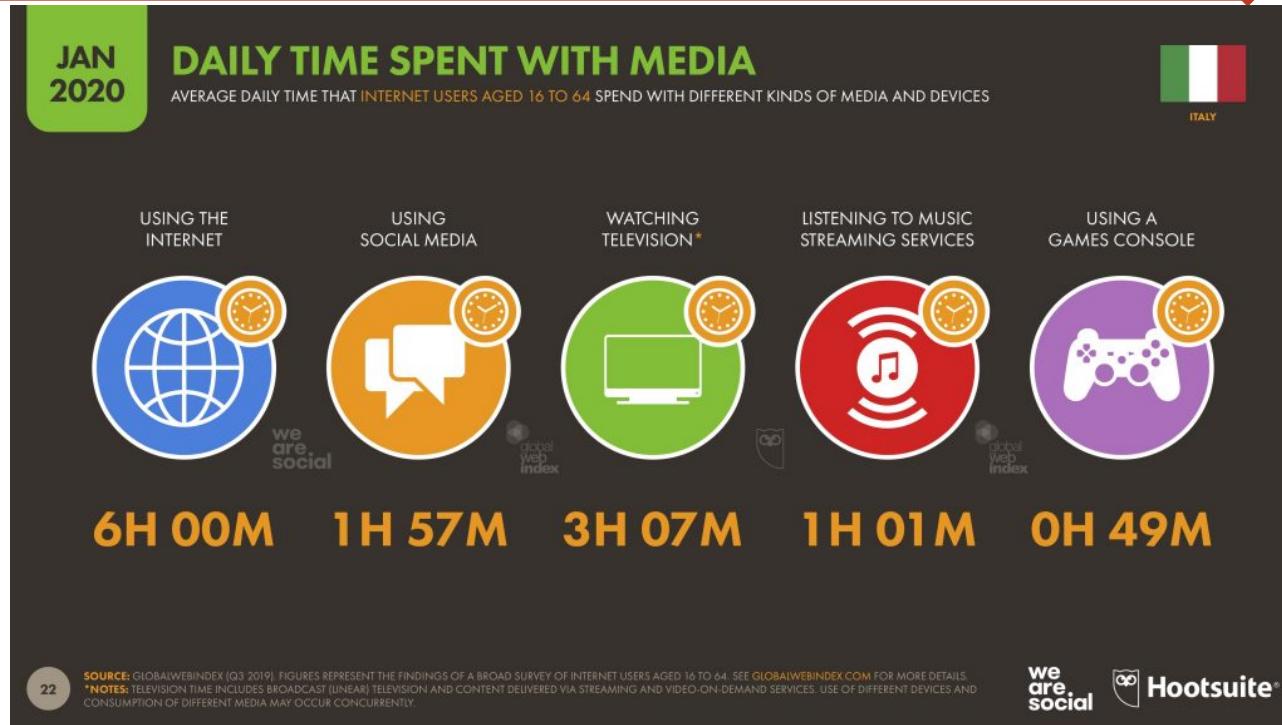


17

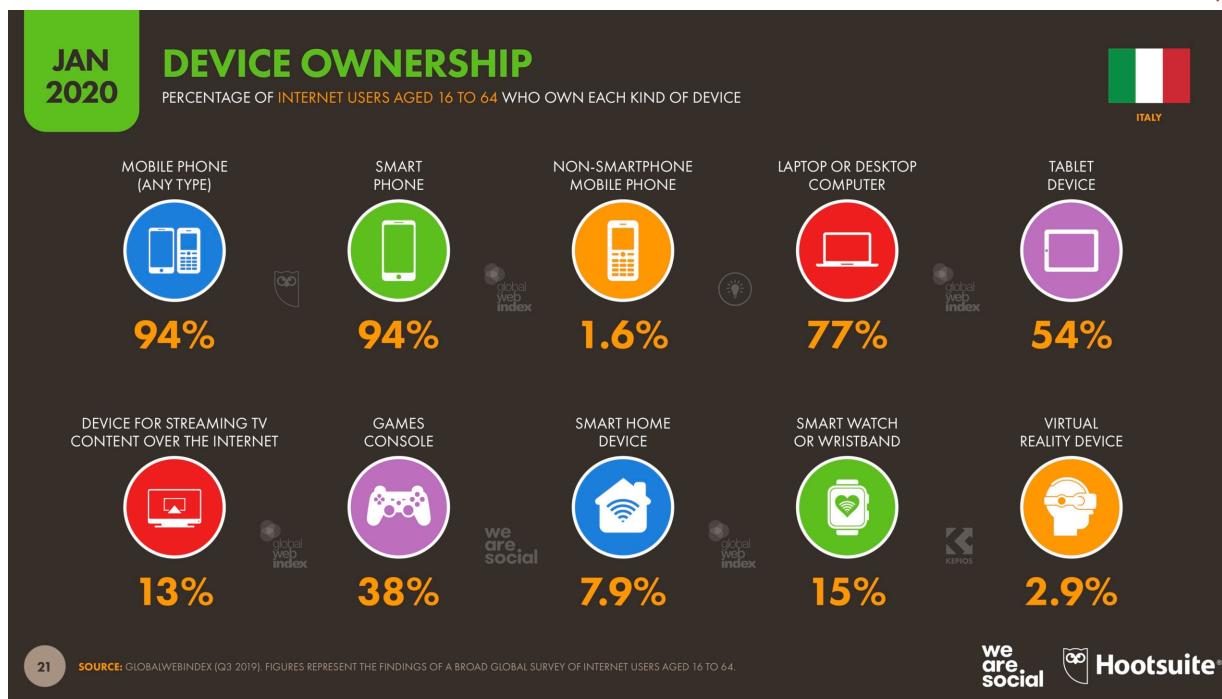
WEB ITALIA



WEB ITALIA

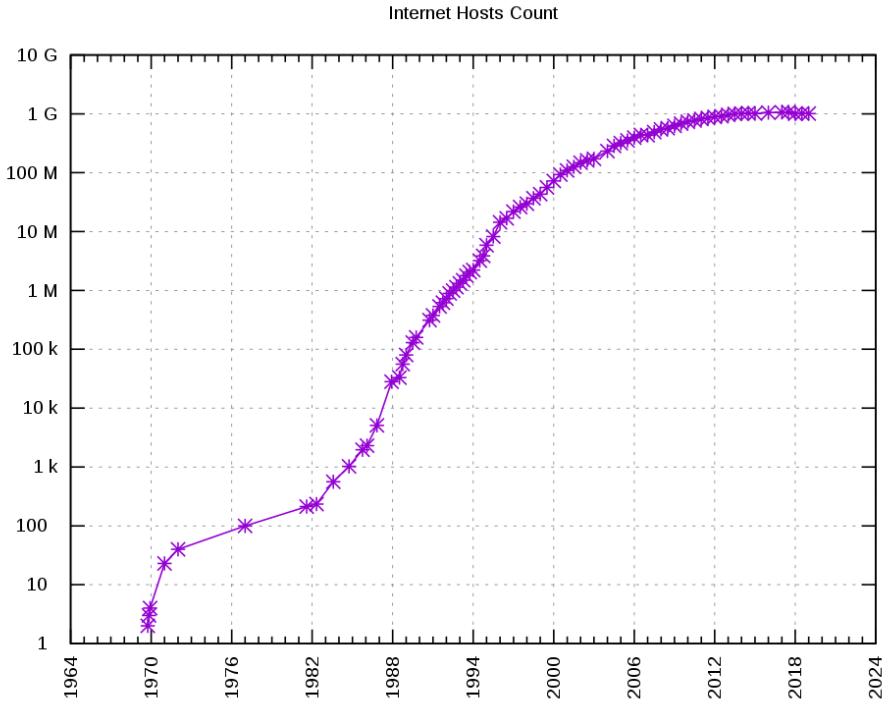


WEB ITALIA



PREVISIONE DI DIFFUSIONE

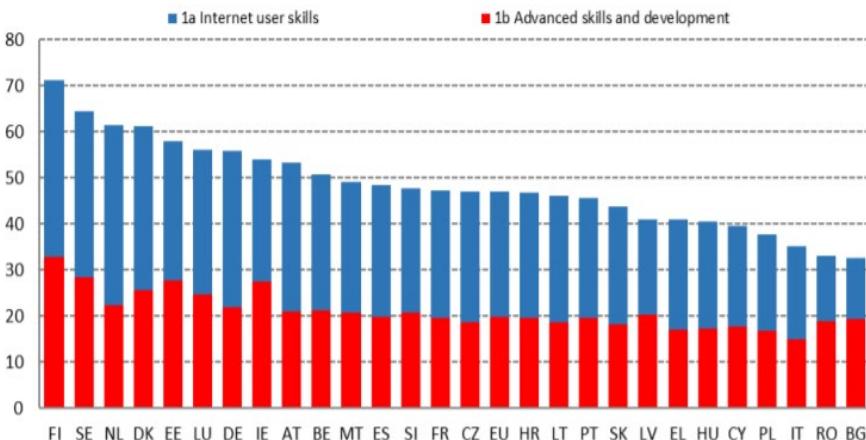
- MAPPE
- <https://maps.agcom.it/>



WEB ITALIA

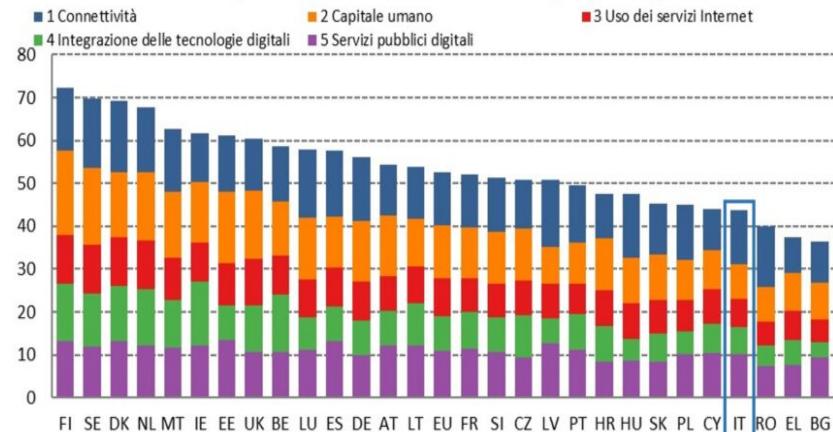
- AGENDA DIGITALE
- <http://www.funzionepubblica.gov.it/digitalizzazione/agenda-digitale>
- <https://www.agendadigitale.eu/scuola-digitale/desi2020-giacomelliurge-digital-act-nuova-strategia-per-le-lacune-italiane/>
- file:///C:/Users/Laura/Downloads/1_DESI_2021_Thematic_chapters__Human_cap_t0JxMi3RxsPm65JiYf7OSP0zf8_80551.pdf

Figure 1 Human capital dimension (Score 0-100), 2021



Source: DESI 2021, European Commission.

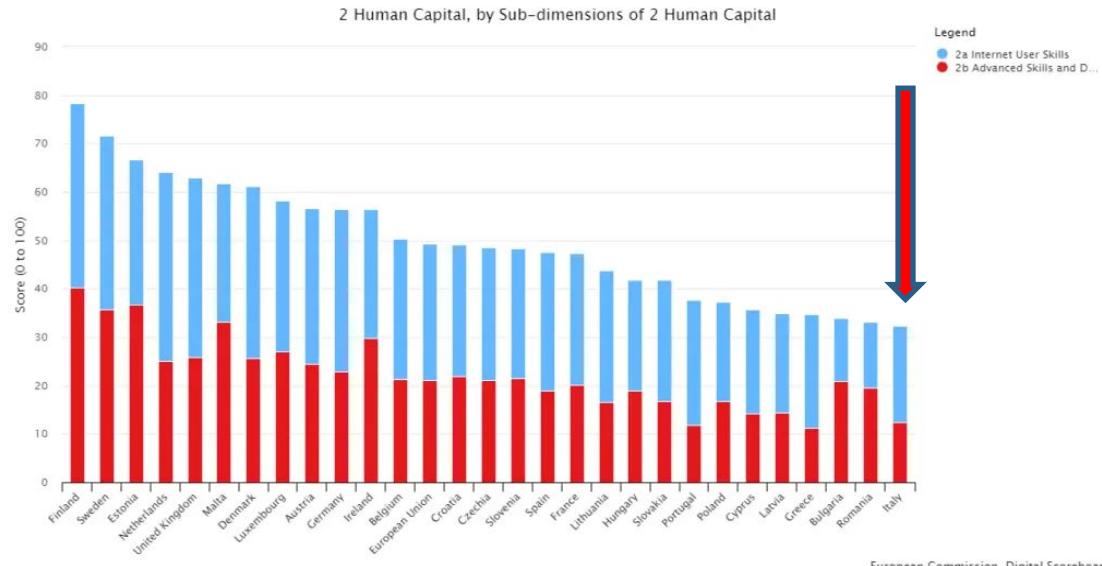
Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI), Ranking 2020

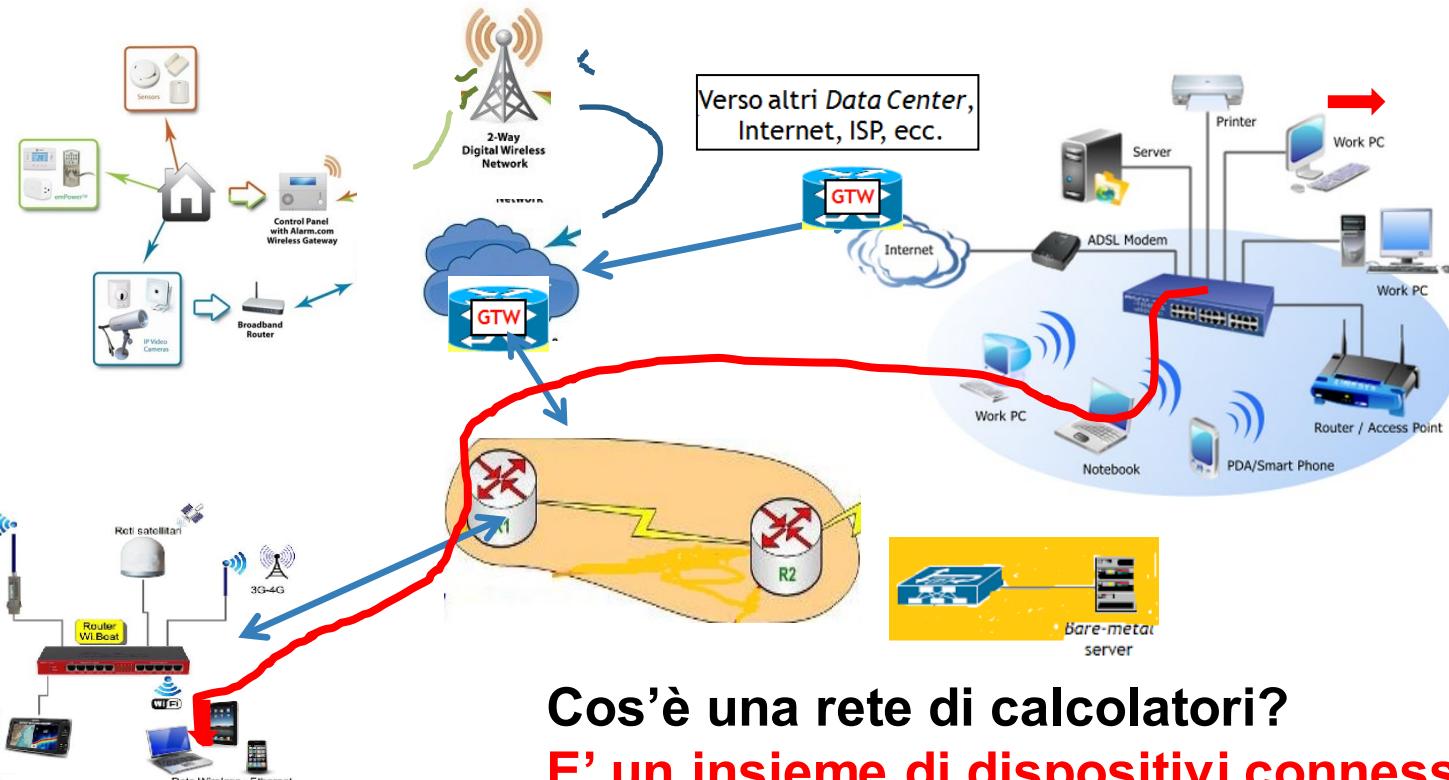


■ IL NOSTRO CAPITALE UMANO SIETE VOI

CAPITALE UMANO

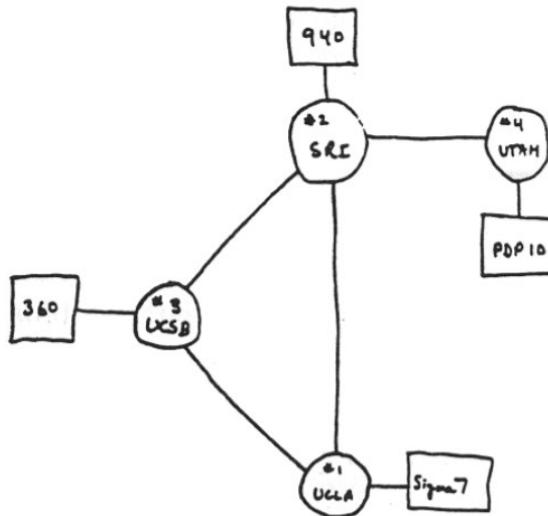
In questa specifica dimensione, di cui fanno parte le competenze di base per l'uso di internet da parte della popolazione e le competenze più avanzate, l'Italia è ultima in Europa. Scendendo nel dettaglio, l'Italia è ultima per numero di laureati nelle discipline dell'ICT, ma anche in tutte le altre sottodimensioni è parecchio al di sotto della media UE.





Cos'è una rete di calcolatori?
E' un insieme di dispositivi connessi tra loro in vario modo per condividere file e risorse

DA DOVE SIAMO PARTITI



THE ARPANET NETWORK

DEC 1969

4 NODES

Fig. ARPANET (1969)

QUANDO NASCE LA RETE

- 20 luglio 1969
 - 29 ottobre 1969



Reti di calcolatori

- Una rete di calcolatori è una struttura eterogenea:
 - Diverse tipologie di punti di accesso (terminali)
 - Diverse tipologie di media
 - Utilizzodi molteplicitecnologiedi connessione e comunicazione
 - Numerose tipologie di servizio
 - Molti e differenti proprietari

ELEMENTI CHIAVE

- **Terminali (Punti di accesso, host o punti terminali):** PC, smartphones, sensori, servers, connected things,.....
- **Dispositivi intermedi:** Sono elementi di interconnessione, sono di varia natura (switch, router, access point, firewalls,...)
- **Mezzi di connessione (links):** Possono essere di diversa natura: cavo o connessione wireless, che usano connessioni radio



Unità Formativa (UF): RETI DI CALCOLATORI

Docente :L.MORELLO

Titolo argomento : Classificazione delle reti



in collaborazione con:



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

Note di copyright



- *Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.*
- *In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.*

Reti di calcolatori/ reti di telecomunicazione

- ▣ Una rete di calcolatori è una struttura eterogenea
- ▣ Un servizio di comunicazione alle applicazioni per il trasporto delle informazioni
- ▣ Diverse tipologie di punti di accesso (terminali)
- ▣ Diverse tipologie di media
- ▣ Utilizzo di molteplici tecnologie di connessione e comunicazione
- ▣ Numerose tipologie di servizio
- ▣ Molti e differenti proprietari
- ▣ Un'architettura di rete (insieme di protocolli e livelli di riferimento definiti dai modelli; l'architettura di una rete può essere proprietaria, se è basata su scelte arbitrarie ed indipendenti del costruttore (le specifiche non sono pubbliche);
 - standard de facto, le specifiche sono di pubblico dominio (ad esempio l'Internet Protocol Suite);
 - standard de iure, se è basata su specifiche pubbliche approvate da enti internazionali che si occupano di standardizzazione (ad esempio l'IEEE 802 e l'OSI).

Reti di calcolatori/ rete di telecomunicazione - Convenzioni

- Sono realizzate utilizzando una grande varietà di hardware, che svolgono diversi servizi, varie tipologie di canali trasmissivi, procedure mediante le quali due terminali(telefoni, computer, smartphone, fax, webcam, ecc) di utente possono scambiarsi informazioni
- Gli elementi che hanno la possibilità di accedere alla rete sono indicati **host** (terminali) : sono laptop, hardware intelligente, tablet. Consentono di ricevere e trasmettere informazioni ma sono sistemi con caratteristiche molto diverse
- I canali di comunicazione utilizzati nelle reti sono di vario tipo e natura e vanno sotto il nome generico di **link** (fibre, cavo, radio...)
- **Nodo di rete**: un qualsiasi dispositivo hardware in grado di comunicare con gli altri dispositivi che fanno parte della rete : lo sono i router e localmente switch access-point,.....----->**operano a livelli diversi**

ELEMENTI CHIAVE

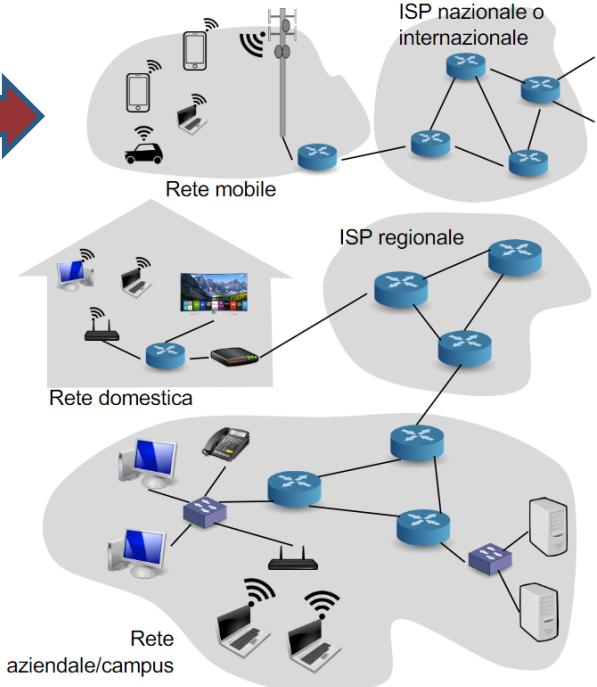
- **Terminali (Punti di accesso, host o punti terminali):** PC, smartphones, sensori, servers, connected things,.....
- **Dispositivi intermedi (NODI):** Sono elementi di interconnessione, sono di varia natura (switch, router, access point, firewalls,...)
- **Mezzi di connessione (links):** Possono essere di diversa natura: cavi o connessione wireless, che usano connessioni radio



Reti di calcolatori/ reti di telecomunicazione

- Prime considerazioni

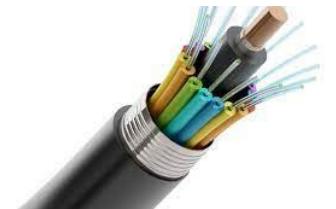
RETI
ESTERNE



RETI LOCALI-
INTERNE

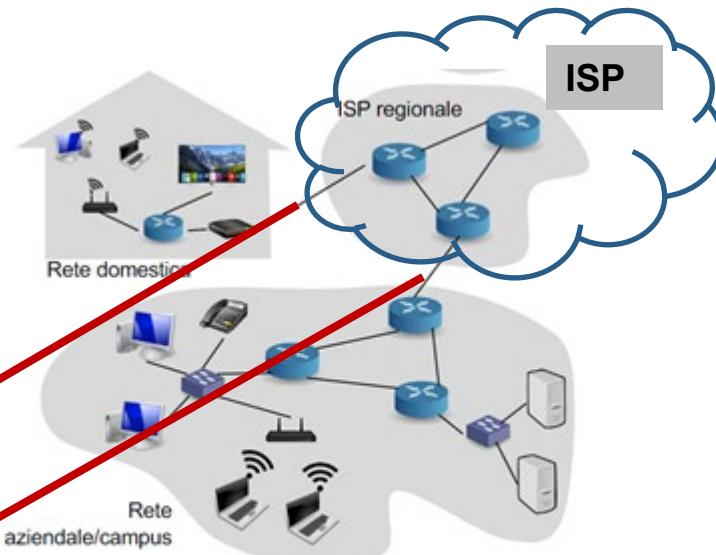
Reti di calcolatori/ rete di telecomunicazione

- Un **link digitale** consente di trasmettere bit (rappresentati simbolicamente con 0 e 1) da un dispositivo ad un altro
- Il **data rate** per un link digitale è il numero di bit che può essere trasmesso su quel link (collegamento media) nell'unità di tempo cioè in un secondo)
- Oggi i media hanno data rate superiori a 1Mb/s, 1Tb/s, 1Gb/s
- Il tempo necessario per trasmettere L bit al rate R è definito come:
 $t=L/R$
- **NUOVI LINK:** <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-connessione-piu-veloce-di-sempre>



Accesso al web

- ISP (<https://www.altalex.com/guide/internet/service-provider>)
- **ISP (Internet Service Provider)**: struttura commerciale o organizzazione che offre agli utenti residenziali o business servizi inerenti ad Internet, dalla semplice connessione fino a servizi più complessi.

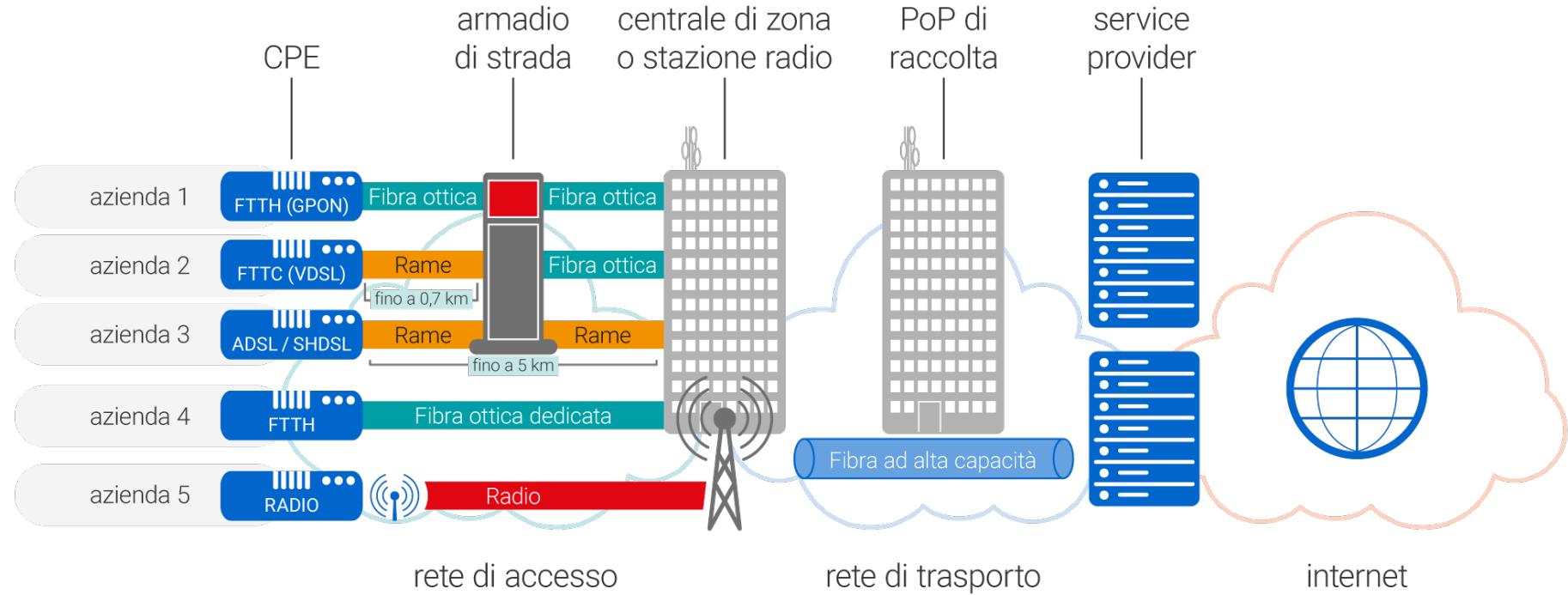


ULTIMO
MIGLIO

PUNTI DI ACCESSO
AL WEB/TECNOLOGIA
PER L'ACCESSO AL
WEB

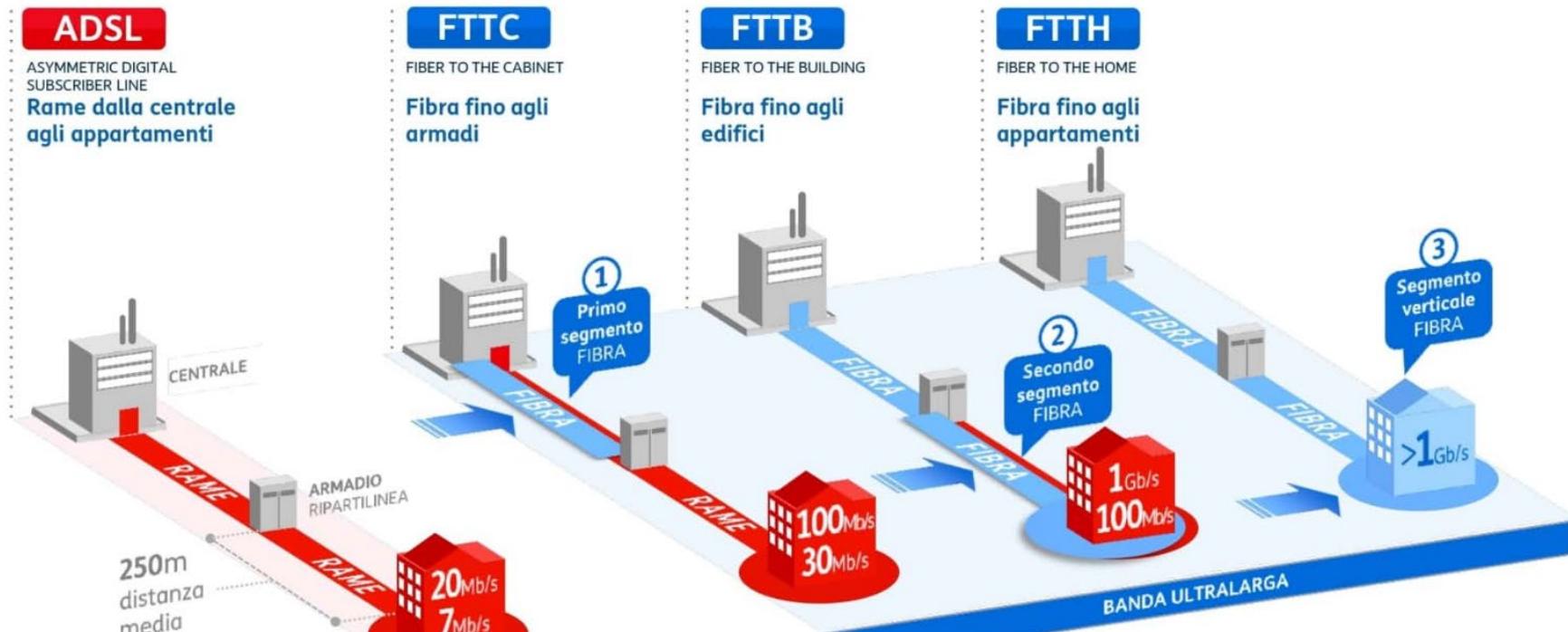
POR Piemonte
FSE 2014-2020

Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



Architetture di rete

Dal rame alla fibra con tre soluzioni complementari e scalabili!



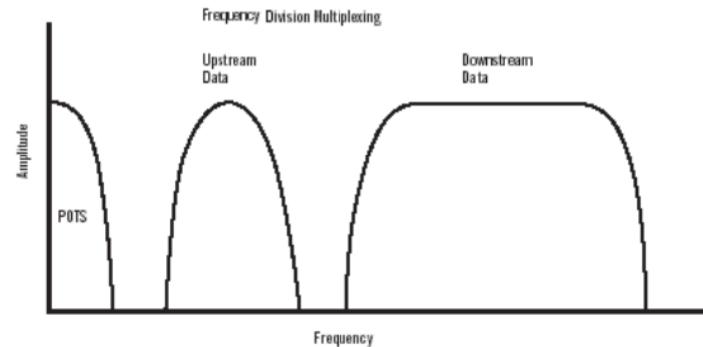
SOSTITUZIONE PARZIALE O
TOTALE DEL DOPPINO

banda ultralarga consiste nella capacità delle reti di inviare dati ad altissima velocità, equivalente ad almeno 100 Mbps (definita "ultra fast broadband" nell'Agenda Digitale Europea) o ad almeno 30 Mbps ("fast broadband"). L'Italia porta avanti un piano strategico per

Accesso al web

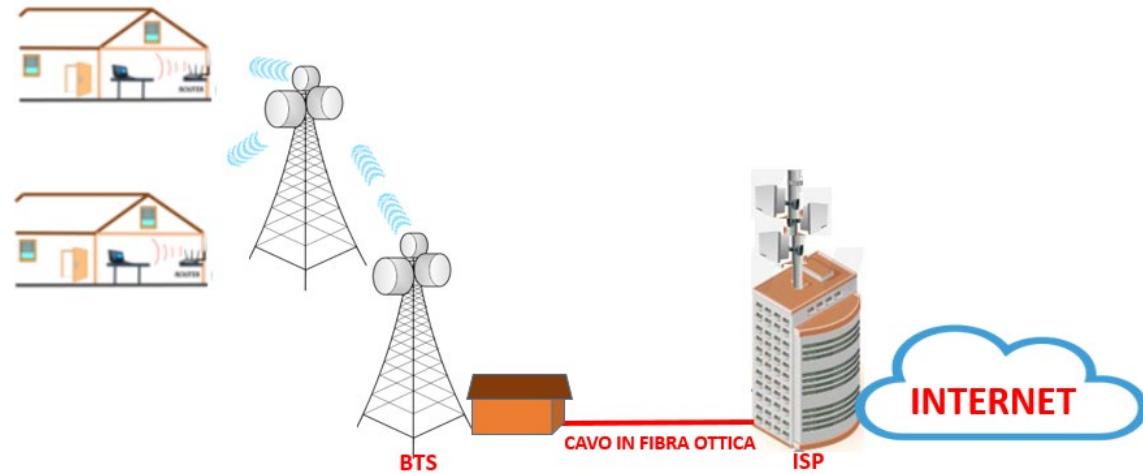
(Si considerano solo le recenti tecnologie)

- ADSL :acronimo di Asymmetric Digital Subscriber Line, si ha una larghezza di banda asimmetrica tra le comunicazioni in download e quelle in upload, fino a 1 Mbps in upstream, fino a 20 Mbps in downstream
- Condivisione del doppino con la rete telefonica (frequenza)
- FTTx

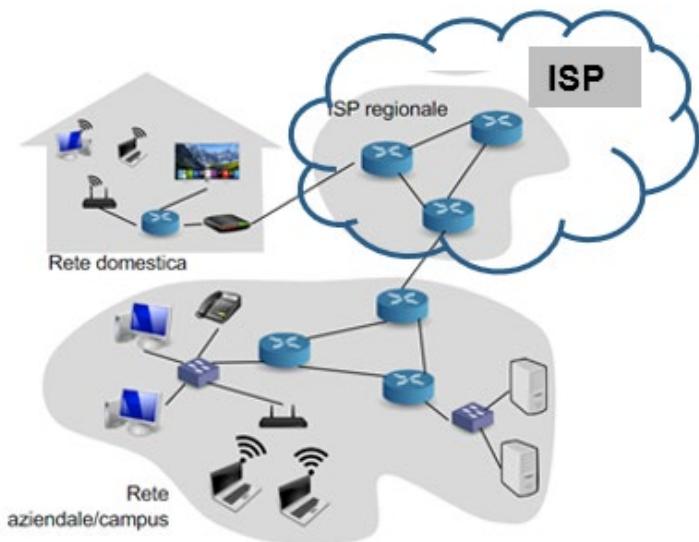
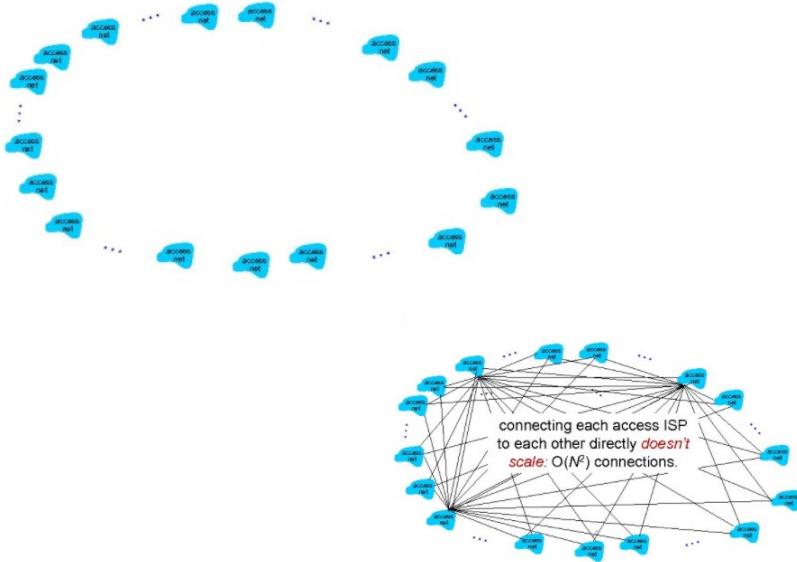


Accesso al web

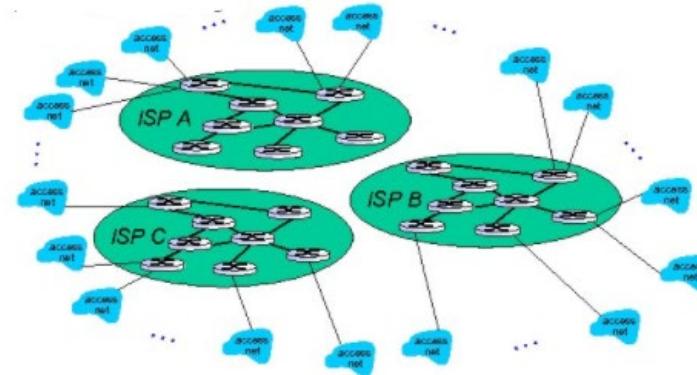
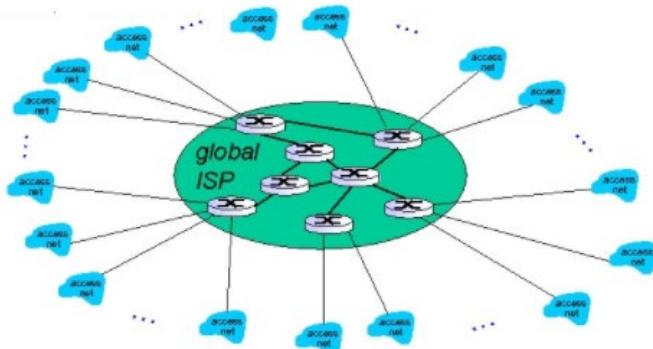
- **FWA (Fixed Wireless Access)**



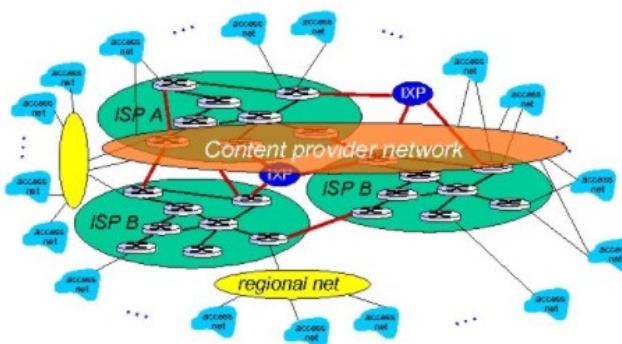
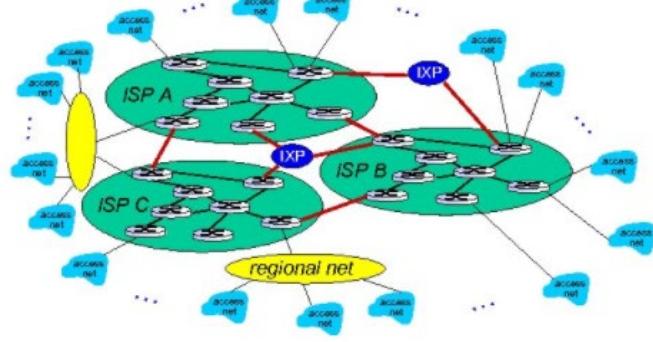
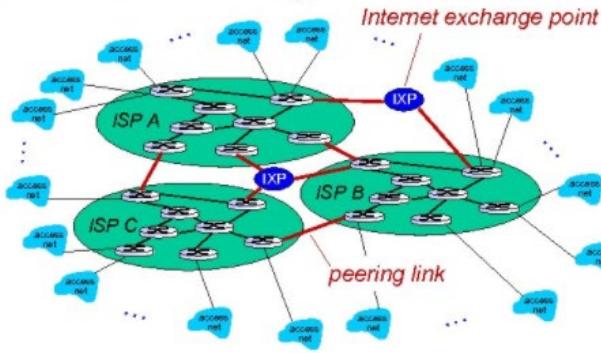
Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



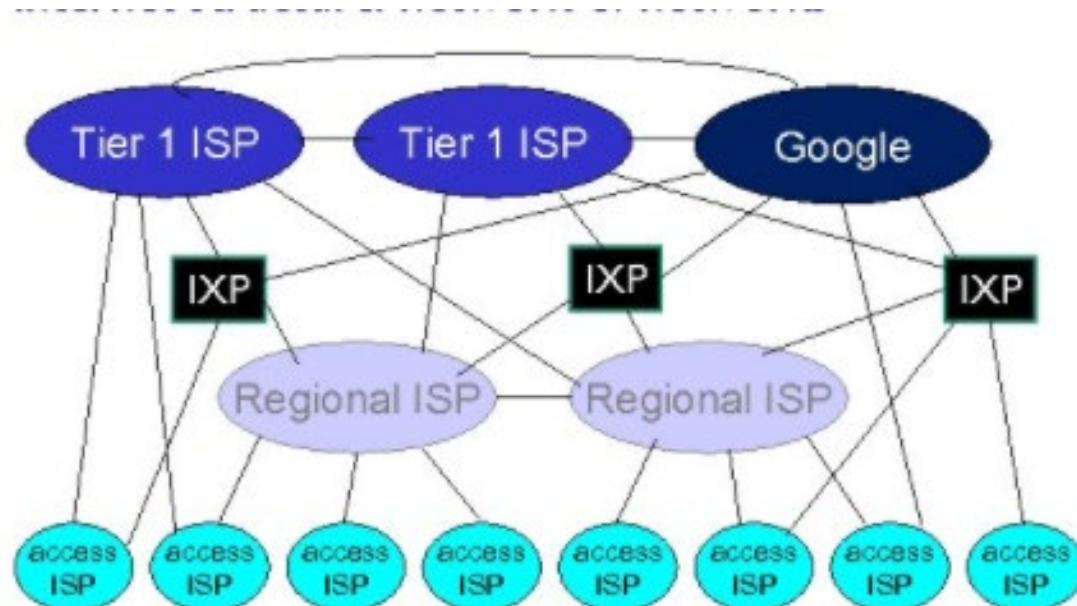
Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione

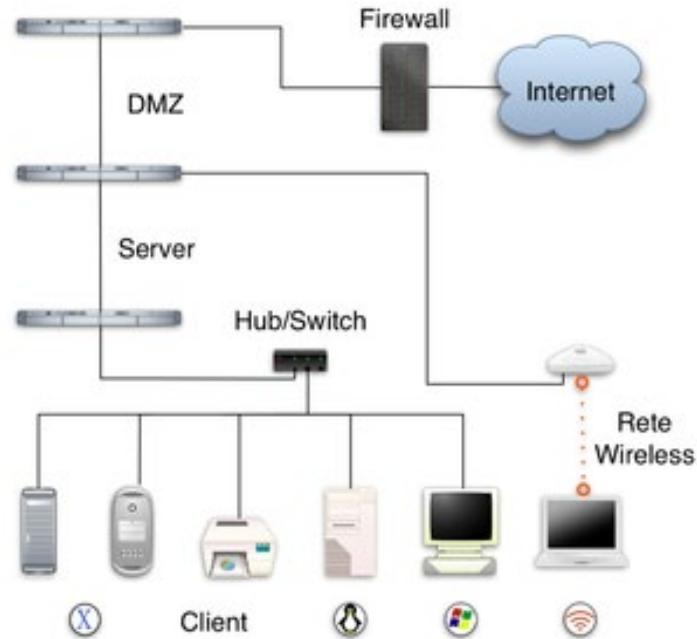


Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



Individuare i diversi tipi di reti e le loro funzionalità

Esempio di rete



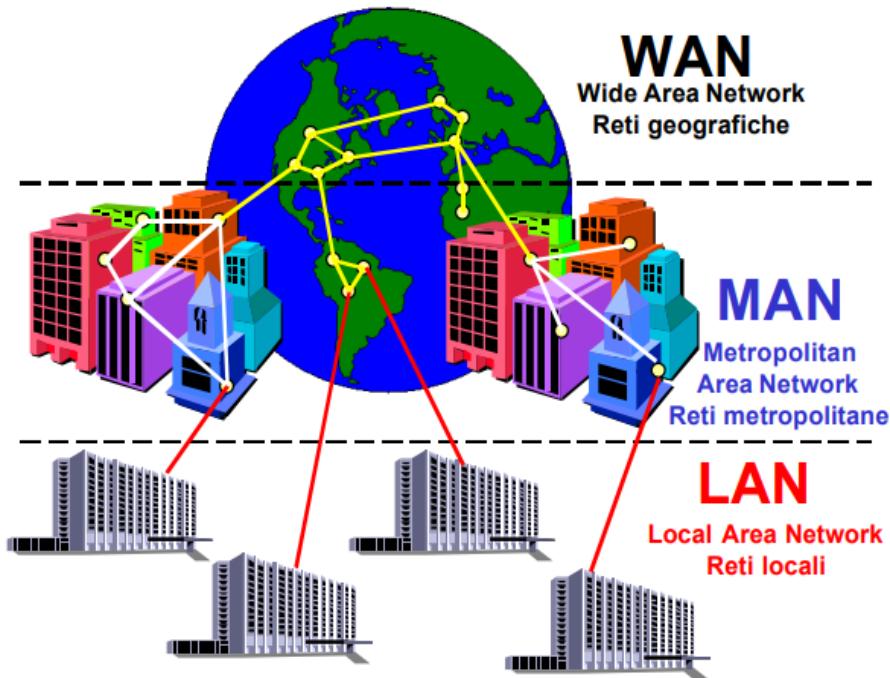
Reti di calcolatori: criteri di classificazione

- In base alla dimensione ed estensione della rete
- In base alla topologia di connessione fra le macchine
- In base al tipo di comunicazione (connectionoriented o connectionless)

Dimensione della rete

- Local Area Networks
- Metropolitan Area Networks
- Wide Area Networks
- Wireless Networks
- Home Networks
- Internetworks

Dimensione della rete



Dimensione della rete

Distanza fra CP	Ambiente	Tipologia
1 m	Sistema di computer	Multicomputer
10 m	stanza	LAN
100 m	Edificio	LAN
1 Km	Campus	LAN
10 Km	Città	MAN
100 Km	Nazione	WAN
1000 Km	Continente	WAN
>>>	Tutto	Internet

Unità Formativa (UF): RETI DI CALCOLATORI

Docente :L.MORELLO

Titolo argomento : Classificazione delle reti



in collaborazione con:



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

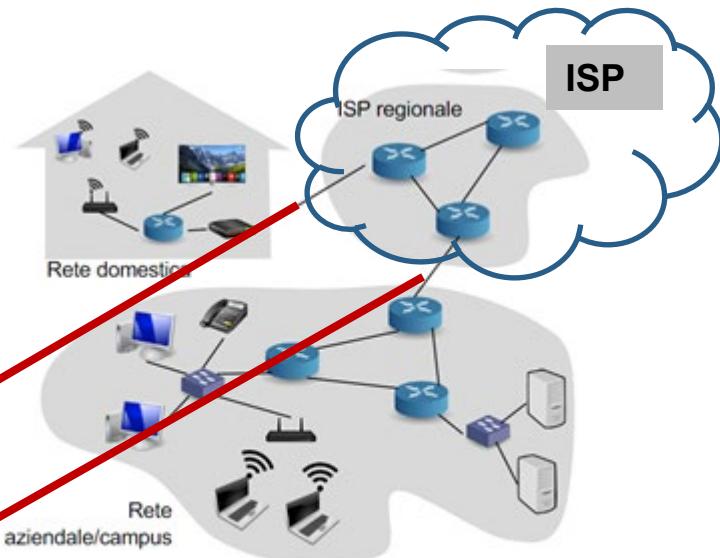
Note di copyright



- *Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.*
- *In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.*

Accesso al web

- ISP (<https://www.altalex.com/guide/internet/service-provider>)
- **ISP (Internet Service Provider)**: struttura commerciale o organizzazione che offre agli utenti residenziali o business servizi inerenti ad Internet, dalla semplice connessione fino a servizi più complessi.



ULTIMO
MIGLIO

PUNTI DI ACCESSO
AL WEB/TECNOLOGIA
PER L'ACCESSO AL
WEB

POR Piemonte
FSE 2014-2020

3G-4G-5G

- <https://5g-ppp.eu/european-commission-additional-news/>
- Con il termine **1G** si intende il primo standard di trasmissione di telefonia mobile, dunque la prima generazione di reti mobili. Le reti 1G trasmettevano i dati utilizzando trasmissioni dati analogiche per servizi voce
- Il **2G** iniziò ad emergere sul finire degli anni '80 e, rispetto alle reti di prima generazione, si basa su tecnologie digitali per il segnale voce, raggiungendo una velocità di 64 kbps con una larghezza di banda di 30-200KHz. Queste caratteristiche rendono possibili servizi notissimi come i short message services, conosciuti da tutti come SMS, e i multimedia messaging services(MMS),

WHAT IS 5G? CONTRIBUTION OF EU RESEARCH

What 5G will bring to you?	What's new with 5G?	EU projects	5G applications	Why not today?
<i>amazing volume amazingly fast</i>	spectrum extension; millimetre waves; cell densification; increase spectral efficiency; advanced antennas; 3D beam-forming techniques; new electronic components; backhaul optimization; D2D; moving networks (vehicle based cells)	     	   	spectrum saturation; limited spectrum aggregation; current hardware not able to function at high frequencies; expensive deployment & maintenance of small cells
<i>always best connected</i>	combination of 4G, 5G, Wi-Fi & new radio access to create an integrated & dynamic radio access network; connectivity management mechanisms	   	   	seamless handover (e.g. cellular to Wi-Fi) not supported
<i>no perceived delay</i>	ultra-low latency; software-defined networks; decoupling functional architecture from the underlying physical infrastructure; network intelligence closer to users; MEC (mobile edge computing); D2D	   	      	4G latency > 10ms
<i>massive amount of connected things & people</i>	new waveform; cell densification; much less signalling traffic & no synchronisation; RAN architecture	 	   	current OFDM waveform limitations; interference prevents scaling up; 4G capacity cost; energy consumption
<i>energy efficiency</i>	millimetre waves; front-haul & backhaul; new operation mechanisms for dense networks; pooling of base station processing; on-demand consumption; massive machine communications; power amplifiers; DSP (digital signal processing)-enabled optical transceivers; harvesting ambient energy; optimization of sleep mode switching	  	 	base stations idle time not optimised; unused functions activated; air interface/hardware not energy optimized
<i>flexible programmable networks</i>	software-defined networks; network function virtualisation; decoupling functional architecture from the underlying physical infrastructure; APNs	 	   	many various network management software; not interoperable; bundling of network functions in hardware boxes
<i>secure networks</i>	physical channel authentication; virtualised authentication		  	Security as add-on not by design; fragmented approach

3G-4G-5G

- La seconda generazione di reti cellulari fa uso di tecniche di modulazione digitale, come il Time Division Multiple Access (TDMA) e il Code Division Multiple Access (CDMA). Lo standard più diffuso del 2G è il GSM.
- La terza generazione di reti mobili venne introdotta nei primi anni 2000. Il principale obiettivo della rete 3G era quello di incrementare la velocità, rendendo possibile passare dai 144 kbps a 384 kbps. Oltre alla comunicazione via voce (chiamate digitali), infatti, lo standard offre servizi dati, accesso a TV/video, navigazione di siti web, invio di e-mail, video conferenze, utilizzo di mappe di navigazione. La larghezza di banda della terza generazione di reti cellulari è di 15-20 MHz, utilizzata per internet ad alta velocità e video chatting al raggiungimento di una velocità sino a 2Mbp

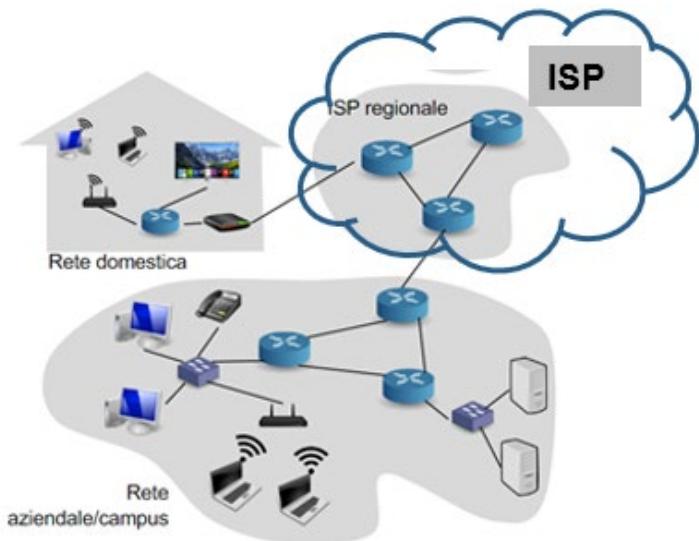
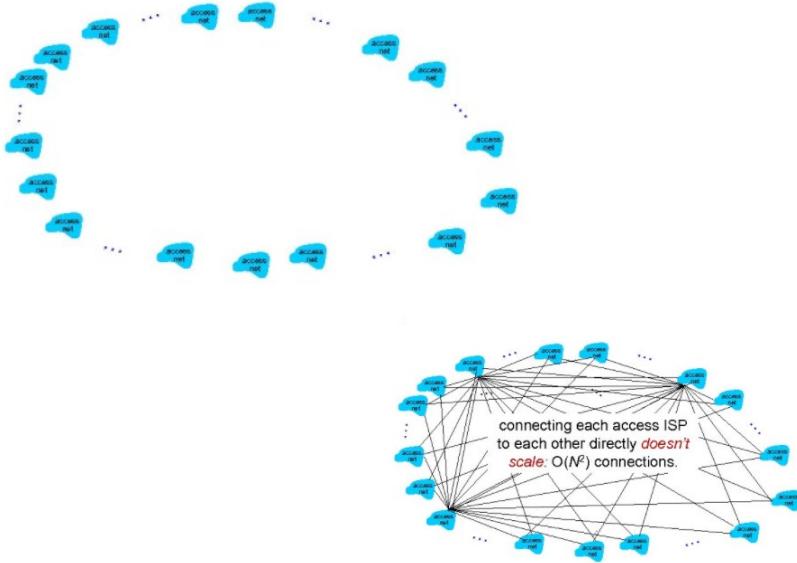
3G-4G-5G

- Diversamente dal 3G, comunque, il 4G utilizza l'IP anche per pacchetti voce, costituendo il cosiddetto all-IP standard. Grazie all'uso dell-IP la rete 4G è meno costosa e i dati possono essere trasmessi molto più velocemente
- La velocità del 5G dovrebbe raggiungere picchi di 20 Gbps e per far sì che sia possibile, si appoggia su frequenze estremamente alte, fino a 300 GHz. Il 5G dà la possibilità di connettersi a velocità elevatissime a un numero maggiore di dispositivi contemporaneamente nella stessa zona, aprendo in questo modo nuove possibilità ad esperienze AR e VR, e allo stesso tempo, rende possibile l'internet delle cose (IoT).

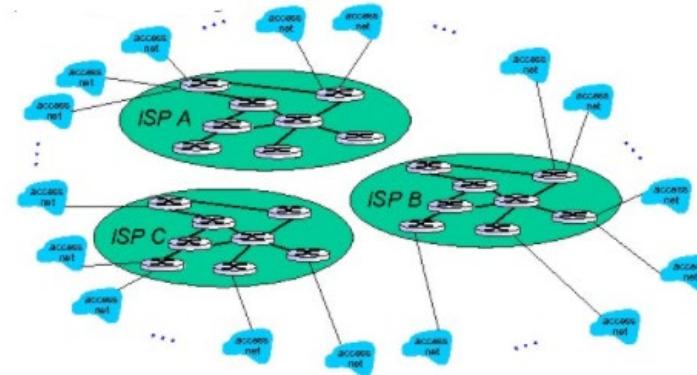
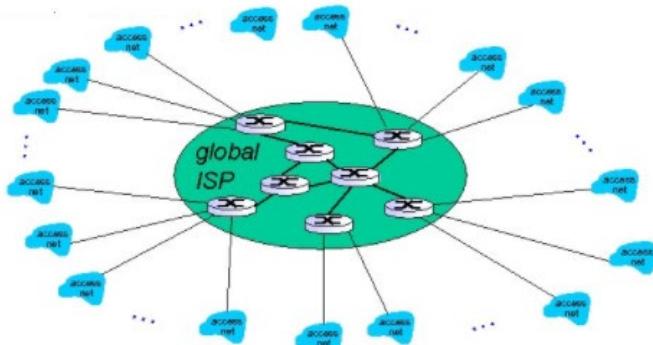
3G-4G-5G

- Lo standard 4G continua ad oggi ad essere migliorato e supporta velocità di trasmissione dati superiori a 1 Gbps, oltre alle applicazioni IoT (Internet of Things). Non è però stato in grado di soddisfare pienamente i requisiti IMT2020. Per questo motivo 3GPP ha sviluppato la 5G NR (New Radio), una nuova Radio Access Technology (RAT). Combinando 5G NR e LTE, 3GPP offre in tal modo uno standard composito che soddisfa i requisiti IMT2020.

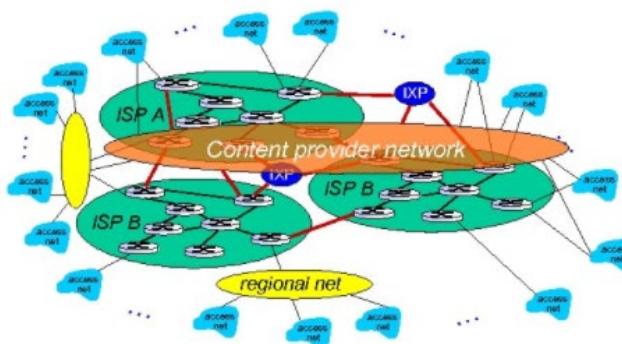
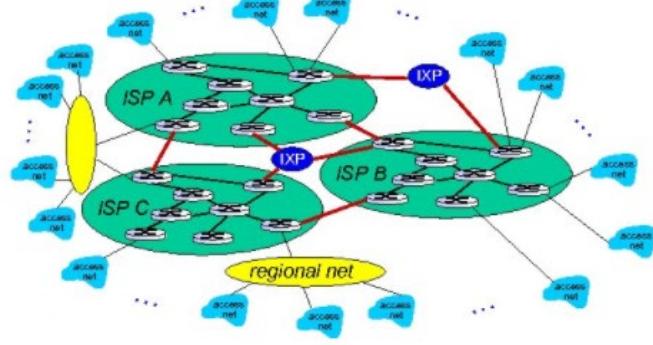
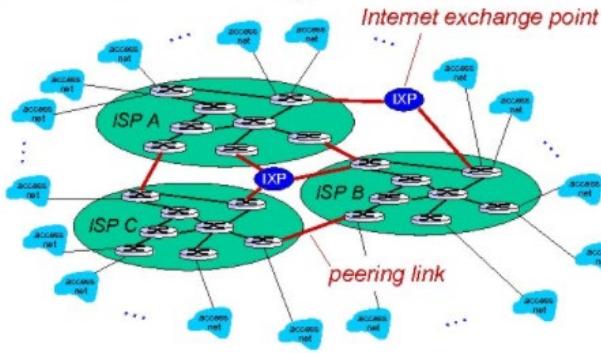
Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



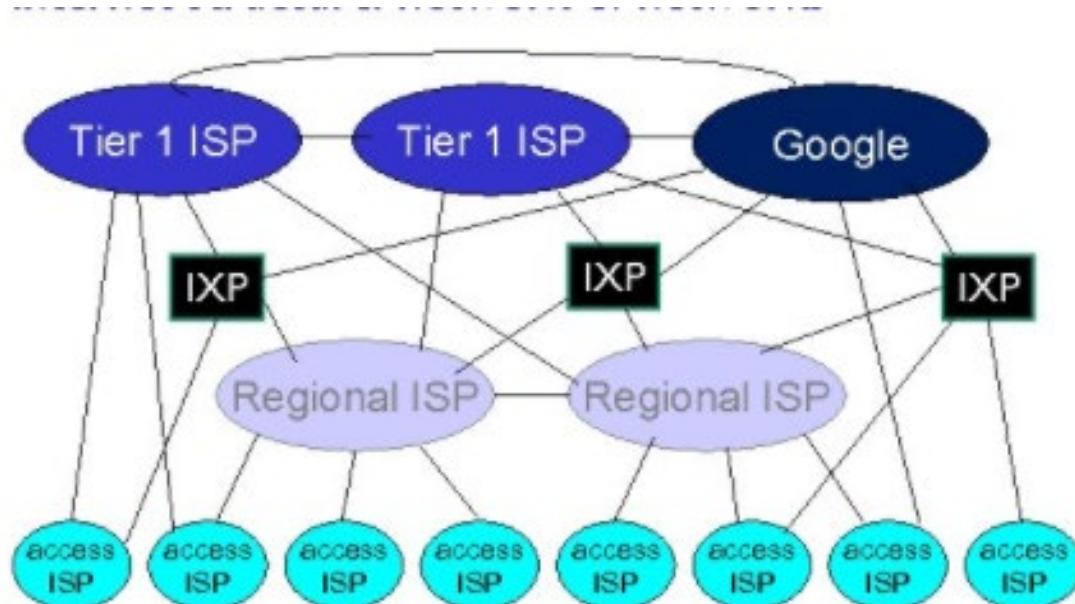
Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione

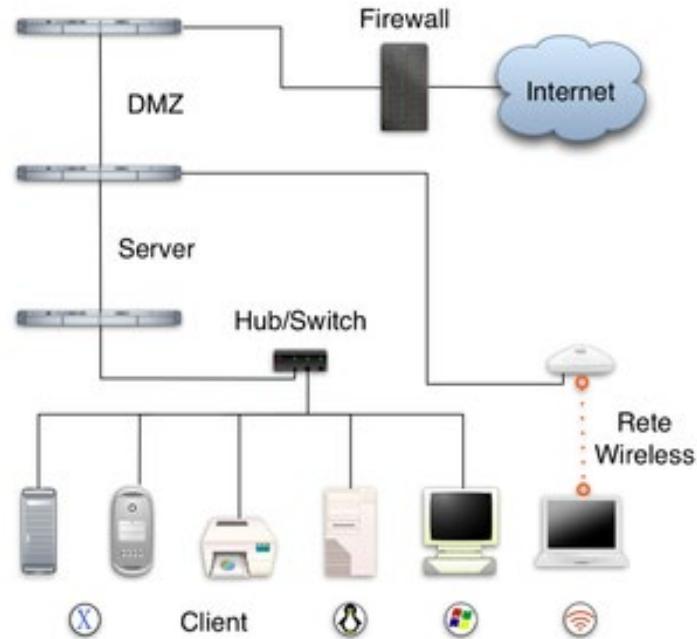


Reti di Calcolatori/Reti di Telecomunicazione



Individuare i diversi tipi di reti e le loro funzionalità

Esempio di rete



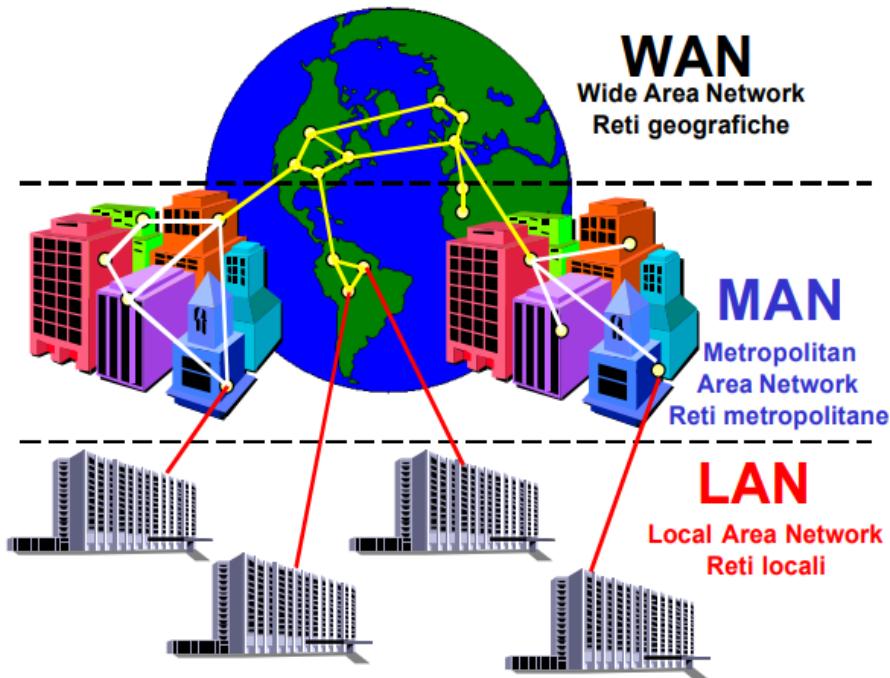
Reti di calcolatori: criteri di classificazione

- In base alla dimensione ed estensione della rete
- In base alla topologia di connessione fra le macchine
- In base al tipo di comunicazione (connectionoriented o connectionless)

Dimensione della rete

- Local Area Networks
- Metropolitan Area Networks
- Wide Area Networks
- Wireless Networks
- Home Networks
- Internetworks

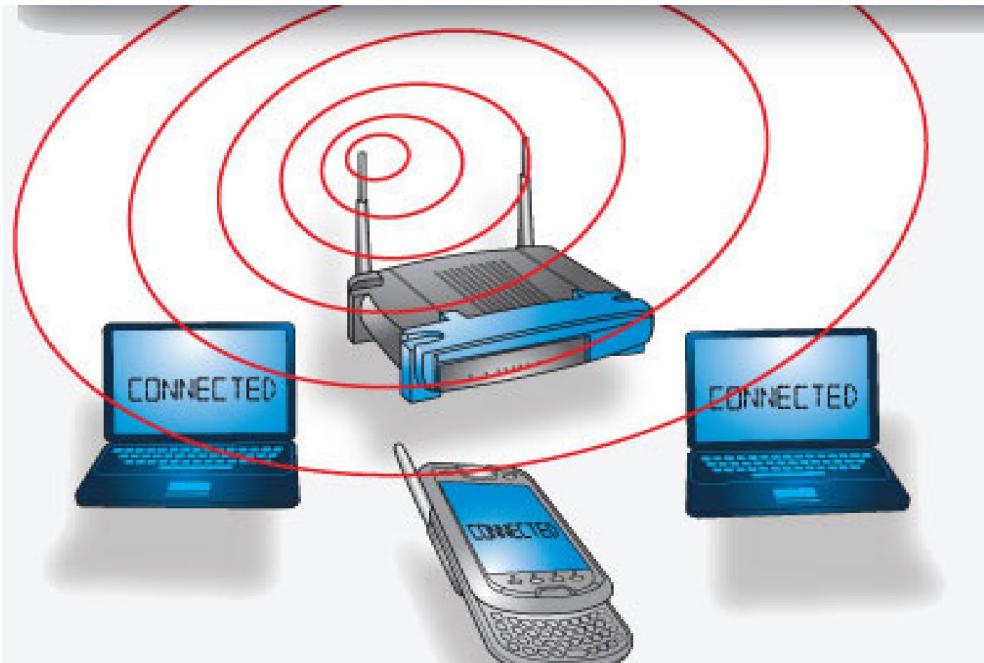
Dimensione della rete



Dimensione della rete

Distanza fra CP	Ambiente	Tipologia
1 m	Sistema di computer	Multicomputer
10 m	stanza	LAN
100 m	Edificio	LAN
1 Km	Campus	LAN
10 Km	Città	MAN
100 Km	Nazione	WAN
1000 Km	Continente	WAN
>>>	Tutto	Internet

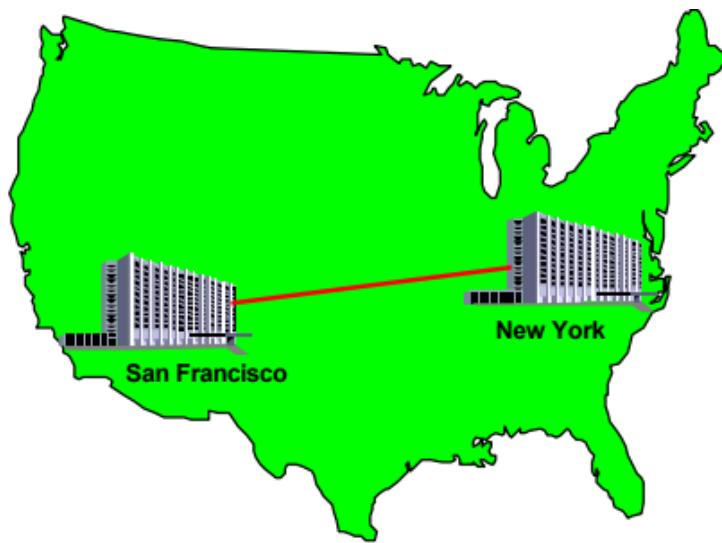
Wireless Network



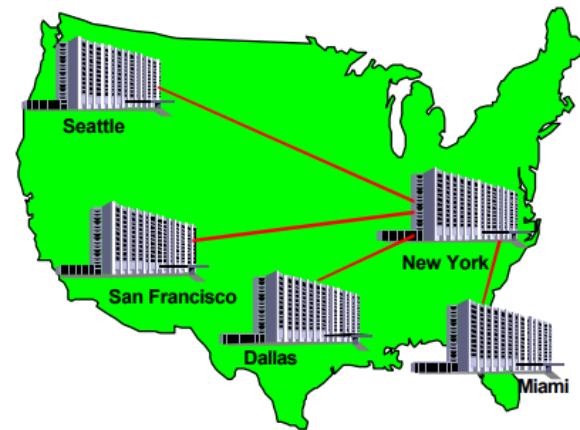
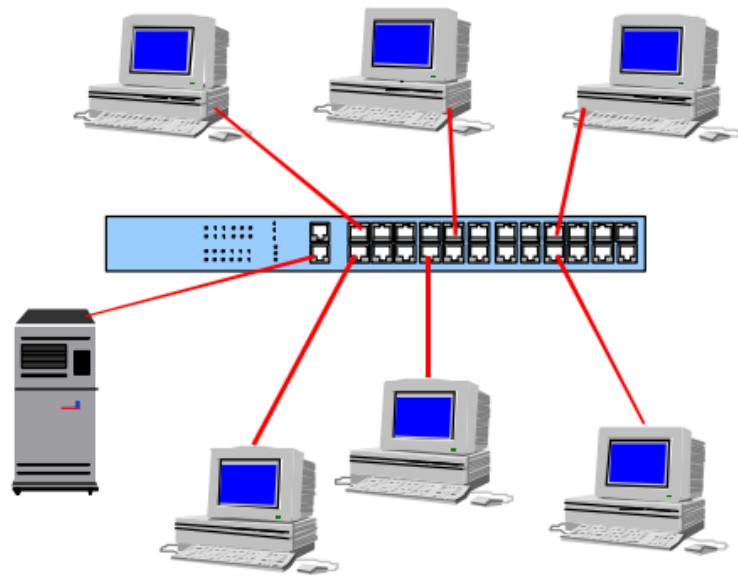
Topologie di rete

- Punto – punto
- Stella
- Bus
- Mesh

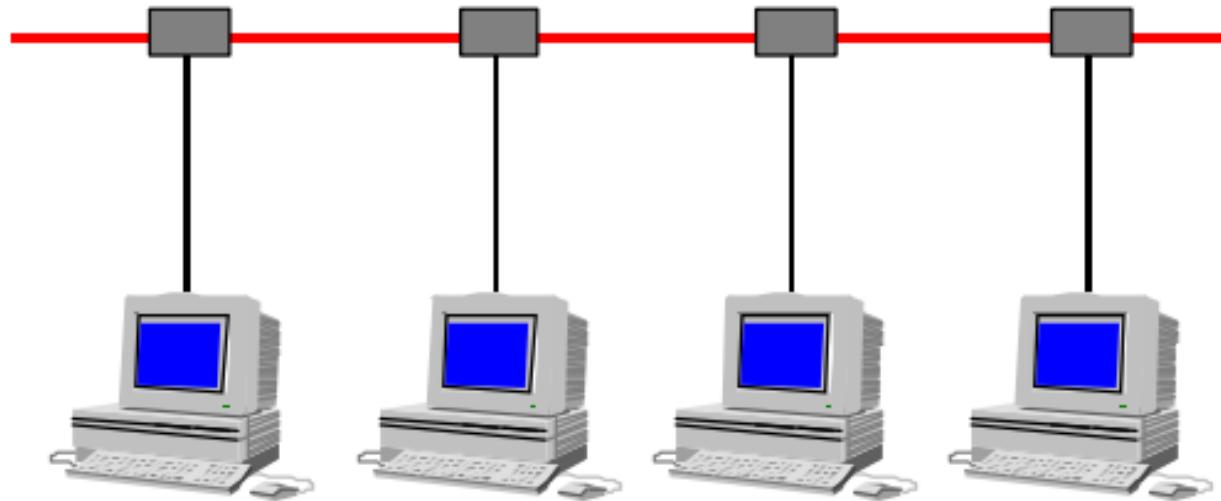
Topologia punto - punto



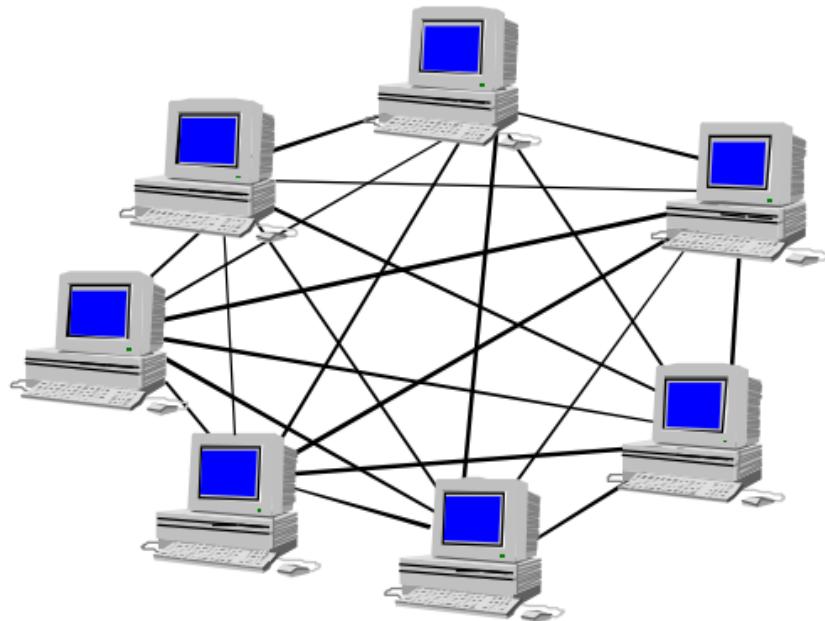
Topologia Stella



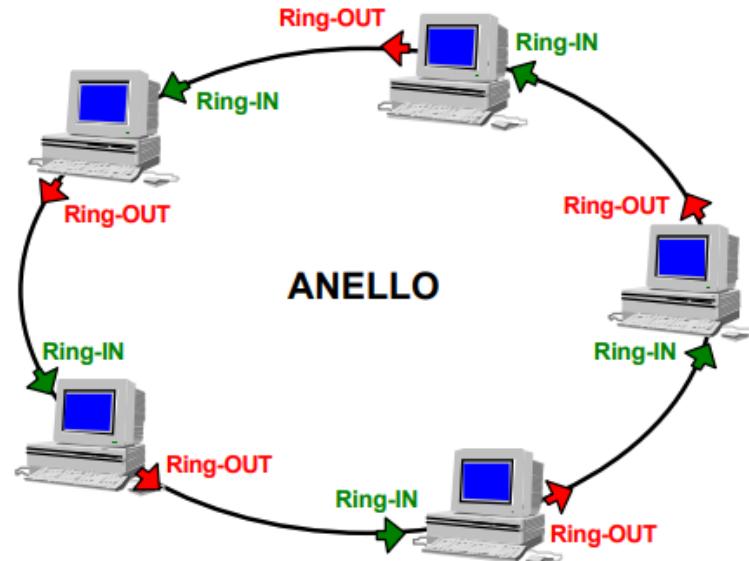
Topologia BUS



Topologia mesh



Topologia ad anello



Modello a strati

La complessità di comunicazione tra device comporta la ricerca di soluzioni tecniche per

- Ricezione e Trasmissione fisica
- Controllo degli errori
- Controllo di flusso
- Conversione dei dati
- Crittografia
- Sicurezza
- Sincronizzazione
- Un approccio logico , pragmatico e sistematico è quello di analizzare tali problematiche singolarmente --- > “Divide et Impera”
- Nelle reti di calcolatori questo ha condotto a modelli «a strati»

Modello a strati

- Il modello a strati agevola la gestione della complessità, ma ciascun strato /livello:
 - è responsabile di un sottoinsieme definito e limitato di compiti
 - funziona in maniera «lascamente» accoppiata con gli altri
 - interagisce solo con gli strati immediatamente superiore ed inferiore
 - fa affidamento sui “servizi” forniti dallo strato immediatamente inferiore
 - fornisce “servizi” allo strato immediatamente superiore
- Alcuni strati sono realizzati in HW altri in SW

Modello a strati

- **Vantaggi:**

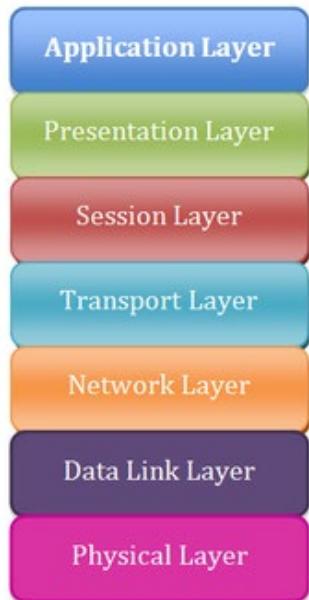
- l'indipendenza tra gli strati consente la sostituzione di uno strato con un altro di pari livello che offre i medesimi servizi allo strato superiore
- limitare le funzionalità di uno strato ne semplifica la realizzazione

- **Svantaggi:**

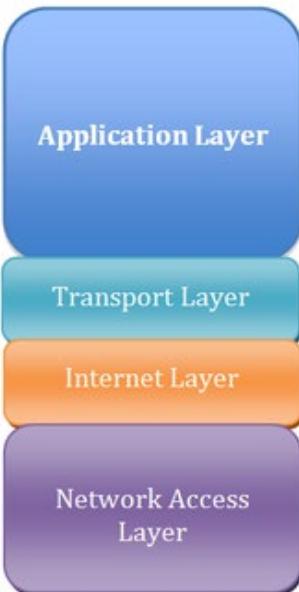
- L'eccessivo numero di strati può portare ad inefficienze

Modello a strati – Modello ISO/OSI

OSI Model



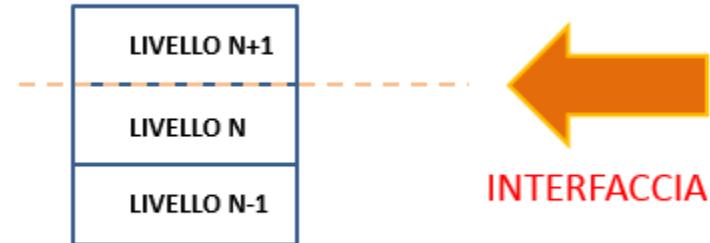
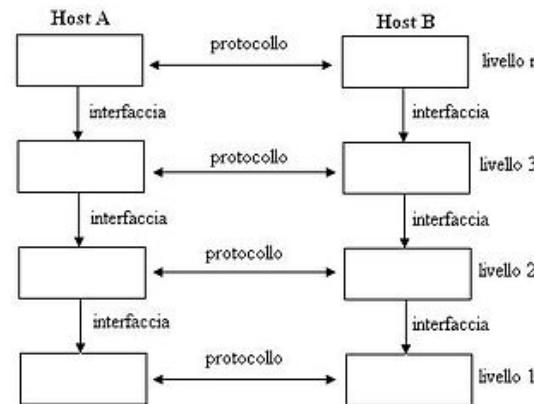
TCP/IP



Nr. Inv.	Modello ISO/OSI	corrispondente livello TCP/IP	Implementazione TCP/IP
7.	Livello dell'applicazione (messaggi)	Livello dell'applicazione	Programma TCP Programma UDP
6.	Livello di presentazione (messaggi)		
5.	Livello della sessione (messaggi)	Livello del trasporto	
4.	Livello del trasporto (messaggi)		
3.	Livello della rete (pacchetti)	Livello della rete	IGMP IP ICMP
2.	Livello data-link (frame)	Livello data-link	ARP hardware RARP
1.	Livello fisico (bit)	Livello fisico	Cavo della rete

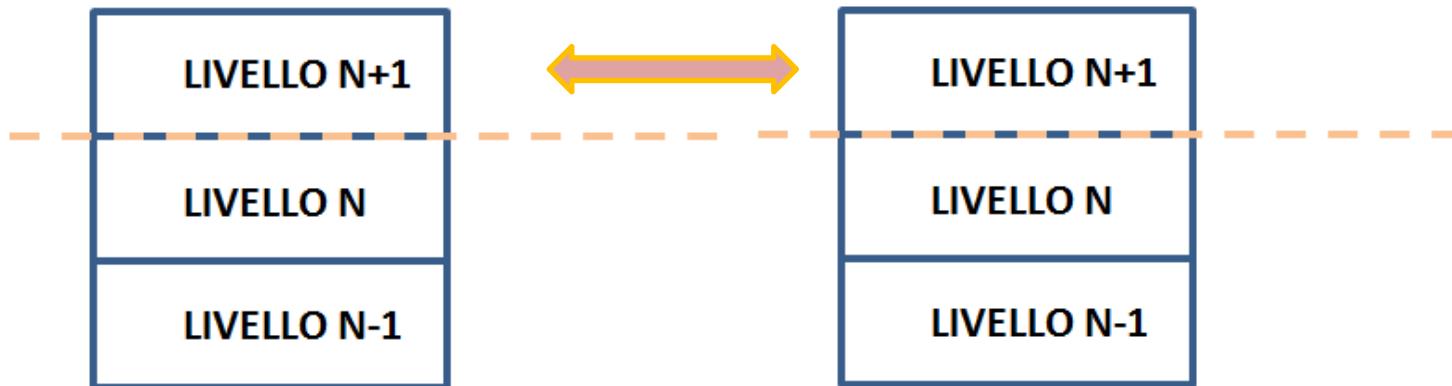
Modello a strati

- All'interno di ciascun dispositivo di rete, lo scambio di informazioni tra due strati adiacenti avviene attraverso un interfaccia, che definisce i servizi offerti dallo strato inferiore allo strato superiore



Modello a strati - Protocolli

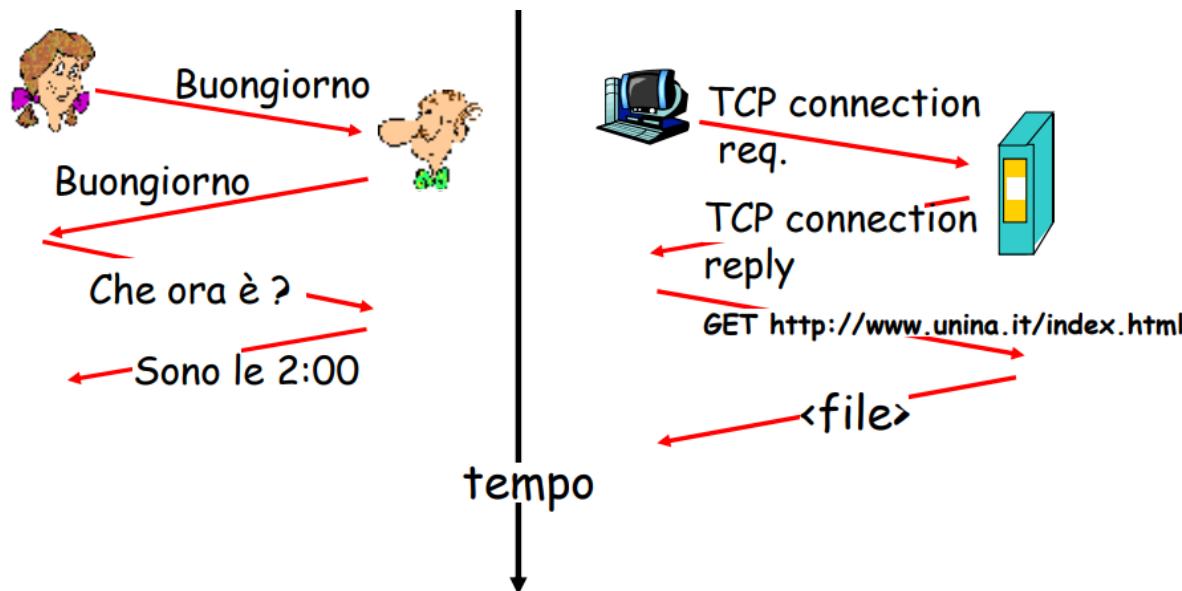
- Lo strato n -esimo di un dispositivo comunica con lo strato $n+1$ -esimo di un'altra entità secondo un**protocollo assegnato**



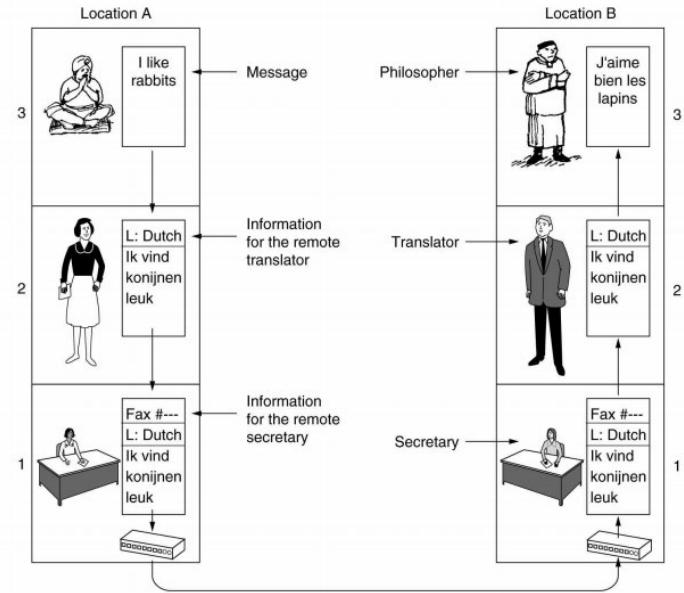
Modello a strati - Protocollo

- **Per protocollo di comunicazione si intende** un insieme di regole che permette la corretta instaurazione, mantenimento e conclusione/chiusura di una comunicazione di qualsiasi tipo tra due o più entità
- Un protocollo di comunicazione definisce il formato e l'ordine dello scambio di messaggi tra le entità comunicanti
- **Nelle reti di calcolatori, un protocollo regola la comunicazione tra entità di pari livello esistenti in due dispositivi della rete tra loro comunicanti**

Protocollo

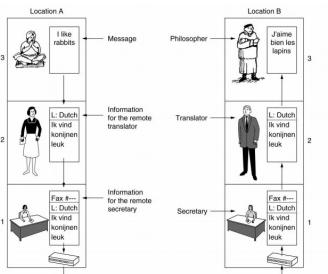


Protocollo

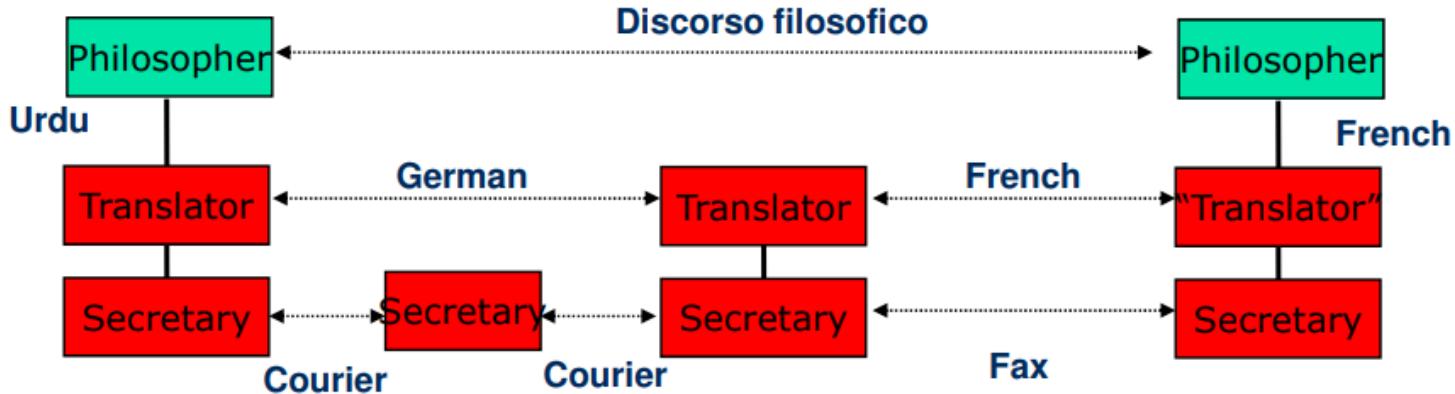


Fonte: A. S. Tanenbaum. Computer Networks (4 ed.). Prentice Hall, 2003. (Chapter 1, Figure 1.14)

Protocollo

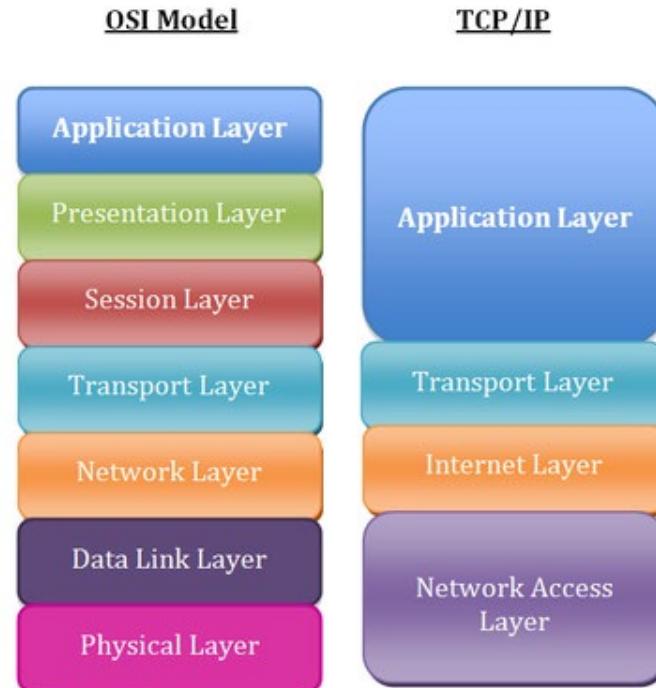


Fonre: A. S. Tanenbaum. Computer Networks (4 ed.). Prentice Hall, 2003. (Chapter 1, Figure 1.14)



Modello a strati

- Modello ISO/OSI
- MODELLO TCP/IP



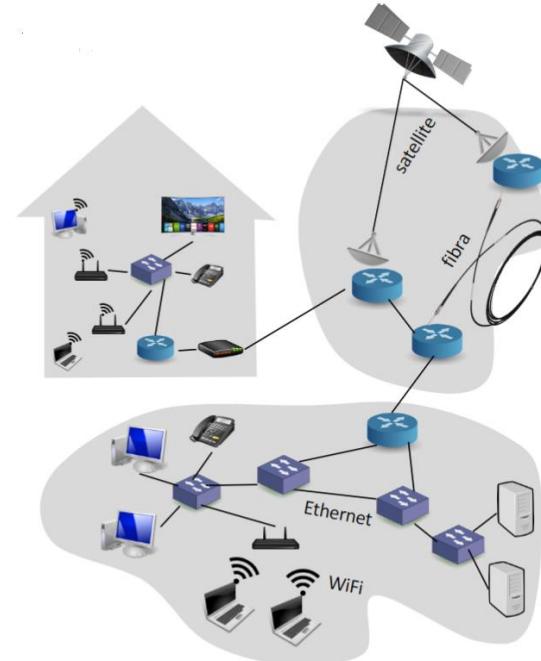


Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.

In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

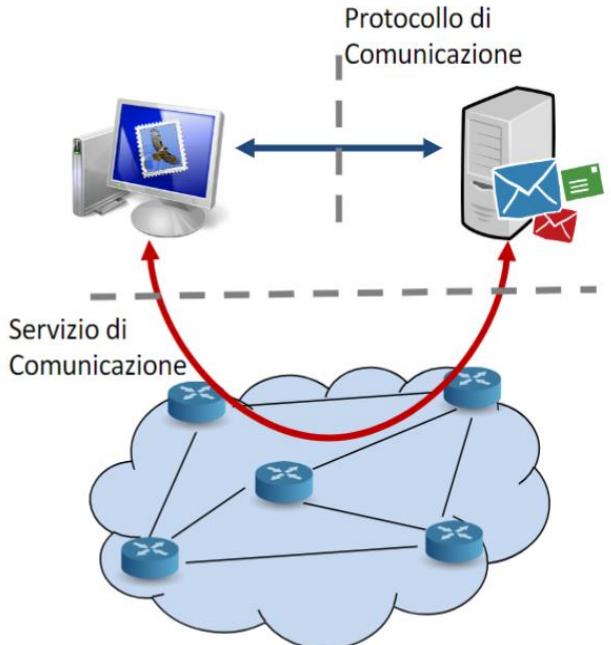
INTERNET – Insieme di collegamenti e packet switches

- Le diverse porzioni di rete sono composte da tecnologie diverse
- Hardware di rete interconnesso da link di vario tipo
- “sotto-reti” che gestiscono internamente propri nodi e link



INTERNET- Infrastruttura di rete che fornisce servizi ad applicazioni distribuite

- Applicazioni distribuite cioè tali da coinvolgere più sistemi periferici nella loro attività
- In questo caso i commutatori di pacchetto consentono solo lo scambio tra sistemi periferici
- API (Application Programming Interface) insieme di regole che il modulo software mittente deve rispettare in modo che i dati siano recapitati al programma destinazione
- I protocolli di comunicazione



PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE

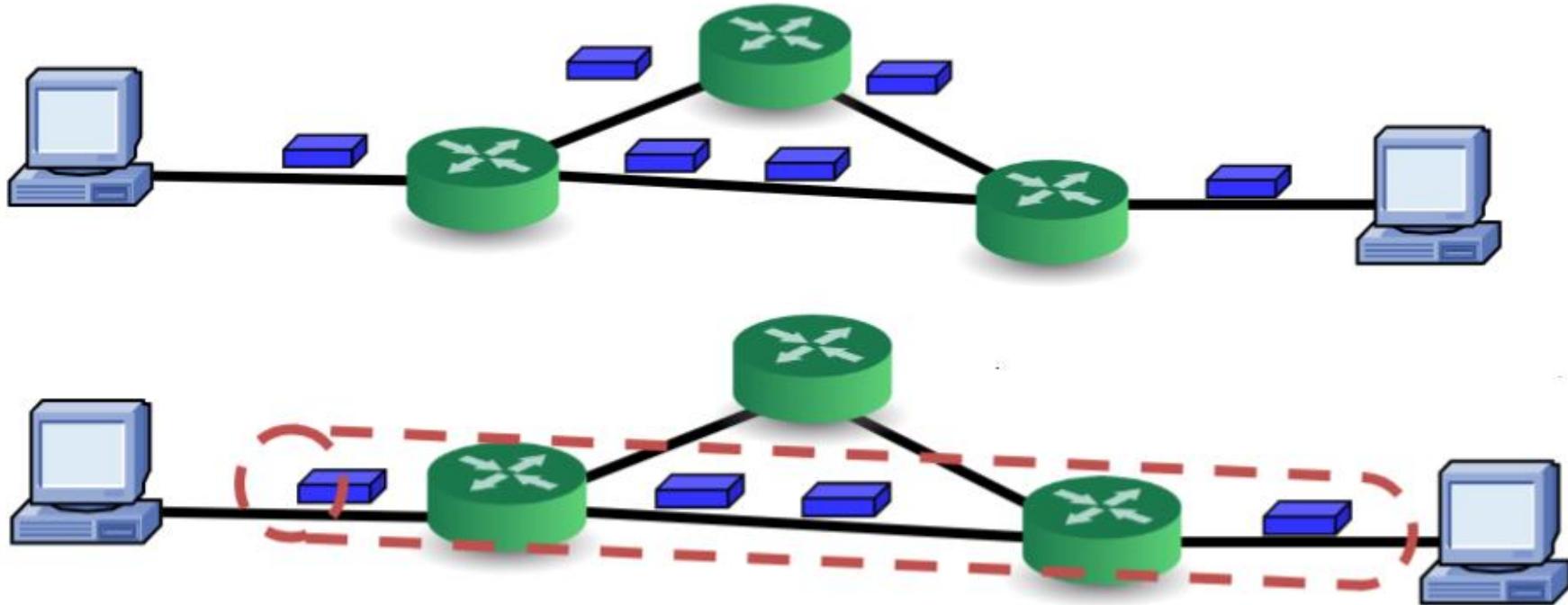
- MODELLO CLIENT-SERVER
- MODELLO PEER-TO PEER



TRASFERIMENTO DELL'INFORMAZIONE

- COMMUTAZIONE DI CIRCUITO
- COMMUTAZIONE DI PACCHETTO
 - Informazione suddivisa in pezzi
 - I pacchetti di tutti gli utenti condividono le risorse di rete
 - Ciascun pacchetto utilizza completamente il canale
 - Le risorse vengono usate a seconda delle necessità
 - Datagram
 - Circuito virtuale

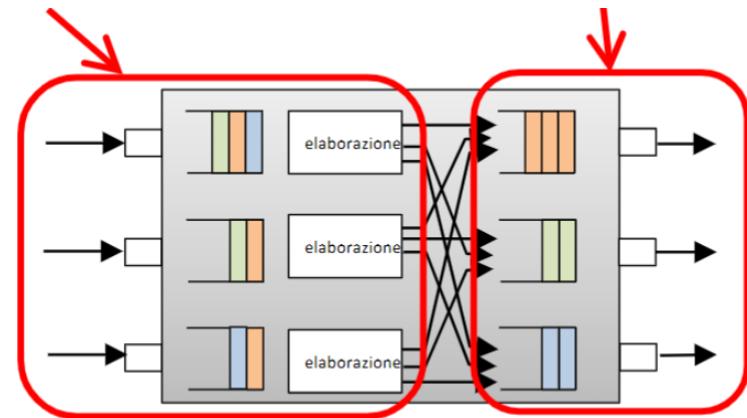
COMMUTAZIONE A PACCHETTO (Packet switching)



COMMUTAZIONE A PACCHETTO

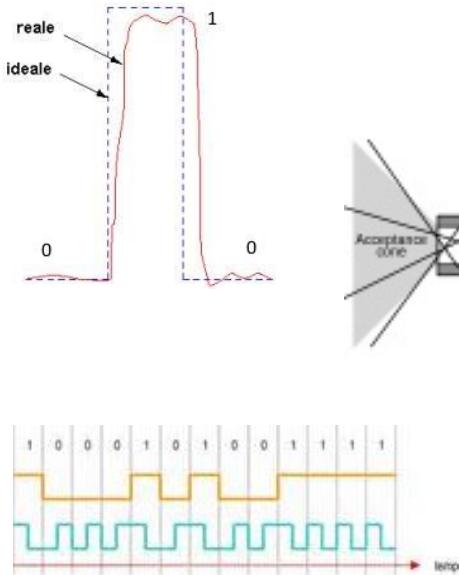
- L'arrivo dei pacchetti è asincrono
- La capacità dei collegamenti arbitraria
- Possono esserci conflitti temporali per la trasmissione
- Serve memorizzare temporaneamente (coda)
 - All'ingresso per analizzare indirizzo destinazione
 - All'uscita per gestire conflitti

STORE AND FORWARD

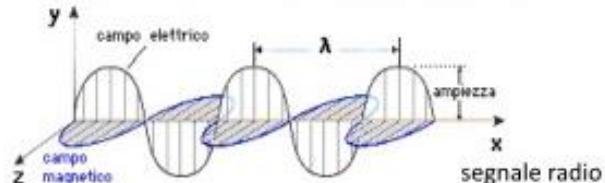
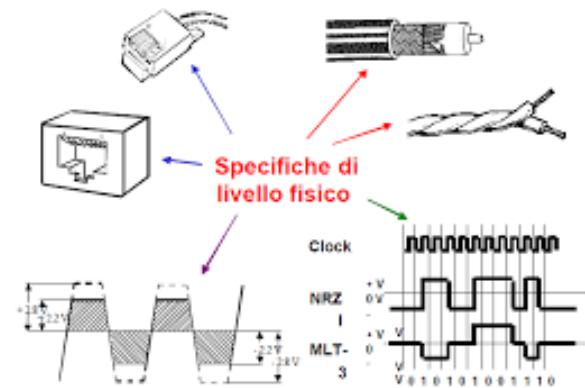


MULTIPLAZIONE
STATICA

Livello 1



SEGNALE LUMINOSO



Livello 1

- I mezzi trasmissivi possono essere di tipo:
- **Elettrico** (il segnale viene trasmesso sotto forma di segnale elettrico)
- **Ottico** (il segnale informativo viene trasmesso sotto forma di segnale luminoso)
- **Wireless** (segnaletivo informativo di tipo elettromagnetico --- > onde radio)



CAVO UTP

Articolo **ECA6UCLG**

Cavo U/UTP cat. 6 non schermato a 4 coppie con separatore a croce. Testato fino a 250 MHz, guaina LSZH grigia non propagante la fiamma. Adatto per impianti in classe E.

Applicazioni ed installazioni

Cavo trasmissione dati adatto alla realizzazione di impianti dati conformi alle normative EN50173 Ed. 2; ISO/IEC11801 Ed. 2.

Ideale per applicazioni interne edificio in classe E fino a 1 GbE su protocollo IEEE 802.3ab, Voip e PoE.

Le caratteristiche elettriche e meccaniche eccedono i requisiti di cat. 6.

Certificazioni

ISO/IEC11801 Ed. 2; EN500173-1; ANSI/TIA-568-C2.

Contenitore

Box: 305 m

Caratteristiche costruttive

- Materiale / diametro conduttori: Cu / 24 AWG
- Materiale / diametro isolamento: PE / 0,92 mm
- Diametro cavo: 5,8 mm
- Materiale guaina esterna / colore: LSZH / grigio RAL 7032
- Esente piombo: sì
- Peso cavo: 39 kg/km

Caratteristiche meccaniche

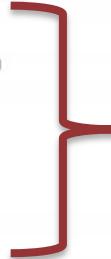
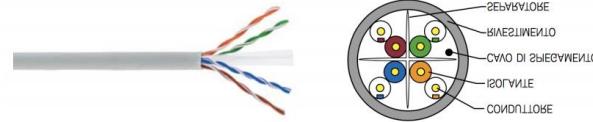
- Raggio di curvatura operativo: 30 mm
- Raggio di curvatura posa: 60 mm
- Trazione max: 110 N = 11 kg max
- Temperatura operativa: da -20 °C a +75 °C
- Temperatura posa: da 0 °C a +50 °C
- Uso: da interno

Reazione al fuoco - CPR

- Reazione al fuoco: EN 60332-1-2; CEI 20-35/1
- Emissione di gas acidi (LSZH): EN 50267-2-1; CEI 20-37/2-1
- Densità fumi (LSZH): EN 50268-2; CEI 20-37/3-1

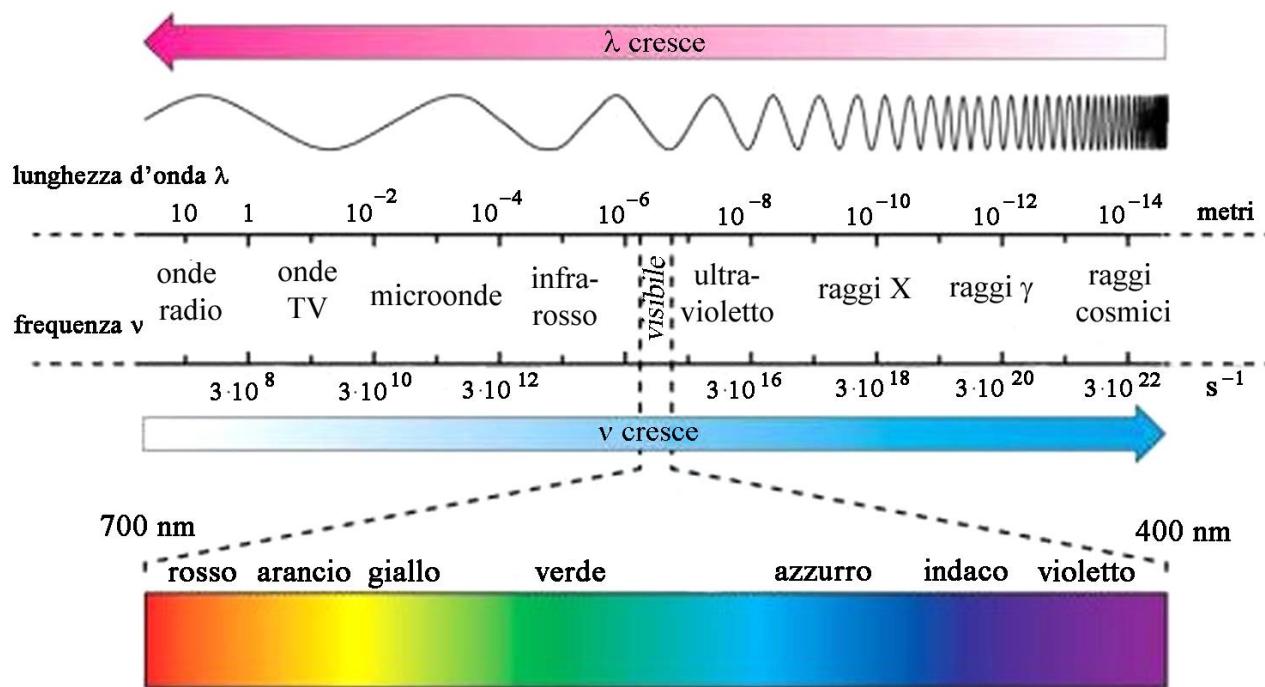
Caratteristiche elettriche

- Resistenza conduttori in loop: 18,5 Ohm/100 m
- Resistenza isolamento: 5 GOhm/km
- Capacità muta: 55 pF/m
- Sbilancio capacitivo: 3300 pF/km
- Velocità di propagazione NVP: 69%
- Ritardo di propagazione max.: 480 ns/100 m
- Impedenza caratteristica: 100 ±15 Ohm
- Rigidità dielettrica: 2,5 kVac/2 sec.

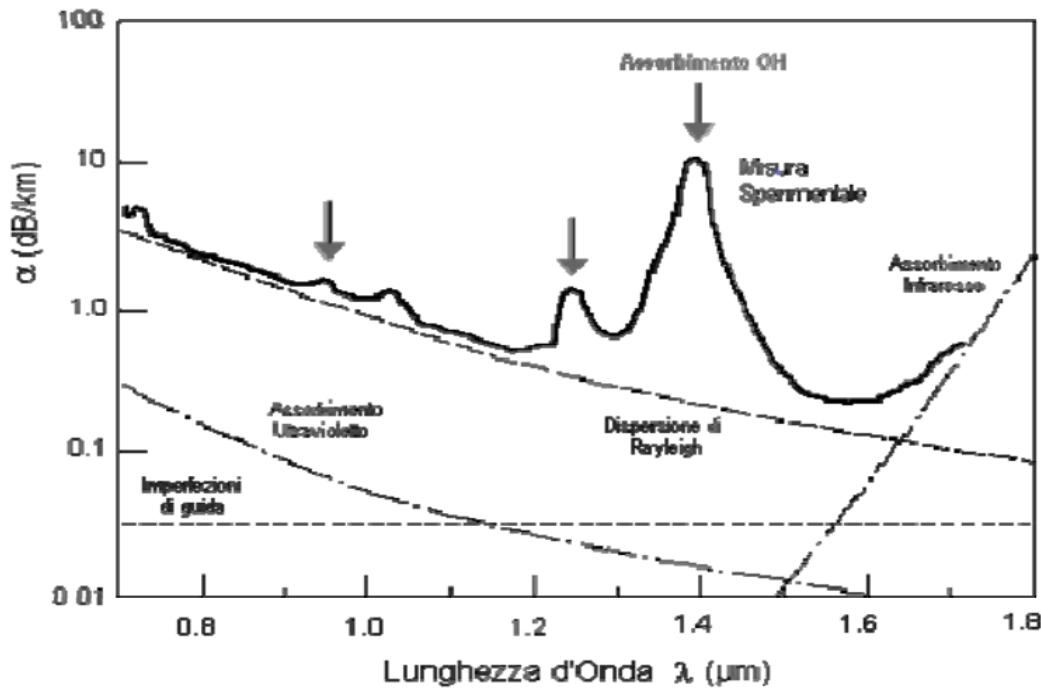


NVP (Nominal Velocity of Propagation, **velocità nominale di propagazione**) esprime questa **velocità** in riferimento a una costante, che è la **velocità** della luce nel vuoto

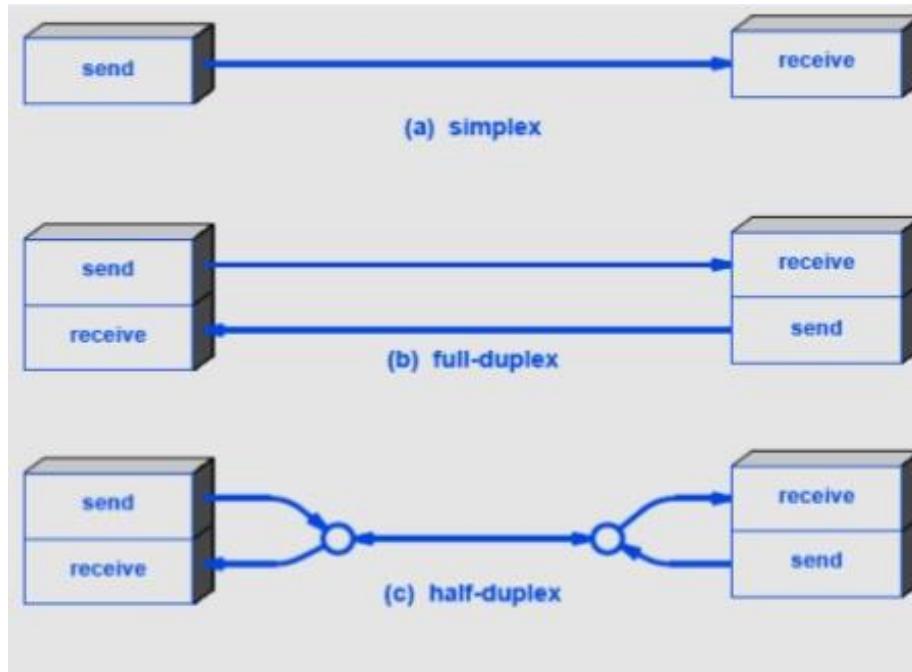
Spettro elettromagnetico



Fibra ottica



Livello 1

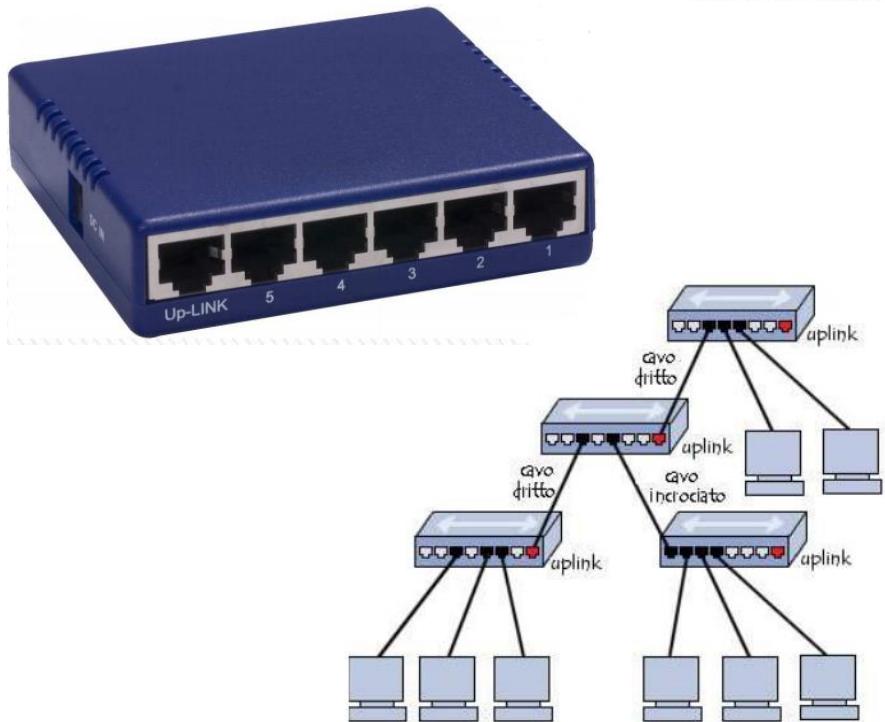


Livello 1

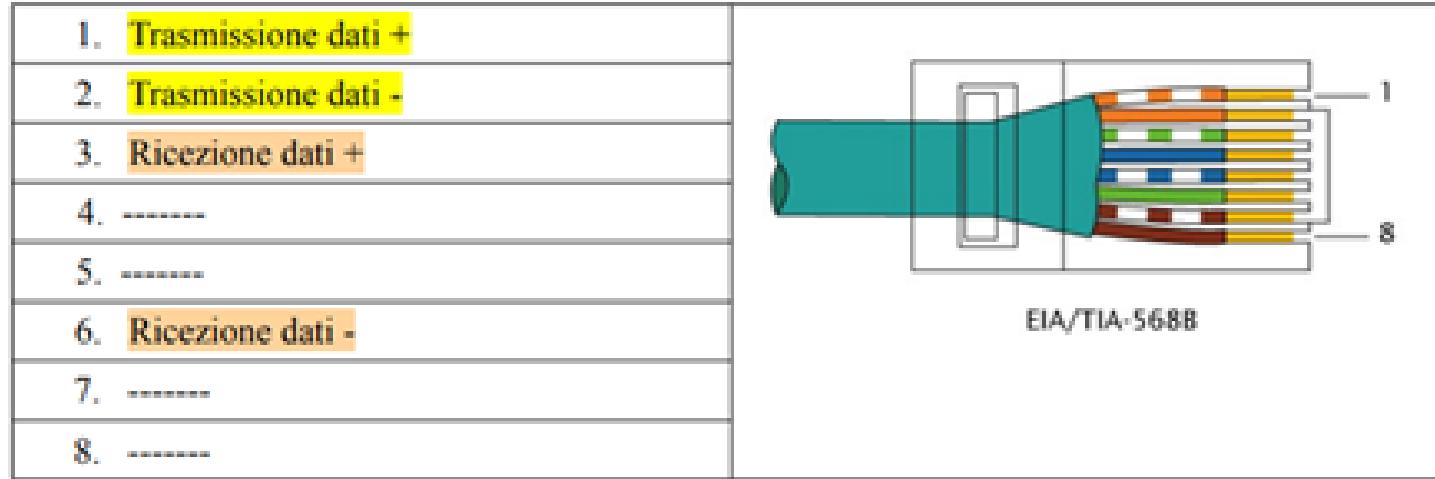
- La trasmissione attraverso mezzo trasmissivo comporta:
 - ▣ La riduzione della potenza del segnale (segnale attenuato)
 - ▣ La degradazione del segnale, l'introduzione sullo stesso di rumore ed interferenze
 - ▣ La distorsione del segnale
 - ▣ Ogni mezzo è caratterizzato da una propria banda passante (quantità di dati che un media fa passare in un determinato intervallo di tempo T)
 - ▣ Qualità del media
 - ▣ Costo del media

Livello 1

- "uplink" che permette di utilizzare un cavo dritto per connettere due hub fra loro
- connettere gli hub attraverso un cavo incrociato



Livello 1



I cavi di rete incrociati sono utilizzati per connettere direttamente tra di loro due PC, oppure 2 hub/switch tra di loro

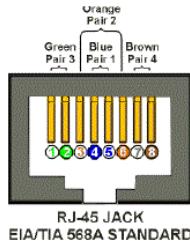
Il cavo dritto va usato per collegare apparati e host di diverso tipo: Pc a Switch Pc a Hub
Switch a Router

Livello 1

Schema di collegamento cavo lan ethernet

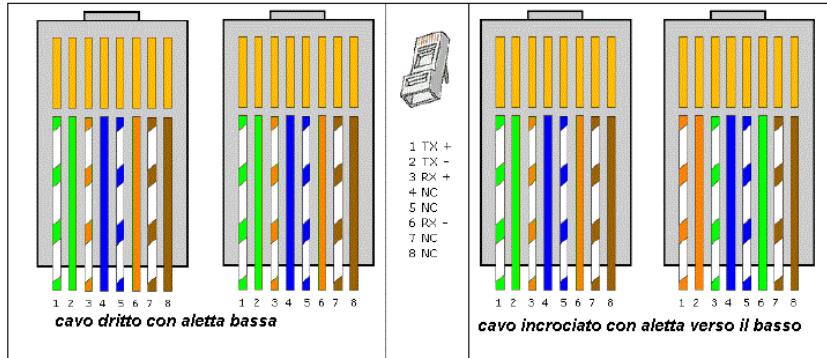
Dritto (Straight)

TX+ ① ————— ① RX+
 TX- ② ————— ② RX-
 RX+ ③ ————— ③ TX+
 RX- ⑥ ————— ⑥ TX-



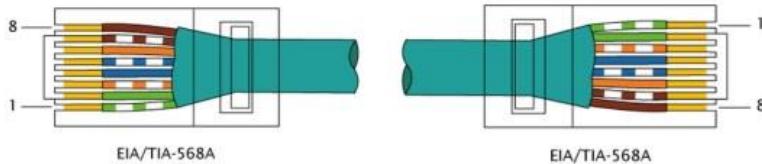
Incrociato (Cross)

TX+ ① ————— ① TX+
 TX- ② ————— ② TX-
 RX+ ③ ————— ③ RX-
 RX- ⑤ ————— ⑥ RX-

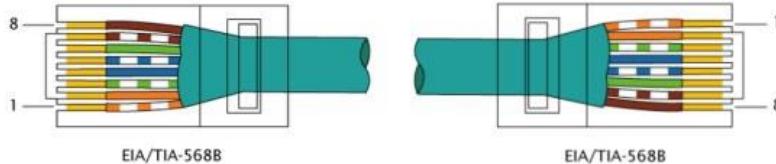


Livello 1

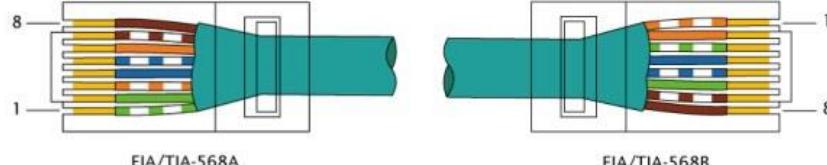
Cavo diretto T568A



Cavo diretto T568B



Cavo incrociato



Livello 2



Livello 2

- <https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-digital-building-series-switches/index.html>
- <https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-2960-l-series-switches/index.html>
- https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960x/software/15-0_2_EX/security/configuration_guide/b_sec_152ex_2960-x_cg/b_sec_152ex_2960-x_cg_chapter_01.html
- https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/12-2_25_see/command/reference/cr.pdf

MAC ADDRESS

```
C:\>ipconfig /all
Ethernet adapter Network Connection:
  Connection-specific DNS Suffix: example.com
  Description . . . . . : Intel(R) PRO/Wireless 3945ABG Network
Connection
  Physical Address. . . . . : 00-18-E8-C7-F3-FB
  Dhcp Enabled. . . . . : Yes
  Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
  IP Address. . . . . : 10.2.3.4
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
  Default Gateway . . . . . : 10.2.3.254
  DHCP Server . . . . . : 10.2.3.69
  DNS Servers . . . . . : 192.168.226.120
  Lease Obtained. . . . . : Thursday, May 03, 2007 3:47:51 PM
  Lease Expires . . . . . : Friday, May 04, 2007 6:57:11 AM
C:\>
```

Livello 2

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.0.6002]
C:>ipconfig /all
Windows IP Configuration

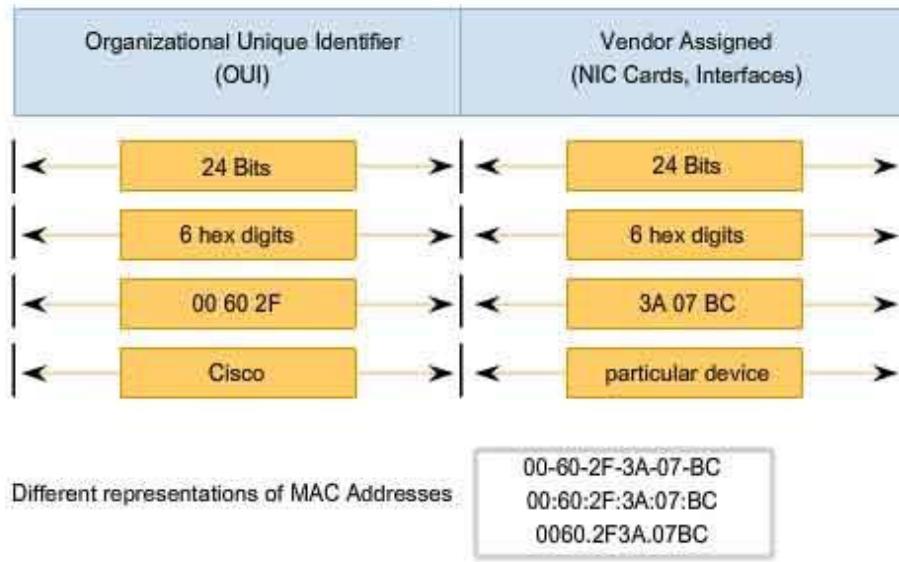
Host Name . . . . . : IS-BAOZI-VISTA
Primary Dns Suffix . . . . . : ads.bris.ac.uk
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled . . . . . : No
WINS Proxy Enabled . . . . . : No
DNS Suffix Search List. . . . . : ads.bris.ac.uk
                                wireless.bris.ac.uk
                                localdomain
                                bris.ac.uk
                                ac.uk

Wireless LAN adapter Wireless Network Connection 2:

Connection-specific DNS Suffix . . . . . : wireless.bris.ac.uk
Description . . . . . : Gigabyte GN-WB01GS USB WLAN Card
Physical Address . . . . . : 00-1A-4D-35-B0-5A
DHCP Enabled. . . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::7125:b86d:c78e:ada3%13<Preferred>
IPv4 Address . . . . . : 172.21.115.21<Preferred>
Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
Lease Obtained . . . . . : 03 September 2010 16:23:37
Lease Expires . . . . . : 04 September 2010 16:23:37
Default Gateway . . . . . : 172.21.115.254
DHCP Server . . . . . : 137.222.253.65
DHCPv6 IAID . . . . . : 301996621
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-13-1E-94-D7-00-1C-42-B9-1F-25
DNS Servers . . . . . : 137.222.253.83
                                137.222.253.84
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

Livello 2

The Ethernet MAC Address Structure

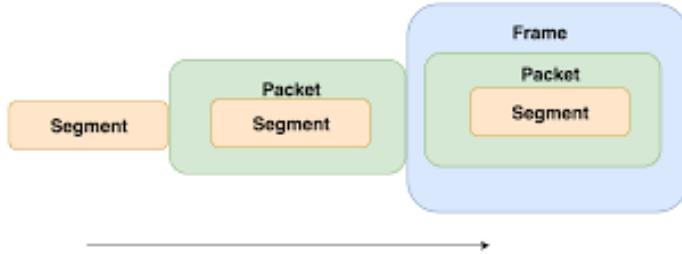
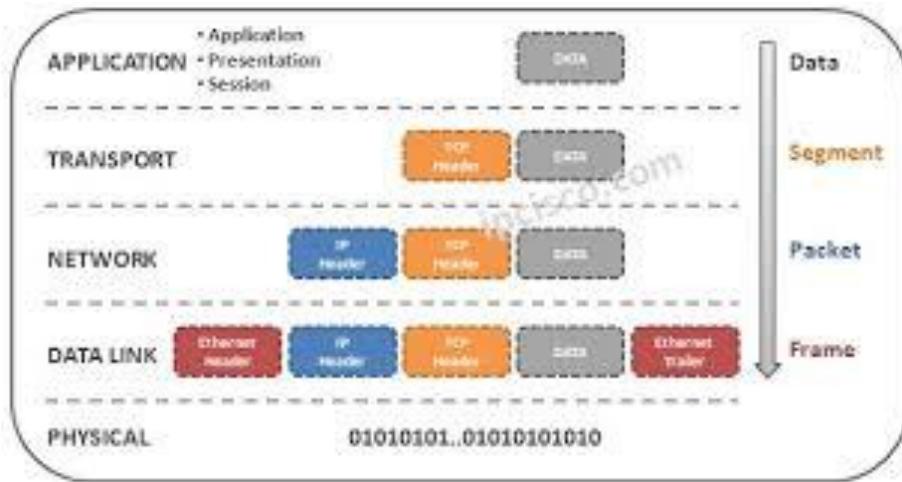


MAC ADDRESS

- 48 bit
- Rappresentazione esadecimale
- UNICI
- STRUTTURA PIATTA (non gerarchica) ---- > L'indirizzo MAC di una scheda di rete è analogo al codice fiscale di una persona

- <https://www.wireshark.org/tools/oui-lookup.html>

Livello 2



Livello 2

- ▣ **Identificare i nodi connessi:** Le interfacce di rete (NIC) dispongono di un numero cablato (di 48 bit) detto MACAddress.
- ▣ **Controllare Errori:** aggiunge al pacchetto proveniente dal livello ISO/OSI superiore (il terzo) una sequenza di bit (checksum) che è usato in ricezione per valutare la corretta trasmissione del pacchetto. Se il “checksum calcolato” è diverso dal “checksum ricevuto” il destinatario capisce che è stato commesso un errore
- ▣ **ACK**
- ▣ **Definire la connessione logica (LLC):** LLC definisce e controlla il collegamento logico tra i nodi di una rete. Questo sottolivello fornisce i servizi al Network Layer che nascondono i dettagli dovuti alle diverse tecnologie fisiche utilizzate
- ▣ **Accesso condiviso al canale (MAC):** Disciplina l'accesso multiplo di più nodi ad un canale di comunicazione condiviso evitando o gestendo l'occorrenza di collisioni.
- ▣ **Data Framing:** Il secondo livello forma dei pacchetti dati detti frame o trama da far viaggiare lungo la dorsale di comunicazione. Il frame è l'unità dati fondamentale di questo livello. Il livello DataLink incapsula il pacchetto proveniente dallo strato superiore (livello 3) in un nuovo pacchetto detto frame (o trama) al quale aggiunge un header (intestazione) e un tail (coda)
- ▣ **Controllare il flusso:** ovvero sincronizza il dispositivo fisico più veloce portandolo alla velocità di quello più lento. In questo modo si evita che un mittente troppo veloce tenda a trasmettere pacchetti con un volume superiore a quello supportato dal ricevente evitando che quest'ultimo risulti completamente sopraffatto dal sovraccarico di lavoro (buffer overflow).

Livello 3

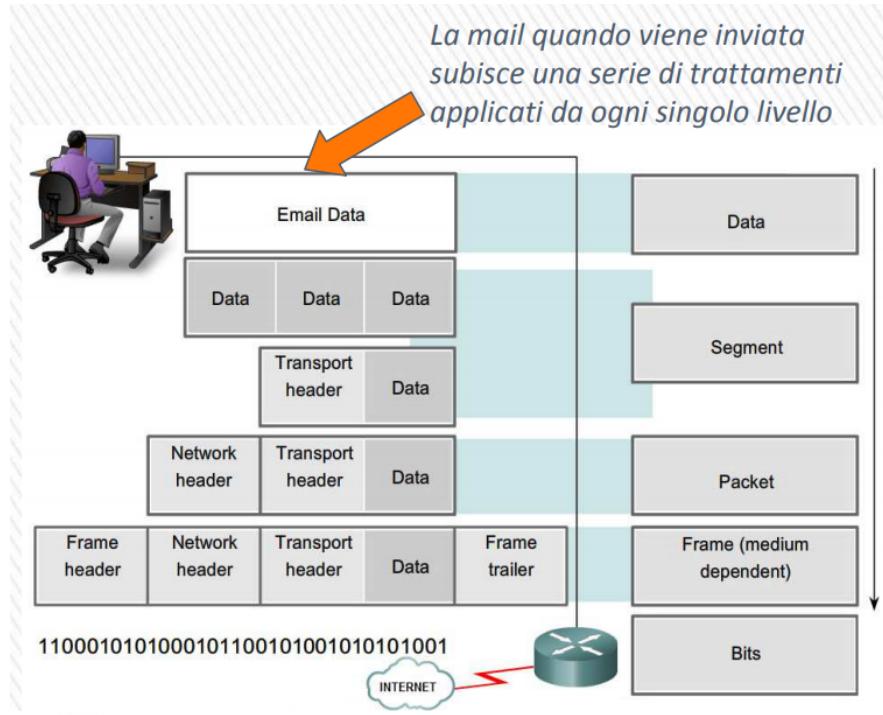
Definisce:

- **Indirizzamento logico**: Ogni nodo connesso deve essere identificato con un indirizzo logico (indipendente dall'hardware!) che deve essere unico
- **La scelta del cammino migliore** (routing) o di un cammino alternativo in caso di guasto, per raggiungere il destinatario del messaggio. Gli algoritmi di Instradamento possono essere di tipo Statico (basano le proprie scelte su informazioni memorizzate in un archivio che viene aggiornato manualmente) o di tipo Dinamico (utilizzano misure e stime del traffico sulla rete, in modo da instradare i dati sui percorsi che di volta in volta sembrano più promettenti).
- **Datagram Encapsulation**: I messaggi ricevuti dal livello superiore vengono incapsulati all'interno di un'unità dati detta datagrams (o pacchetto) alla quale viene messa l'intestazione relativa al livello di rete (network layer header)
- **Error Handling and Diagnostics**:

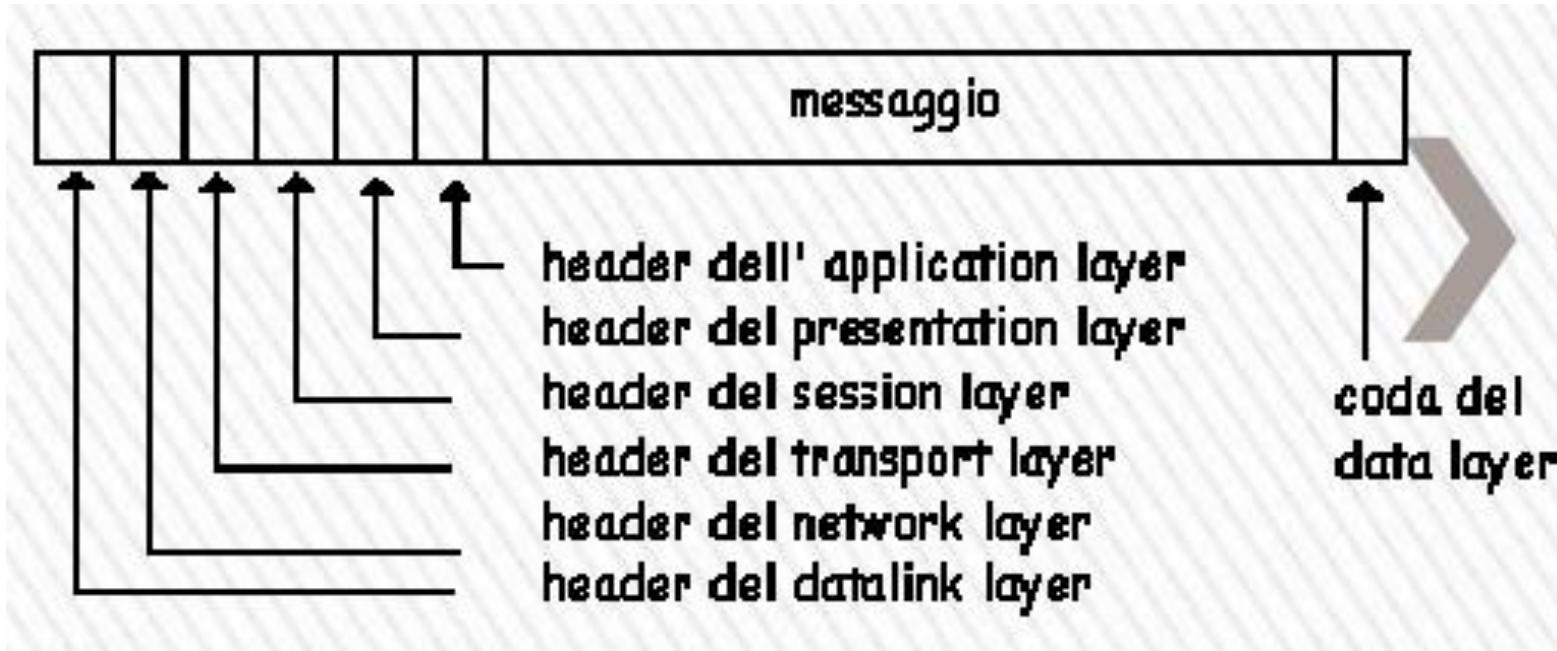
Livello 3

- **Fragmentation and Reassembly:** Il livello di rete deve inviare messaggi al livello sottostante datalink (il 2°). Alcune tecnologie associate al livello data link hanno dei limiti sulla lunghezza del frame (Maximum Transmission Unit) che possono spedire. Se il pacchetto del livello di rete è troppo grande questo deve essere suddiviso in pezzi in modo che possa essere inserito all'interno del frame del livello inferiore

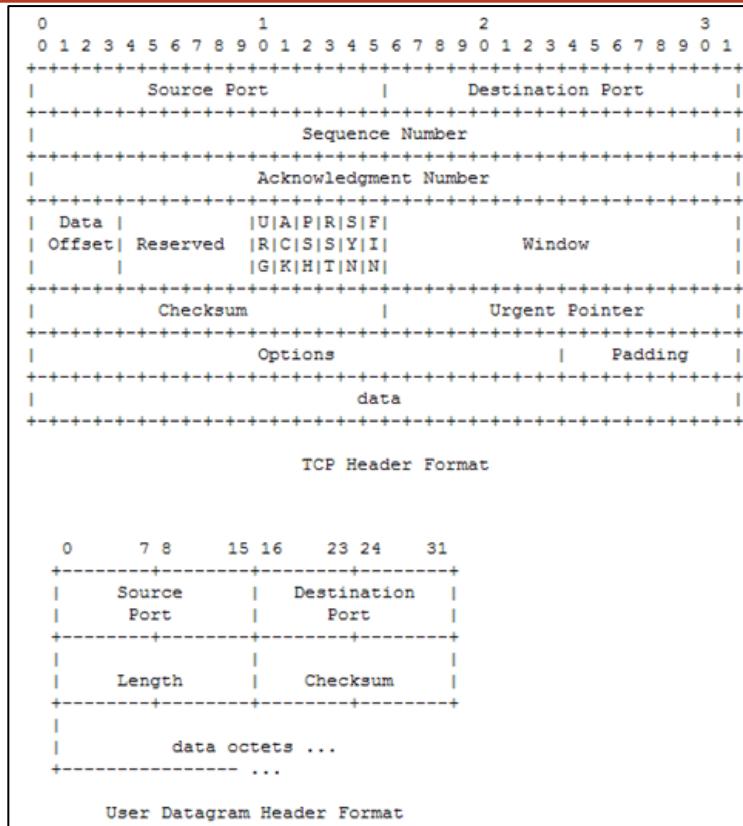
Format dati



Format dati

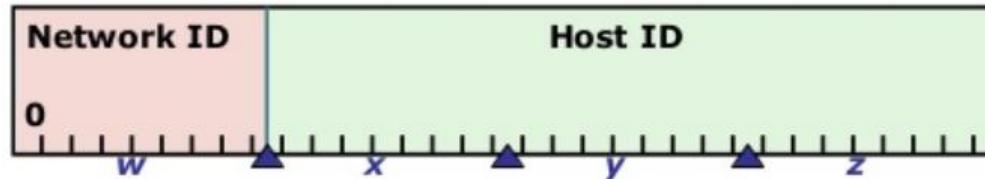


Format dati – livello 3

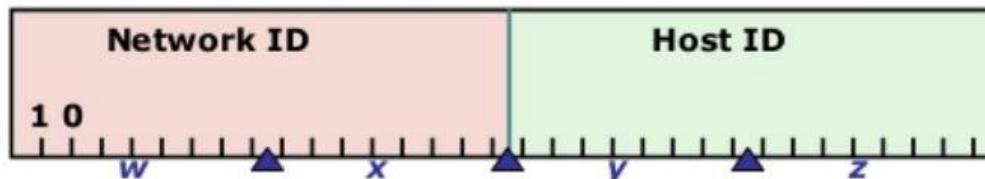


Livello 3- indirizzi IP

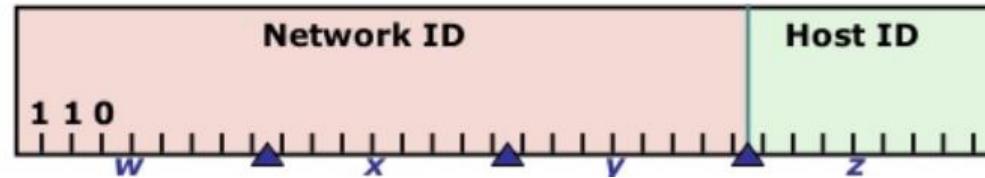
Classe A
Grandi reti



Classe B
Reti medie



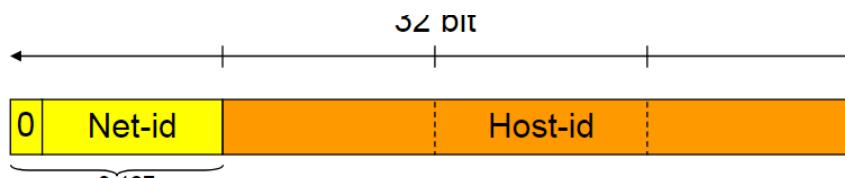
Classe C
Piccole reti



Livello 3- Indirizzi IP

Classe A :

0.0.0.0 – 127.255.255.255



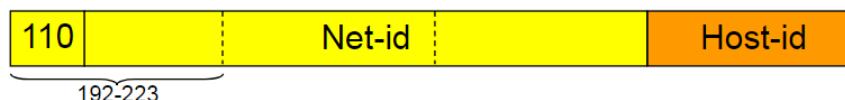
Classe B :

128.0.0.0 – 191.255.255.255



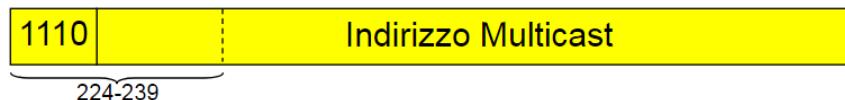
Classe C :

192.0.0.0 – 223.255.255.255



Classe D :

224.0.0.0 – 239.255.255.255



Classe E :

240.0.0.0 – 255.255.255.255



Livello 3 – Indirizzi IP

Alcuni range di indirizzi IPv4 sono riservati e non istradabili:

- 10.0.0.0-10.255.255.255 – per la classe A
- 172.16.0.0-172.31.255.255 – per la classe B
- 192.168.0.0-192.168.255.255 – per la classe C

MAC ADDRESS

```
C:\>ipconfig /all
Ethernet adapter Network Connection:
  Connection-specific DNS Suffix: example.com
  Description . . . . . : Intel(R) PRO/Wireless 3945ABG Network
Connection
  Physical Address. . . . . : 00-18-EE-C7-P3-F8
  Dhcp Enabled. . . . . : Yes
  Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
  IP Address. . . . . : 10.2.3.4
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
  Default Gateway . . . . . : 10.2.3.254
  DHCP Server . . . . . : 10.2.3.69
  DNS Servers . . . . . : 192.168.226.120
  Lease Obtained. . . . . : Thursday, May 03, 2007 3:47:51 PM
  Lease Expires . . . . . : Friday, May 04, 2007 6:57:11 AM
C:\>
```

Livello 2

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.0.6002]
C:>ipconfig /all
Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : IS-BAOZI-VISTA
    Primary Dns Suffix . . . . . : ads.bris.ac.uk
    Node Type . . . . . : Hybrid
    IP Routing Enabled . . . . . : No
    WINS Proxy Enabled . . . . . : No
    DNS Suffix Search List. . . . . : ads.bris.ac.uk
                                         wireless.bris.ac.uk
                                         localdomain
                                         bris.ac.uk
                                         ac.uk

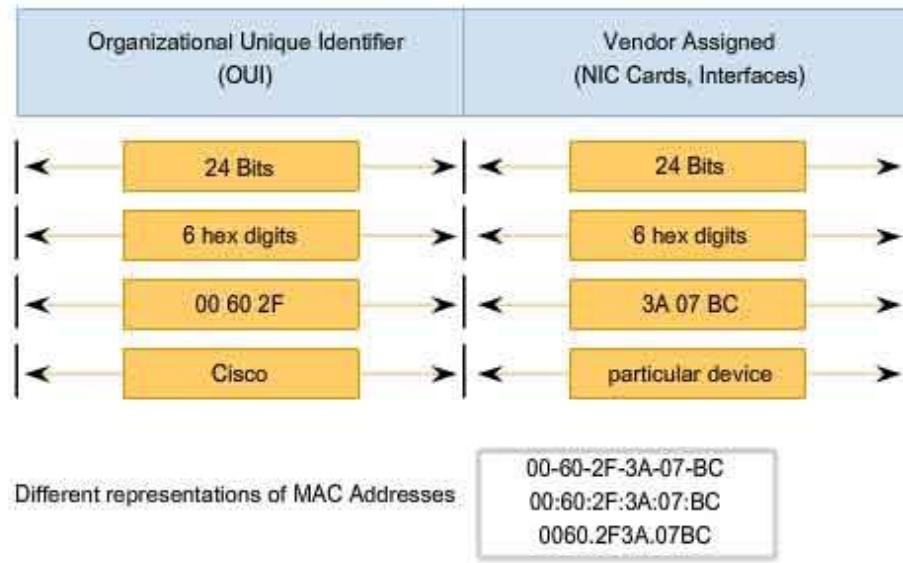
Wireless LAN adapter Wireless Network Connection 2:

    Connection-specific DNS Suffix . . . . . : wireless.bris.ac.uk
    Description . . . . . : Gigabyte GN-WB01GS USB WLAN Card
    Physical Address. . . . . : 00-1A-4D-35-B0-5A
    DHCP Enabled. . . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::7125:b86d:c78e:ada3%13<Preferred>
    IPv4 Address . . . . . : 172.21.115.21<Preferred>
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.252.0
    Lease Obtained . . . . . : 03 September 2010 16:23:37
    Lease Expires . . . . . : 04 September 2010 16:23:37
    Default Gateway . . . . . : 172.21.115.254
    DHCP Server . . . . . : 137.222.253.65
    DHCPv6 IAID . . . . . : 301996621
    DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-13-1E-94-D7-00-1C-42-B9-1F-25

    DNS Servers . . . . . : 137.222.253.83
                           137.222.253.84
    NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

Livello 2

The Ethernet MAC Address Structure

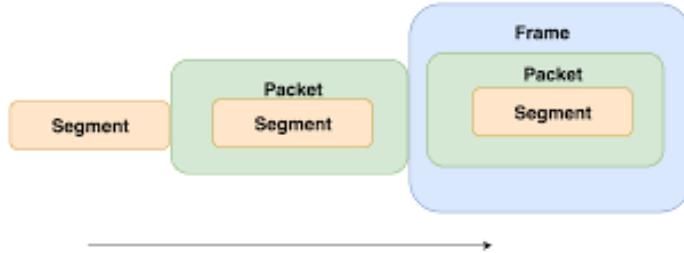
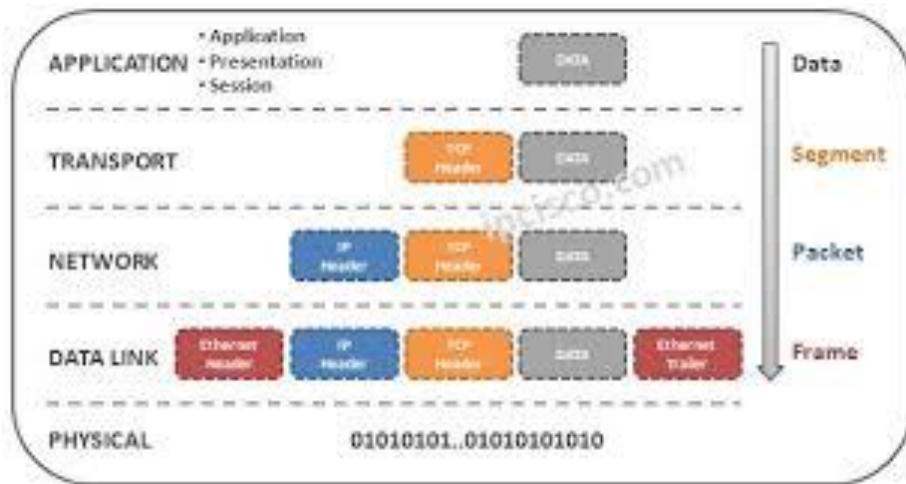


MAC ADDRESS

- 48 bit
- Rappresentazione esadecimale
- UNICI
- STRUTTURA PIATTA (non gerarchica) ---- >L'indirizzo MAC di una scheda di rete è analogo al codice fiscale di una persona

- <https://www.wireshark.org/tools/oui-lookup.html>

Livello 2



Livello 2

- ▣ **Identificare i nodi connessi:** Le interfacce di rete (NIC) dispongono di un numero cablato (di 48 bit) detto MAC Address.
- ▣ **Controllare Errori:** aggiunge al pacchetto proveniente dal livello ISO/OSI superiore (il terzo) una sequenza di bit (checksum) che è usato in ricezione per valutare la corretta trasmissione del pacchetto. Se il “checksum calcolato” è diverso dal “checksum ricevuto” il destinatario capisce che è stato commesso un errore
- ▣ **ACK**
- ▣ **Definire la connessione logica (LLC):** LLC definisce e controlla il collegamento logico tra i nodi di una rete. Questo sottolivello fornisce i servizi al Network Layer che nascondono i dettagli dovuti alle diverse tecnologie fisiche utilizzate
- ▣ **Accesso condiviso al canale (MAC):** Disciplina l'accesso multiplo di più nodi ad un canale di comunicazione condiviso evitando o gestendo l'occorrenza di collisioni.
- ▣ **Data Framing:** Il secondo livello forma dei pacchetti dati detti frame o trama da far viaggiare lungo la dorsale di comunicazione. Il frame è l'unità dati fondamentale di questo livello. Il livello DataLink incapsula il pacchetto proveniente dallo strato superiore (livello 3) in un nuovo pacchetto detto frame (o trama) al quale aggiunge un header (intestazione) e un tail (coda)
- ▣ **Controllare il flusso:** ovvero sincronizza il dispositivo fisico più veloce portandolo alla velocità di quello più lento. In questo modo si evita che un mittente troppo veloce tenda a trasmettere pacchetti con un volume superiore a quello supportato dal ricevente evitando che quest'ultimo risulti completamente sovrappiuttato dal sovraccarico di lavoro (buffer overflow).

Livello 3

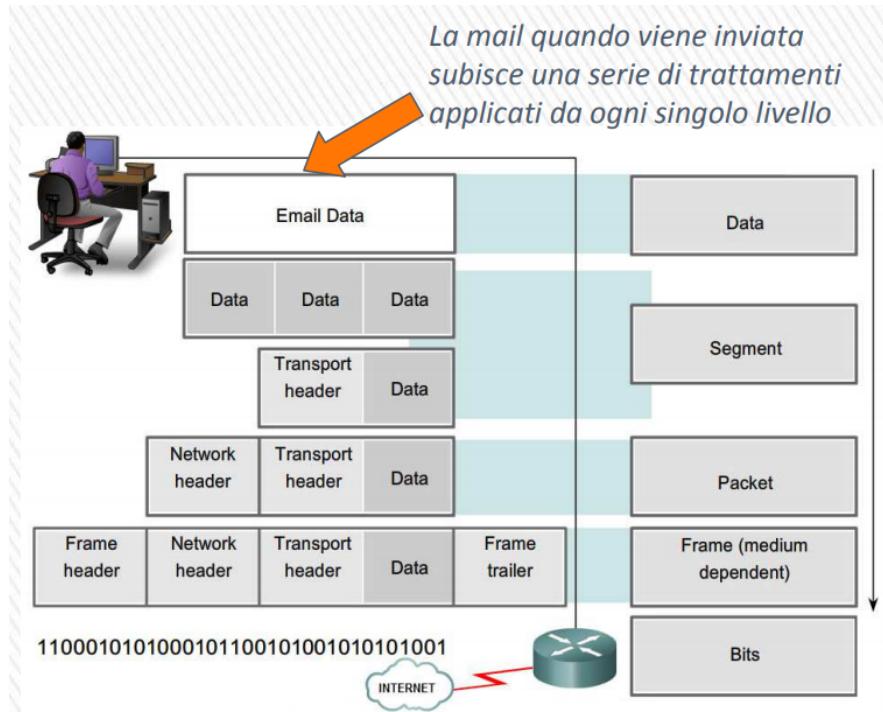
Definisce:

- **Indirizzamento logico:** Ogni nodo connesso deve essere identificato con un indirizzo logico (indipendente dall'hardware!) che deve essere unico
- **La scelta del cammino migliore** (routing) o di un cammino alternativo in caso di guasto, per raggiungere il destinatario del messaggio. Gli algoritmi di Instradamento possono essere di tipo Statico (basano le proprie scelte su informazioni memorizzate in un archivio che viene aggiornato manualmente) o di tipo Dinamico (utilizzano misure e stime del traffico sulla rete, in modo da instradare i dati sui percorsi che di volta in volta sembrano più promettenti).
- **Datagram Encapsulation:** I messaggi ricevuti dal livello superiore vengono incapsulati all'interno di un'unità dati detta datagrams (o pacchetto) alla quale viene messa l'intestazione relativa al livello di rete (network layer header)
- **Error Handling and Diagnostics:**

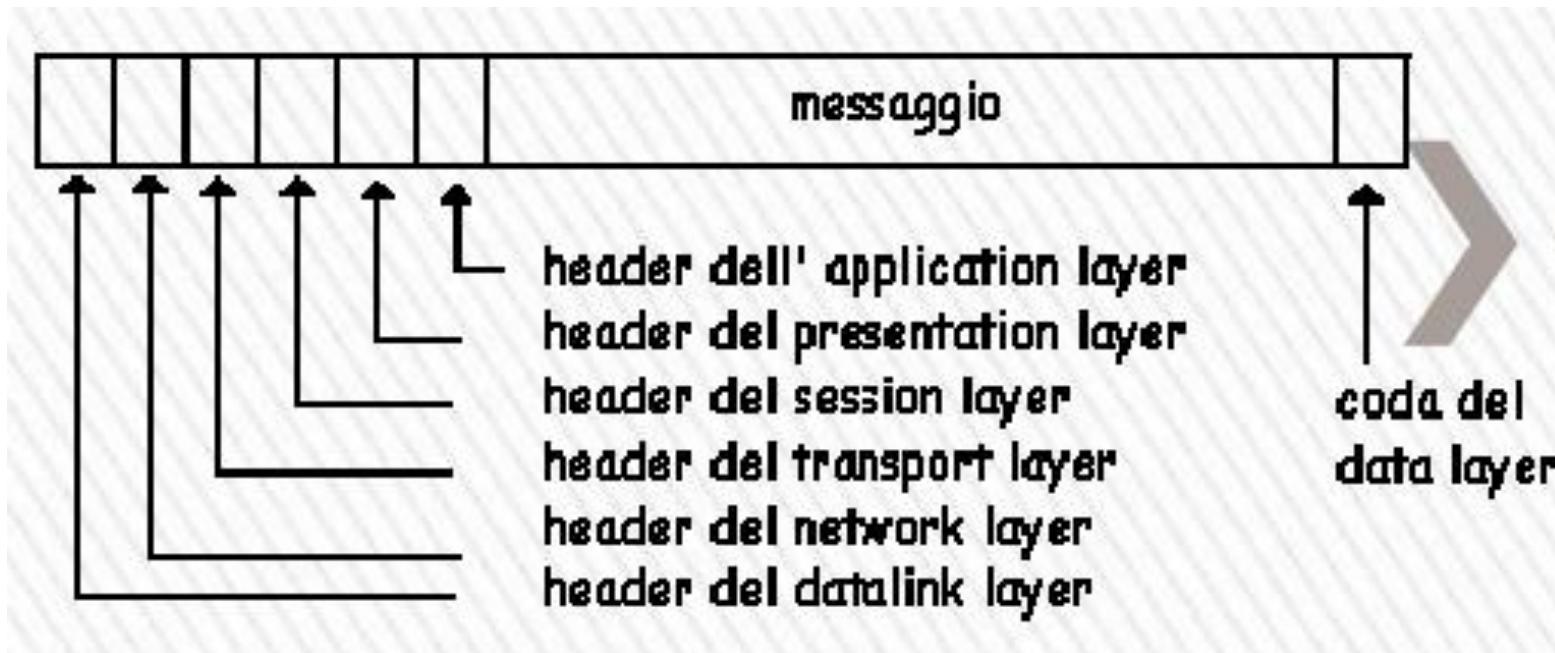
Livello 3

- **Fragmentation and Reassembly:** Il livello di rete deve inviare messaggi al livello sottostante datalink (il 2°). Alcune tecnologie associate al livello data link hanno dei limiti sulla lunghezza del frame (Maximum Transmission Unit) che possono spedire. Se il pacchetto del livello di rete è troppo grande questo deve essere suddiviso in pezzi in modo che possa essere inserito all'interno del frame del livello inferiore

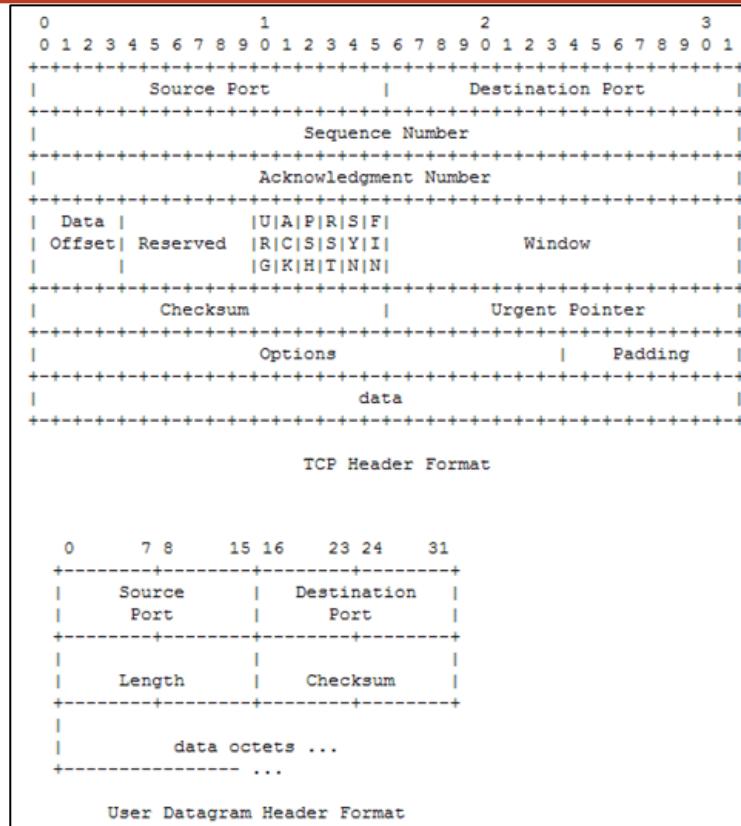
Format dati



Format dati

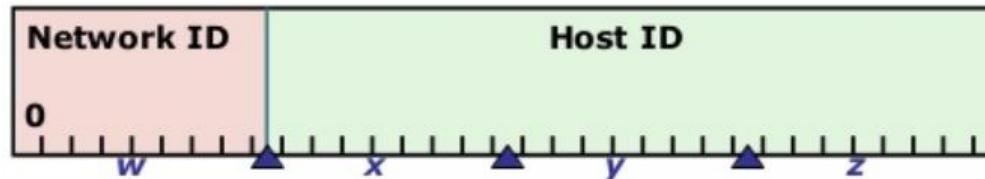


Format dati –livello 3

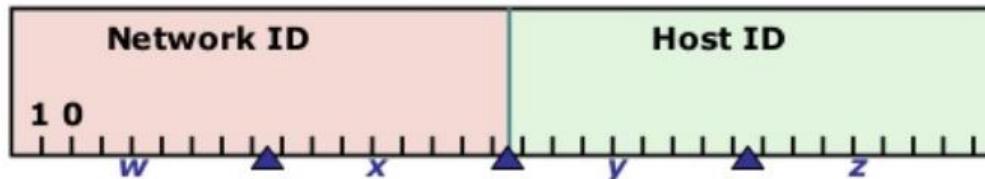


Livello 3- indirizzi IP

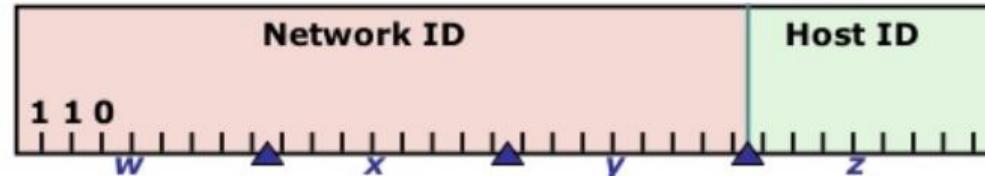
Classe A
Grandi reti



Classe B
Reti medie



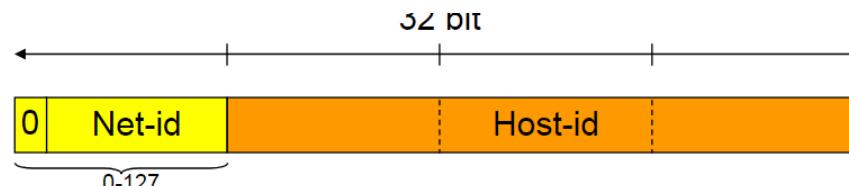
Classe C
Piccole reti



Livello 3- Indirizzi IP

Classe A :

0.0.0.0 – 127.255.255.255



Classe B :

128.0.0.0 – 191.255.255.255



Classe C :

192.0.0.0 – 223.255.255.255



Classe D :

224.0.0.0 – 239.255.255.255

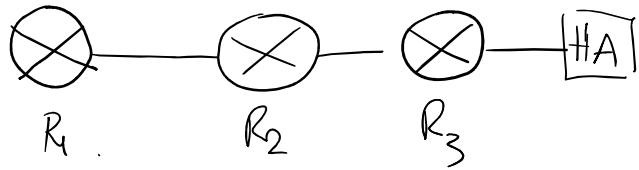


Classe E :

240.0.0.0 – 255.255.255.255



Esercizio



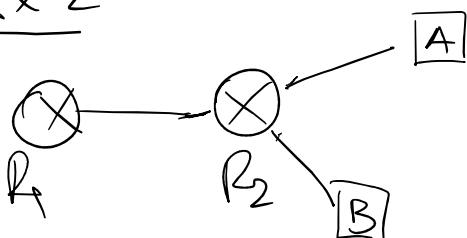
1° Pacchetto:

$$\left(\frac{L}{C_1} + \zeta_1 \right) + \left(\frac{L}{C_2} + \zeta_2 \right) + \left(\frac{L}{C_3} + \zeta_3 \right) = T_1 \approx 18 \text{ ms} \quad \Delta \approx \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{512 \cdot 10^3} + 10^{-3} \right) + \dots + \left(10^{-3} + 10^{-3} \right) + \dots = 2 \text{ ms} + \dots$$

2° Pacchetto

$$T_1 + \frac{L}{C_3} = 18 \text{ ms} + 8 \text{ ms} = 26 \text{ ms}$$

Esercizio 2



A, A, B, B

A: 1° $\left(\frac{L}{C_1} + \zeta_1 \right) + \left(\frac{L}{C_2} + \zeta_2 \right) = T_1$

2° $T_1 + \boxed{\frac{L}{C_1}}$

B) $10 \frac{L}{C_1} \left(\frac{L}{C_1} + \zeta_1 \right) + \left(\frac{L}{C_2} + \zeta_2 \right) = T_1$

2°) $T_2 = T_1 + \frac{L}{C_3} + \frac{L}{C_4}$



Unità Formativa (UF): RETI DI CALCOLATORI

Docente: L.MORELLO

Titolo argomento: LIVELLO 3 ISO/OSI



in collaborazione con:

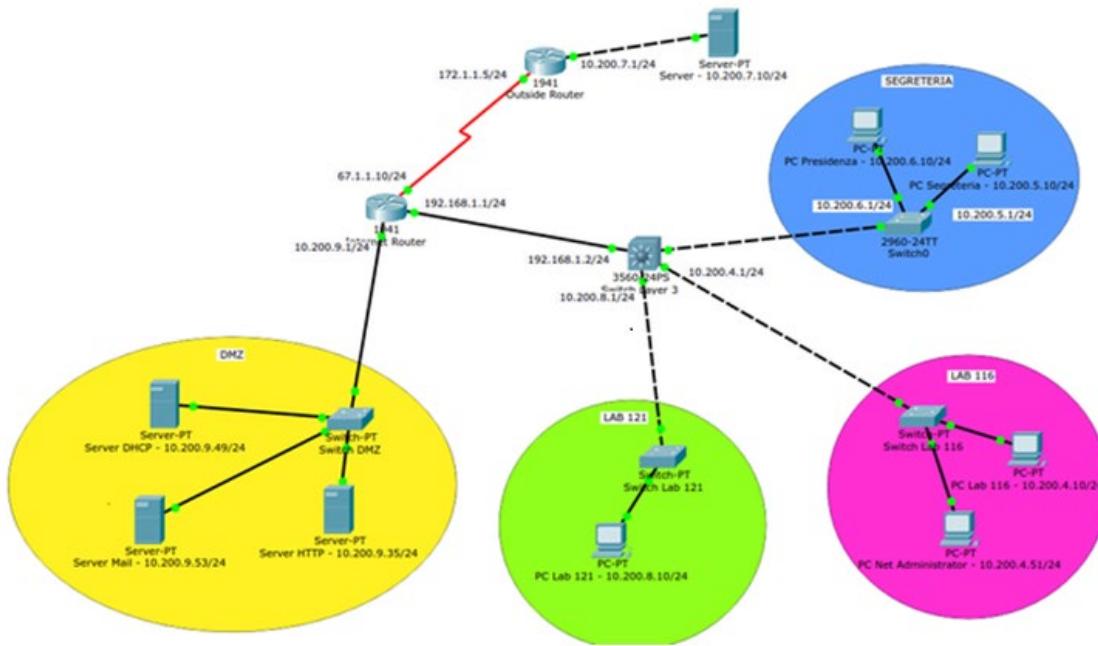


per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva
www.regione.piemonte.it/europa2020
INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

Nota di Copyright

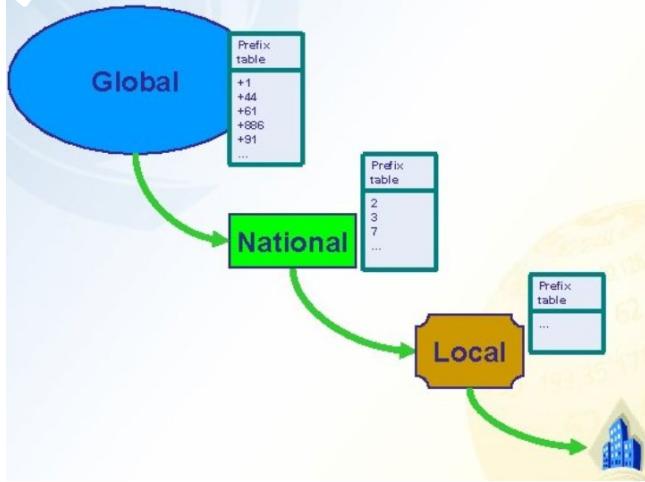
- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.
- L'utilizzo del contenuto della lezione sono riservati alla fruizione personale degli studenti iscritti al corso di Reti di Calcolatori del 'ITS WEB AND MOBILE'. Sono vietati la difusione intera o parziale di video ed immagini della lezione, nonché la modifica dei contenuti senza il consenso espresso per iscritto, del titolare del corso, autore dei materiali.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai esseremossa e deve esserriportata anche in utilizzi parziali.

Livello 3

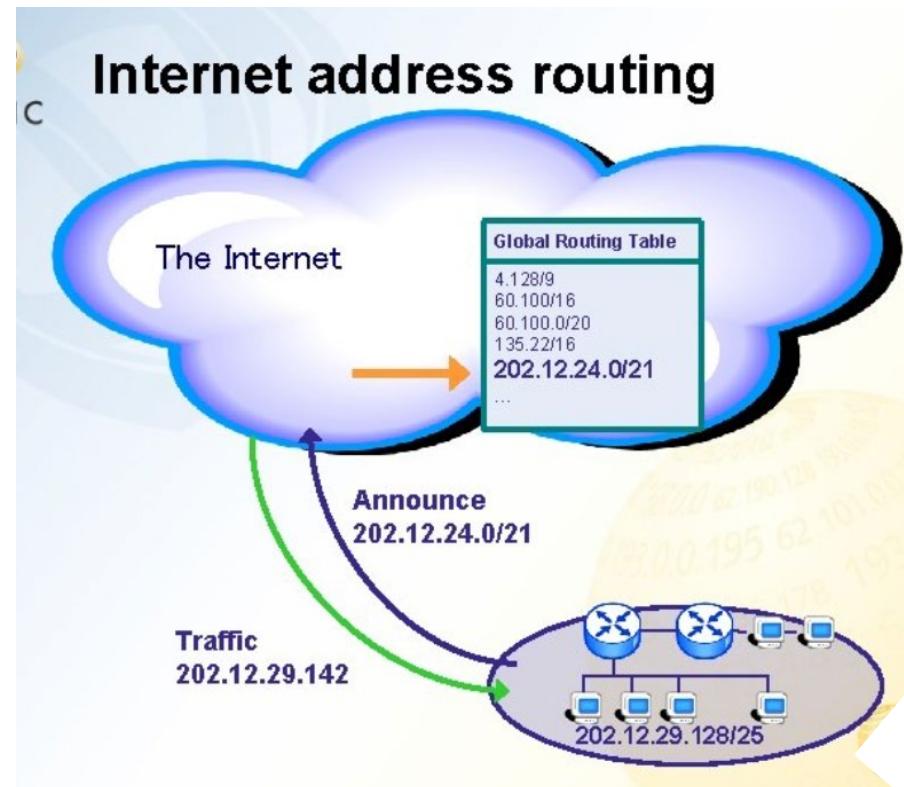


LA RETE

Telephone network routing



Internet address routing



Livello 3

Dal lato di scambio dell'informazione:

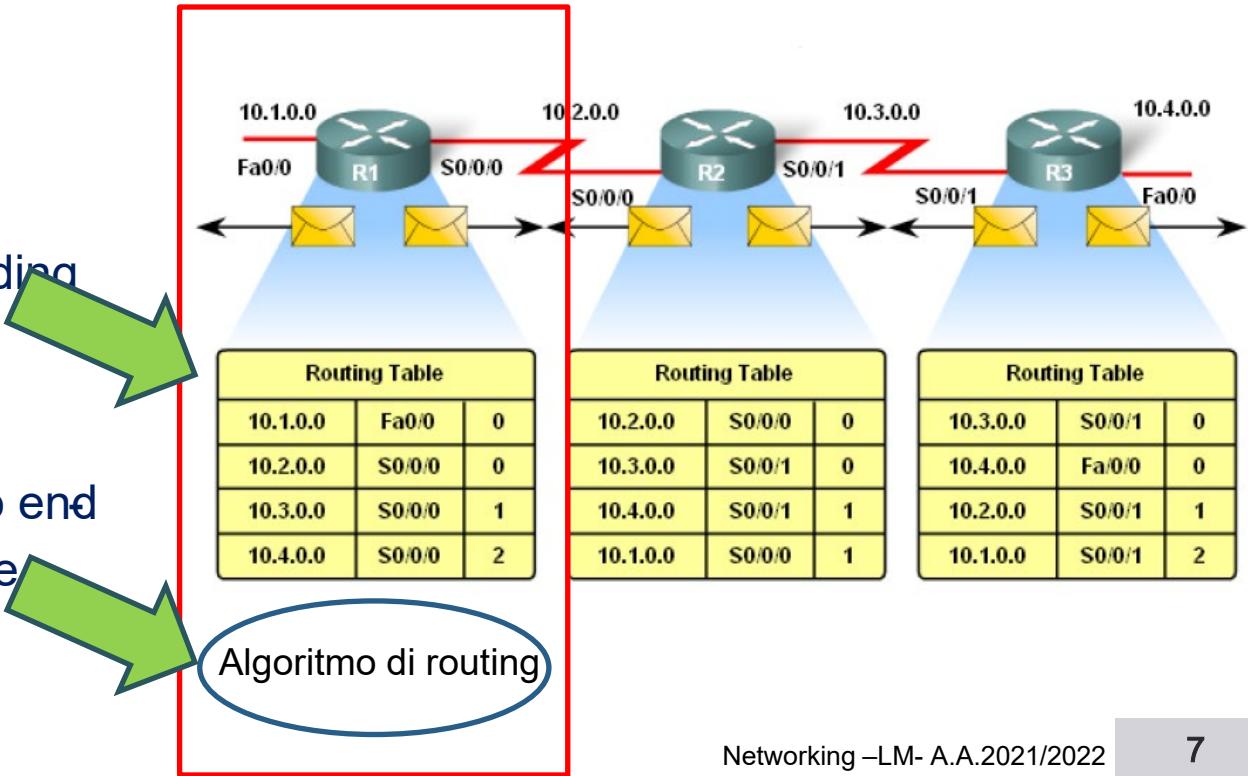
- ❑ Indirizzamento --- > identificazione univoca dell'interfaccia di rete di un host/router
- ❑ Inoltro/forwarding---- > funzione locale attraverso cui il router trasferisce i pacchetti dall'ingresso all'uscita
- ❑ Instradamento/Routing ---- > processo che determina i percorsi dei pacchetti dalla sorgente alla destinazione; è un processo svolto dagli algoritmi di routing
- ❑ Dal lato del controllo della comunicazione:
- ❑ Si hanno protocolli quali ICMP, ARP, RARP, RIP, OSPS
- ❑ segmenti dello strato di trasporto vengono trasferiti dallo strato di rete dall'host sorgente all'host destinazione
 - ❑ Lato sorgente, vengono incapsulati in pacchetti
 - ❑ I pacchetti vengono inoltrati hop-by-hop fino a destinazione
 - ❑ router esaminano i campi dell'header di ciascun pacchetto IP che li attraversa
 - ❑ Lato destinazione, i pacchetti vengono consegnati allo strato di trasporto

Livello 3

- Ancora: dal lato scambio dell'informazione:
- **Best Effort e senza connessione** ogni router che riceve un packet legge l'header, e decide come/dove inoltrarlo sulla base di:
 - Un "indirizzo di destinazione" presente nell'header del packet
 - Una tabella di instradamento presente in ogni nodo (routing table)
 - I pacchetti possono (potenzialmente) percorrere strade diverse tra sorgente e destinazione, la ricomposizione viene fatta a destinazione

Livello 3

- La tabella di routing determina il local forwarding
- Gli algoritmi di routing determinano il percorso end-to-end attraverso la rete



Livello 3 - Indirizzo IP

- È un numero binario di 32 bit
- viene scritto nella forma $x.y.z.w$. Ciascuno dei x,y,z,w rappresenta 8 bit
- può assumere tutti i valori da 00000000 a 11111111₂ (in base 10)
- si usa scriverlo nella forma decimale (notazione decimale puntata)

Livello 3 – Indirizzo IP

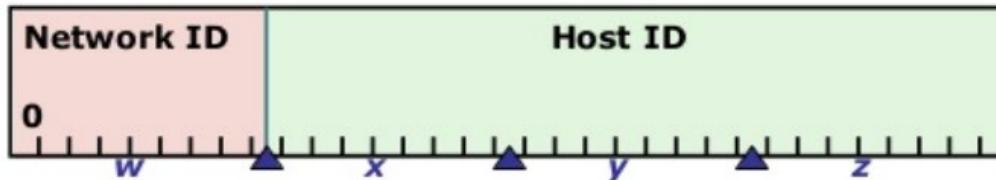
- È associato in modo univoco ad un'interfaccia di rete di un host o di un router
- **Non è associato direttamente a un host** o a un router perché questi possono avere più interfacce di rete
- Indirizzo IP deve avere valenza e univocità universali (in tutto Internet)
- Il routing IP è basato sull'indirizzo dell'host destinazione
- Ogni gestore di rete ha a disposizione un blocco di indirizzi che distribuisce alle interfacce dei singoli apparati

Livello 3 – Indirizzo IP

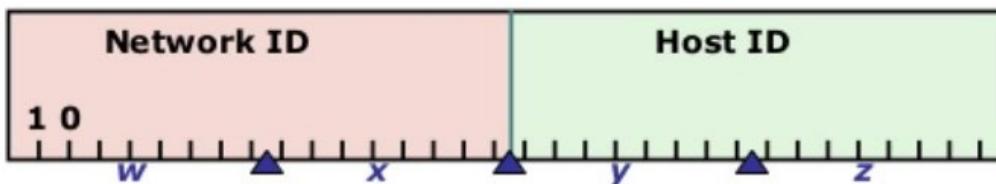
- Un blocco elementare di indirizzi IP è assegnato alle interfacce di una rete IP
- Gli indirizzi del blocco devono avere identici i primi n bit
- Questi primi n bit si chiamano prefisso(o identificativo) di rete (networkprefixo NetID)
- L'indirizzo IP è dunque diviso in due campi (o livelli): i primi n bit (prefisso NetID) identificano la rete—I rimanenti bit (HostID) sono usati per identificare un host specifico (un'interfaccia) nell'ambito della rete
 - Il valore di n dipende dal tipo di rete

Classi di indirizzi

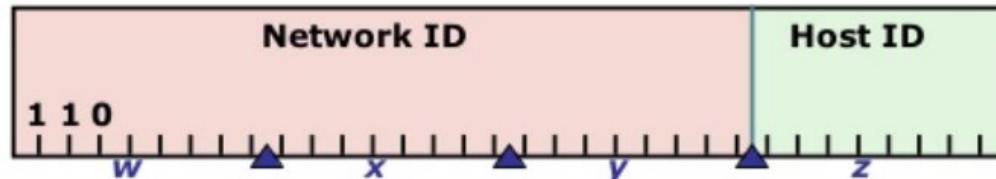
Classe A
Grandi reti



Classe B
Reti medie



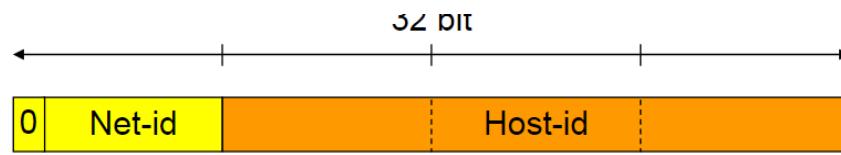
Classe C
Piccole reti



Classi di indirizzi

Classe A:

0.0.0.0 – 127.255.255.255



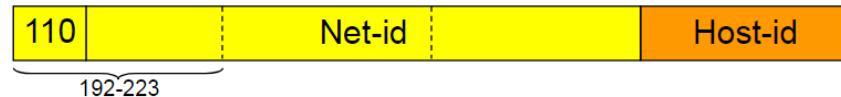
Classe B:

128.0.0.0 – 191.255.255.255



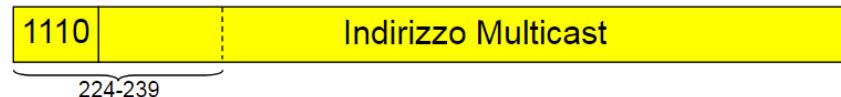
Classe C:

192.0.0.0 – 223.255.255.255



Classe D:

224.0.0.0 – 239.255.255.255



Classe E:

240.0.0.0 – 255.255.255.255



Livello 3 - Classi di indirizzi

- Utilizzabili da chiunque ma solo in ambito privato.
- In Internet possono essere riutilizzati ~~pivot~~ ----- > Non sono univoci—Tre blocchi
 - 10.0.0.0 - 10.255.255.255
 - 172.16.0.0 - 172.31.255.255
 - 192.168.0.0 - 192.168.255.255
- Un router non deve mai inoltrare un pacchetto con destinazione un indirizzo IP privato verso una propria interfaccia di uscita che abbia un indirizzo IP pubblico

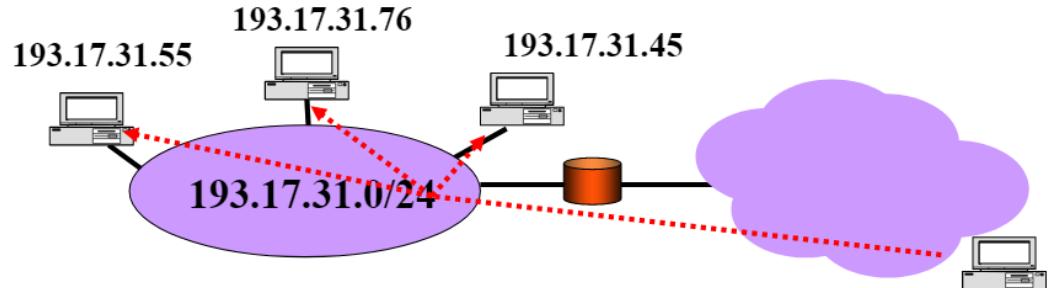
Livello 3 - Netmask

- La netmask è un numero binario di 32 bit associato ad una rete IP
- Inizia con n bit a 1 (dal più significativo), con n pari alla lunghezza del NetID
- I restanti $32 - n$ bit sono a 0
- Indica quali bit di un indirizzo IP sono assegnati al NetID
- Viene indicata con dotted decimal notation

- Esempio: – Indirizzo IP 193.17.31.45 e Netmask: 255.255.255.0 – La rete a cui appartiene l’indirizzo è 193.17.31.0

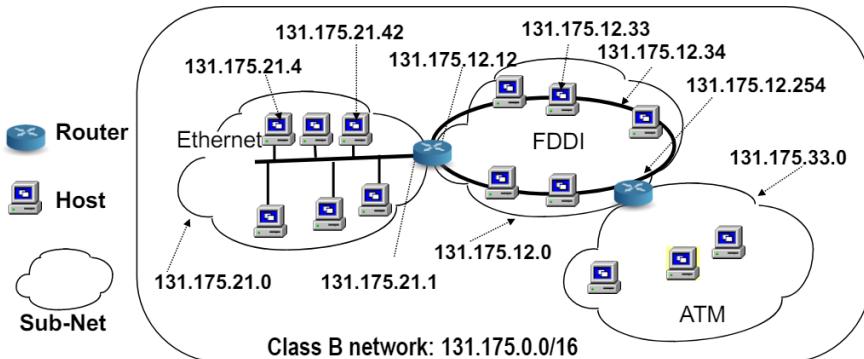
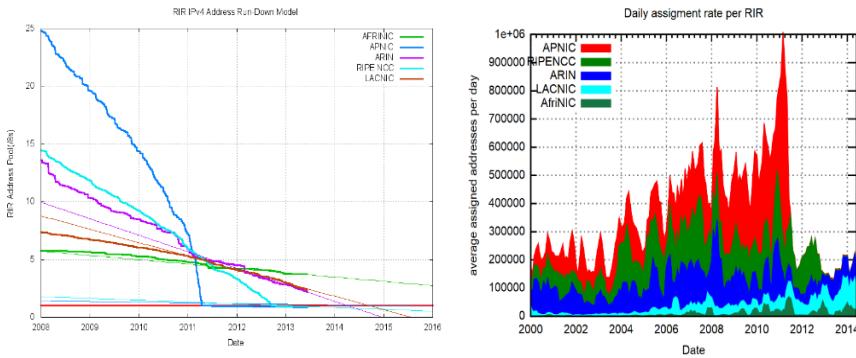
Livello 3 – Broadcast diretto

- 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)
- I router di transito lo trattano come un normale pacchetto (inoltrano ~~nexthop~~)
- Il router della rete di destinazione esegue il broadcast (a livello 2) solo se è abilitato farlo
- esempio: 193.17.31.255



Livello -3 Gerarchia di reti

- Esaurimento IP v.4
- Introduzione IP v6
- Gerarchia delle reti





in collaborazione con:



UNIONE EUROPEA



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

*****INFO *****

- Il livello di Applicazione fornisce servizi alle applicazioni degli utenti della rete.
- La comunicazione è realizzata per mezzo di una:
- connessione logica tra due identità logiche (mittente e ricevente)
- Un programma/un'applicazione

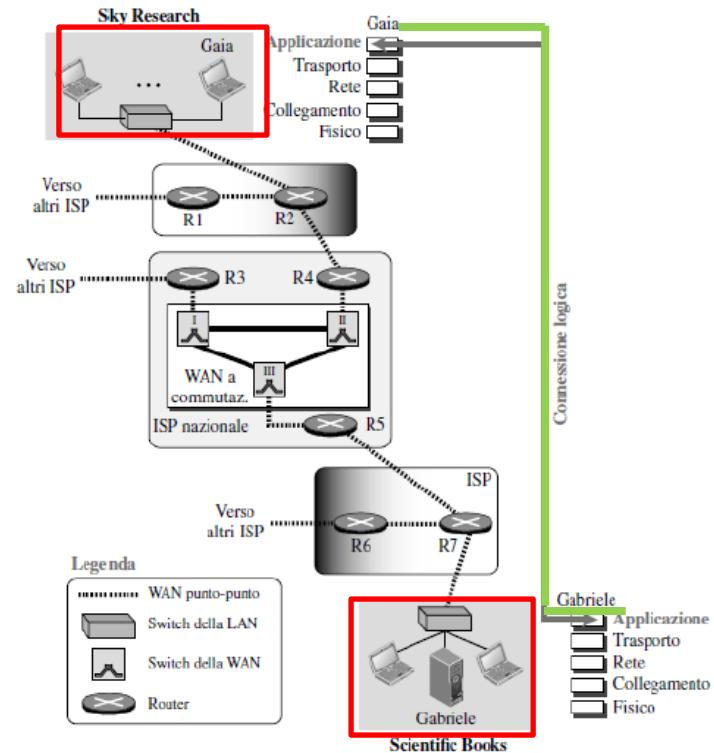


figura da : Behrouz A. Forouzan, *I protocolli TCP/IP* ed. McGraw-Hill 2005

***** APPLICAZIONI *****

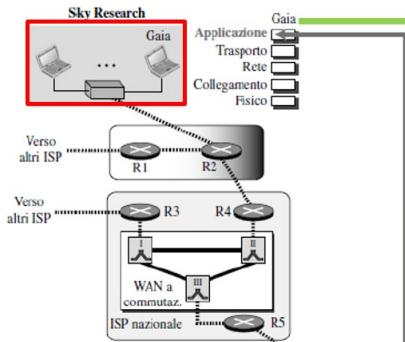
- **Un programma/un'applicazione** che vuole comunicare con un altro programma deve gestire i primi quattro livelli del modello ISO/OSI quindi il livello applicazione dello stack +TCP/IP («aprire la connessione», inviare/ricevere dati e chiudere la connessione).
- *Un insieme di istruzioni di questo tipo viene chiamato API (Application Programming Interface)* : Le API sono set di definizioni e protocolli con i quali vengono realizzati e integrati software applicativi ----- > due processi (applicazioni nel modello client/server) comunicano inviando e leggendo dati dal socket

*****Applicazione*****

- **Applicazioni di Rete**
- Creare un'applicazione di rete significa scrivere un software che:
 - possa essere eseguito su diversi terminali
 - possa comunicare tramite la rete. EX: il browser web(FireFox, Safari, Chrome ecc..) è un software “in esecuzione” su un dispositivo che comunica con un software in esecuzione su un server web (www.google.com, www.amazon.com, ecc..). Il linguaggio è quello esistente per la rete e nei nodi non c’è software applicativo
 - Le applicazioni sono solo nei terminali e possono essere facilmente sviluppate e diffuse

*****Applicazione*****

- **Comunicazioni tra processi**
- Host: dispositivo d'utente: Laptop, smartphone, desktop
- Processo: programma software in esecuzione su host (molti processi possono essere in esecuzione simultaneamente sullo stesso host)
- **Comunicazione interprocesso (IPC)**: tecnologie software il cui scopo è di consentire a diversi processi di **comunicare scambiandosi informazioni e dati**
 - Processi che risiedono sullo stesso host
 - **Processi che risiedono su host diversi (Serve una Rete)**



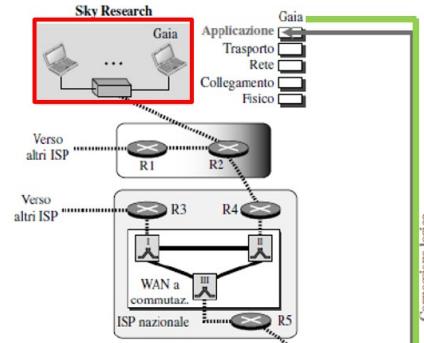
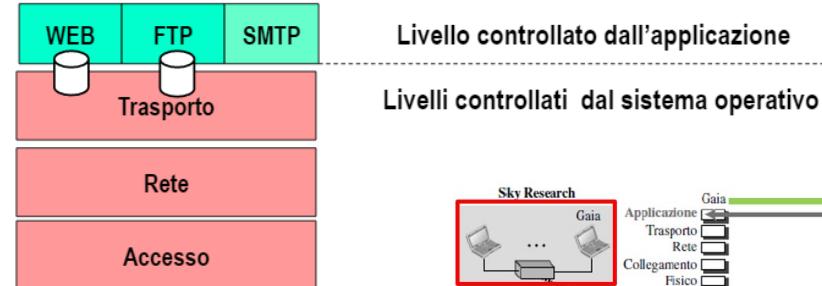
***** Applicazione *****

- Gli elementi fondamentali di un processo di comunicazione sono :
 - **Indirizzamento dei processi**(sapere chi sono gli interlocutori):
 - **INDIRIZZI IP**
 - **PORTA**
 - **Protocollo di comunicazione utilizzato per lo scambio dei dati**
 - Tipi di messaggi scambiati: Richieste, risposte
 - Sintassi dei messaggi: Campi del messaggio e delimitatori
 - Semantica dei messaggi: Significato dei campi
 - Regole su come e quando inviare e ricevere i messaggi

API O SOCKET

- Indirizzamento dei processi(sapere chi sono gli interlocutori):
 - INDIRIZZI IP
 - PORTA
 - **SOCKET =IP+PORTA**
- Lo scambio di messaggi fra i processi applicativi avviene utilizzando i servizi dei livelli inferiori attraverso i SAP (Service Access Point) (vedi slide iniziali del corso)

- Ogni processo è associato ad un SAP



API o Socket

- I processi inviano e ricevono messaggi attraverso **socket**
- Il socket è l'**interfaccia** (**termine già incontrato ad inizio corso nel descrivere l'architettura a strati**) tra il livello delle applicazioni e il livello di trasporto

- L'applicazione **DEVE SPECIFICARE**

- Numero di porta locale
- –Indirizzo IP host locale
- Numero di porta remoto
- –Indirizzo IP host remoto

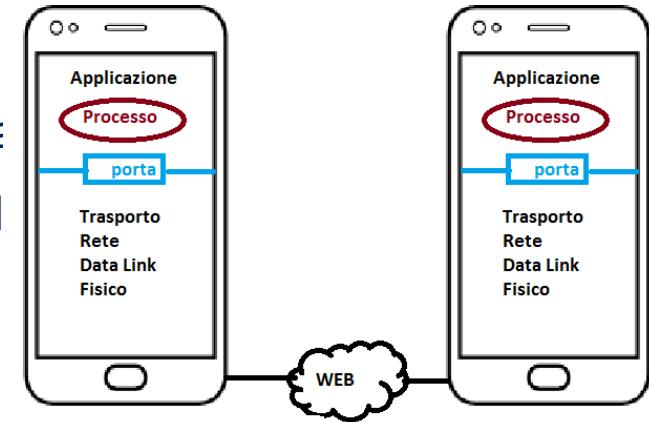
- Il SO deve specificare

- Protocollo di Trasporto
- –Opzioni aggiuntive

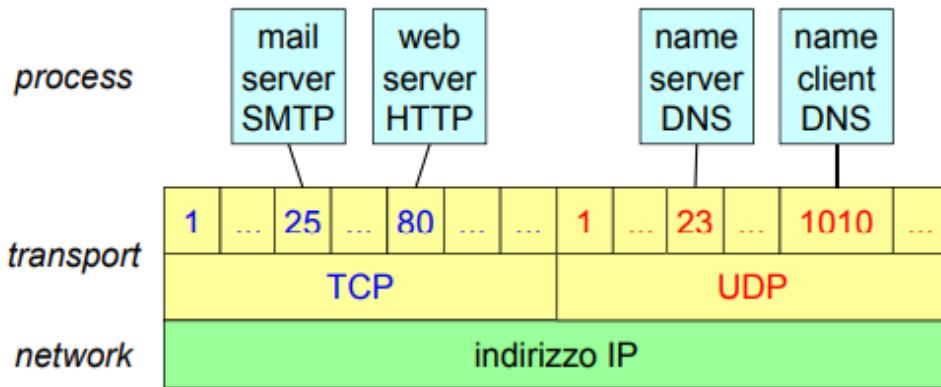
API O SOCKET

- Le socket definiscono la comunicazione (vedremo più avanti come potrà essere la comunicazione --- > client/server, P2P, ibrida link□ e quale protocollo scegliere per la comunicazione link:□)
- Il processo trasmittente mette il messaggio fuori da
- La rete raccoglie il messaggio e lo trasporta fino alla porta del destinatario

Esempio : 142.125.



Livello 4 ISO/OSI - Trasporto



- Porte: Modo per distinguere i dati
- MUX/DEMUX
- Le porte TCP e UDP sono identificate da un numero intero su 16 bit

Livello 4 ISO/OSI - Trasporto

- Le porte sono raggruppate in classi
- le porte 0 :: 1023 sono dette porte privilegiate/note e sono usabili solo da processi di sistema lato server (HTTP,FTP,SMTP,DNS),
- I numeri dinamici da 1024 a 49151 sono assegnati dinamicamente ai processi applicativi lato client
- le porte da 49152 :: 65535 sono dette porte utente/registrate e sono assegnate a



Livello 4 ISO/OSI - Trasporto

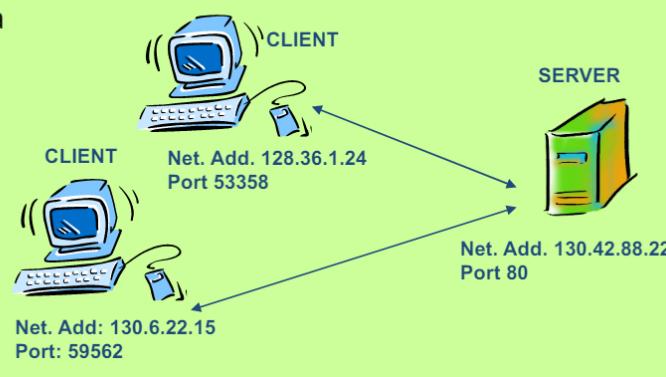
- Le porte si dividono inoltre in
 - porte statiche quelle dove un server è in ascolto, ossia in attesa di richieste
 - porte dinamiche (anche dette porte effimere) sono quelle usate per completare una richiesta di connessione e svolgere un lavoro.

Multiplexing/ Demultiplexing Socket

Un *client* trasmette segmenti verso la porta di un server SMTP remoto



Due client accedono alla stessa porta di un server HTTP.
 Non c'è comunque ambiguità,
 perché la coppia di socket è
 diversa



Il livello 4: trasporto

- Il livello trasporto è un punto chiave della comunicazione
- Il livello di trasporto ha il compito di instaurare un collegamento logico tra le applicazioni residenti su host remoti
- Il livello di trasporto rende trasparente il trasporto fisico (attraverso la rete) dei messaggi alle applicazioni
- Il livello di trasporto è presente solo negli endsystems (host)
- Esso consente il collegamento logico tra processi applicativi

Unità Formativa (UF): RETI DI CALCOLATORI

Docente: L.MORELLO

Titolo argomento: LIVELLO 3 ISO/OSI



in collaborazione con:



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

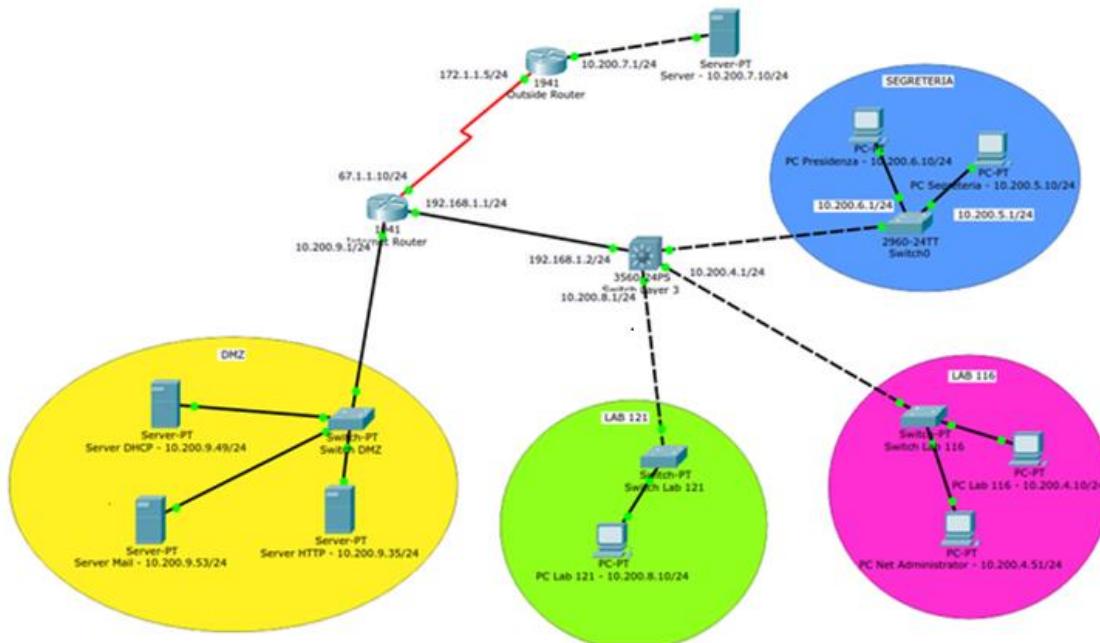
www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

Nota di Copyright

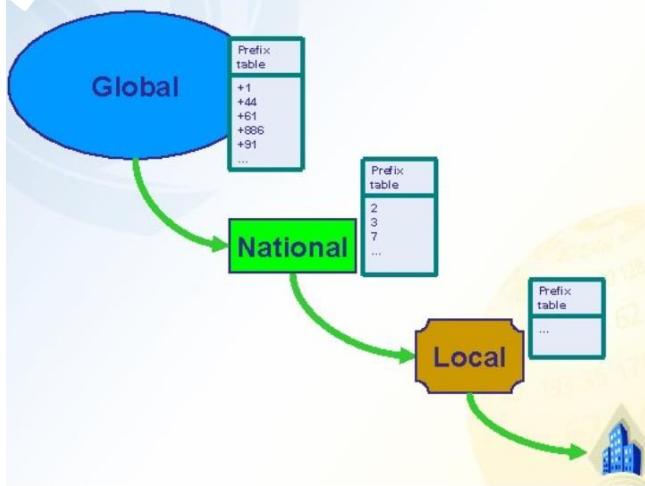
- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.
- L'utilizzo del contenuto della lezione sono riservati alla fruizione personale degli studenti iscritti al corso di Reti di Calcolatori del 'ITS WEB AND MOBILE. Sono vietati la diffusione intera o parziale di video ed immagini della lezione, nonché la modifica dei contenuti senza il consenso, espresso per iscritto, del titolare del corso, autore dei materiali.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Livello 3

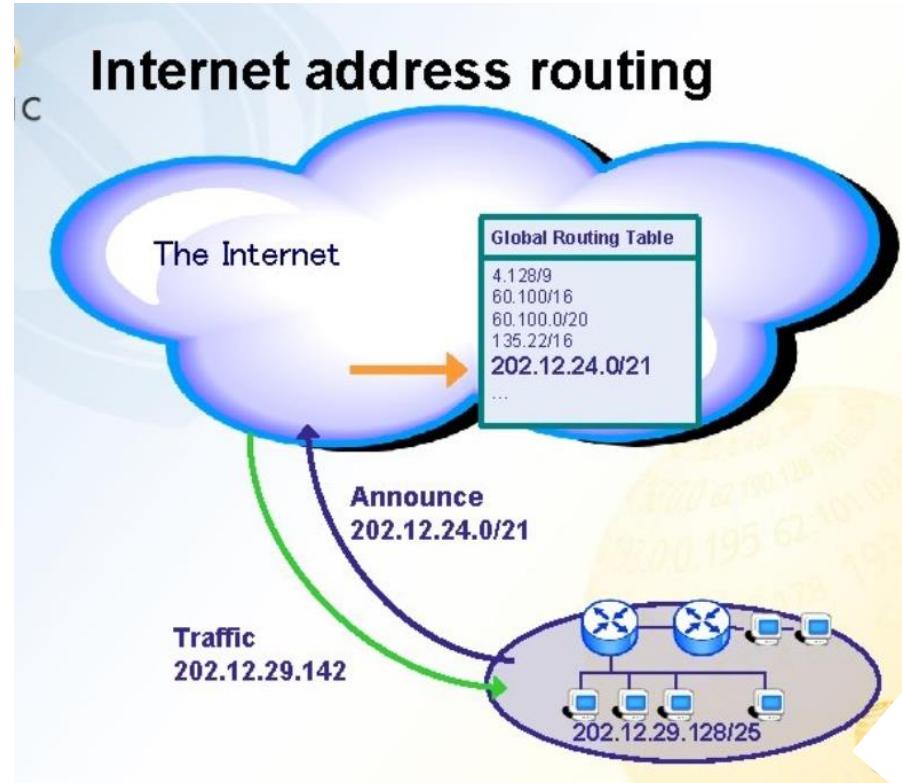


LA RETE

Telephone network routing



Internet address routing



Livello 3

Dal lato di scambio dell'informazione:

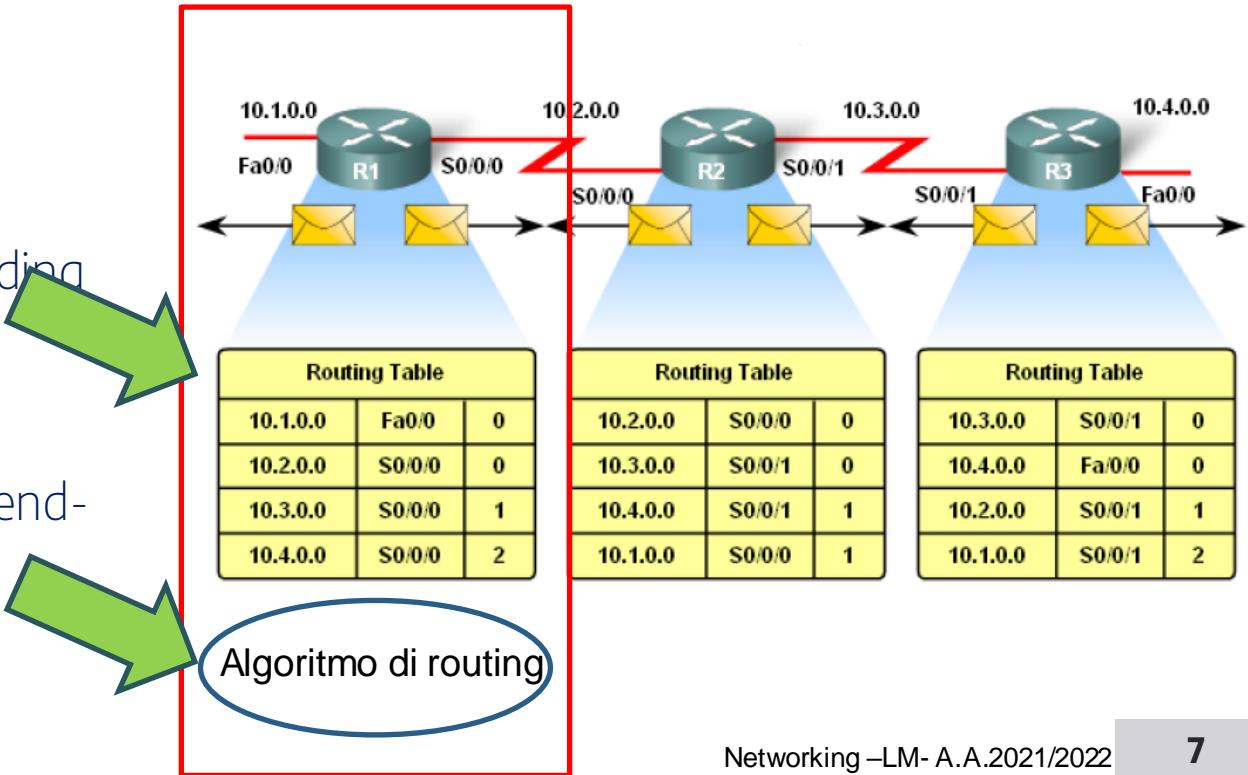
- ❑ Indirizzamento --- > identificazione univoca dell'interfaccia di rete di un host/router
- ❑ Inoltro/forwarding---- > funzione locale attraverso cui il router trasferisce i pacchetti dall'ingresso all'uscita
- ❑ Instradamento/Routing ---- > processo che determina i percorsi dei pacchetti dalla sorgente alla destinazione; è un processo svolto dagli algoritmi di routing
- ❑ Dal lato del controllo della comunicazione:
- ❑ Si hanno protocolli quali ICMP, ARP, RARP, RIP, OSPS
- ❑ segmenti dello strato di trasporto vengono trasferiti dallo strato di rete dall'host sorgente all'host destinazione
 - ❑ Lato sorgente, vengono incapsulati in pacchetti
 - ❑ I Pacchetti vengono inoltrati hop-by-hop fino a destinazione
 - ❑ router esaminano i campi dell'header di ciascun pacchetto IP che li attraversa
 - ❑ Lato destinazione, i pacchetti vengono consegnati allo strato di trasporto

Livello 3

- Ancora: dal lato scambio dell'informazione:
- **Best Effort e senza connessione**: ogni router che riceve un packet, legge l'header ,e decide come/dove inoltrarlo sulla base di:
 - ▣ Un “indirizzo di destinazione” presente nell'header del packet
 - ▣ Una tabella di instradamento presente in ogni nodo (routig table)
 - ▣ I pacchetti possono (potenzialmente) percorrere strade diverse tra sorgente e destinazione, la ricomposizione viene fatta a dstinazione

Livello 3

- La tabella di routing determina il local forwarding
- Gli algoritmi di routing determinano il percorso end-to-end attraverso la rete



Livello 3- Indirizzo IP

- E' un numero binario di 32 bit
- viene scritto nella forma x.y.z.w. Ciascuno dei x,y,z,w rappresenta 8 bit
- può assumere tutti i valori da 00000000 a 11111111 (0 – 255 in base 10)
- si usa scriverlo nella forma decimale (notazione decimale puntata)

Livello 3 – Indirizzo IP

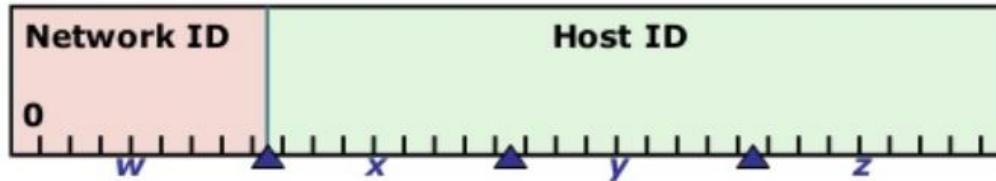
- E' associato in modo univoco **ad un'interfaccia di rete** di un host o di un router
- **Non è associato direttamente a un host** o a un router perché questi possono avere più interfacce di rete
- Indirizzo IP deve avere valenza e univocità universali (in tutto Internet)
- Il routing IP è basato sull'indirizzo dell'host destinazione
- Ogni gestore di rete ha a disposizione un blocco di indirizzi che distribuisce alle interfacce dei singoli apparati

Livello 3 – Indirizzo IP

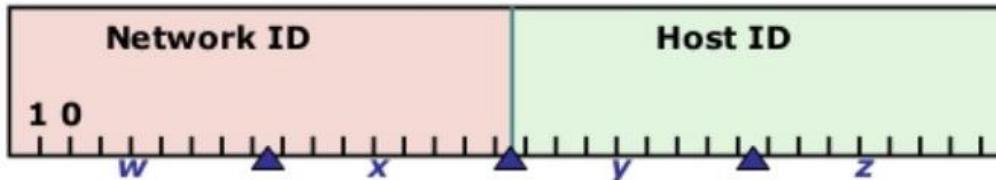
- Un blocco elementare di indirizzi IP è assegnato alle interfacce di una rete IP
- Gli indirizzi del blocco devono avere identici i primi n bit
- Questi primi n bit si chiamano prefisso(o identificativo) di rete (networkprefixo NetID)
- L'indirizzo IP è dunque diviso in due campi (o livelli)—I primi nbit (prefisso NetID) identificano la rete—I rimanenti bit (HostID) sono usati per identificare un hostspecifico (un'interfaccia) nell'ambito della rete
- •Il valore di n dipende dal tipo di rete

Classi di indirizzi

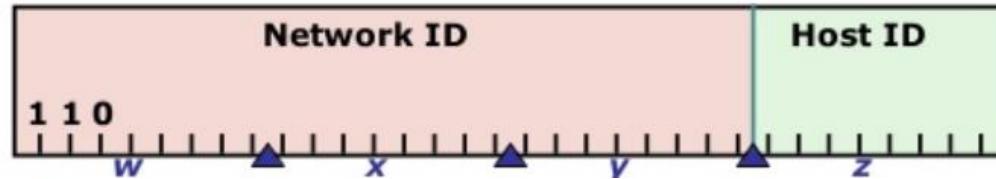
Classe A
Grandi reti



Classe B
Reti medie



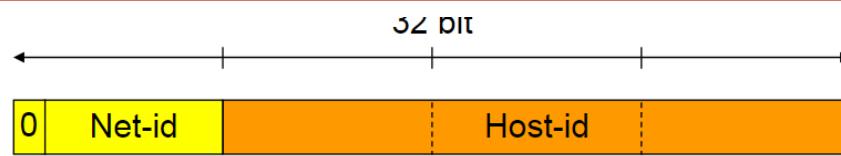
Classe C
Piccole reti



Classi di indirizzi

Classe A:

0.0.0.0 – 127.255.255.255



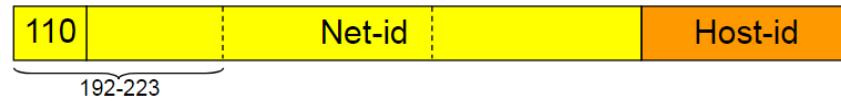
Classe B:

128.0.0.0 – 191.255.255.255



Classe C:

192.0.0.0 – 223.255.255.255



Classe D:

224.0.0.0 – 239.255.255.255



Classe E:

240.0.0.0 – 255.255.255.255



Livello 3- Classi di indirizzi

- Utilizzabili da chiunque ma solo in ambito privato.
- In Internet possono essere riutilizzati più volte -----> Non sono univoci–Tre blocchi
 - ▣ 10.0.0.0 -10.255.255.255
 - ▣ 172.16.0.0 -172.31.255.255
 - ▣ 192.168.0.0 -192.168.255.255
- Un router non deve mai inoltrare un pacchetto con destinazione un indirizzo IP privato verso una propria interfaccia di uscita che abbia un indirizzo IP pubblico

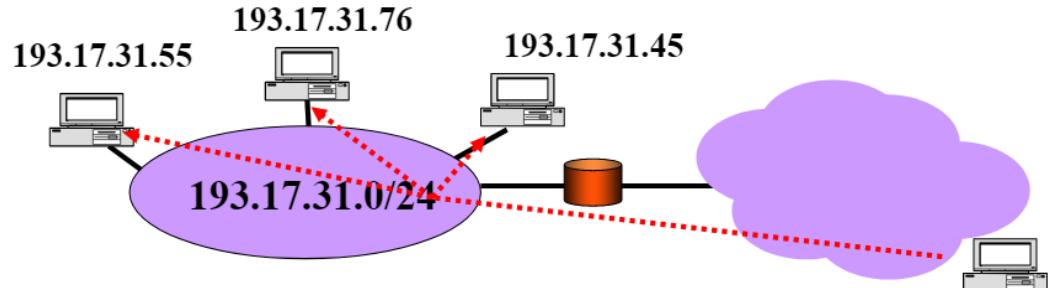
Livello 3 - Netmask

- La netmask è un numero binario di 32 bit associato ad una rete IP
- Inizia con n bit a 1(dal più significativo), con n pari alla lunghezza del NetID
- I restanti $32 - n$ bit sono a 0
- Indica quali bit di un indirizzo IP sono assegnati al NetID
- Viene indicata con dotted decimal notation

- Esempio:–Indirizzo IP 193.17.31.45 e Netmask: 255.255.255.0–La rete a cui appartiene l'indirizzo è 193.17.31.0

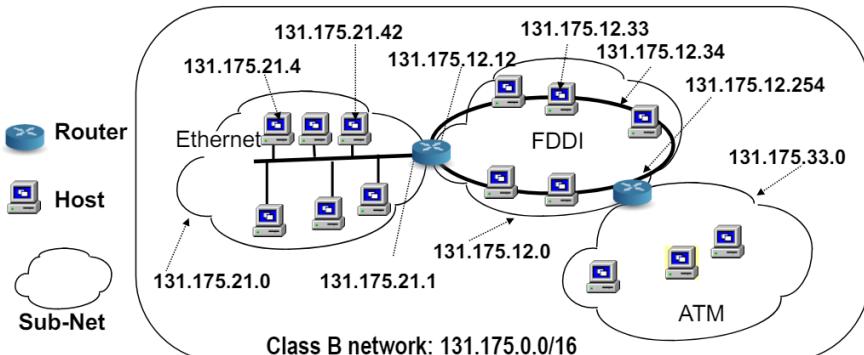
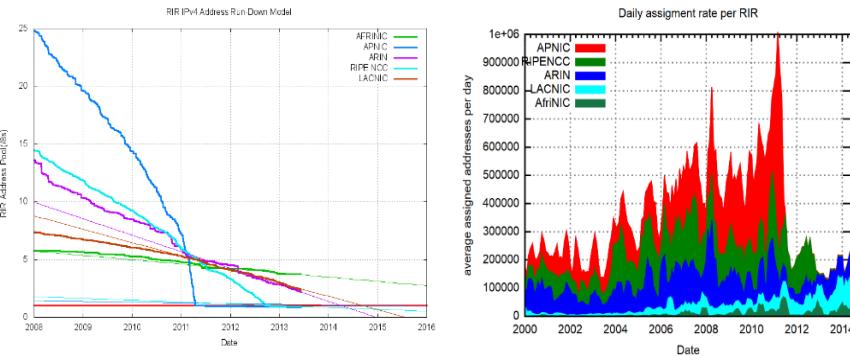
Livello 3 – Broadcast diretto

- 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)
- I router di transito lo trattano come un normale pacchetto (inoltrano al nexthop)
- Il router della rete di destinazione esegue il broadcast (a livello 2) solo se è abilitato a farlo
- esempio: 193.17.31.255



Livello -3 Gerarchia di reti

- Esaurimento IP v.4
- Introduzione IP v6
- Gerarchia delle reti





fondo
sociale europeo



in collaborazione con:



UNIONE EUROPEA



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

*****INFO *****

- Il livello di Applicazione fornisce servizi alle applicazioni degli utenti della rete.
- La comunicazione è realizzata per mezzo di una:
- connessione logica tra due identità logiche (mittente e ricevente)
- Un programma/un'applicazione

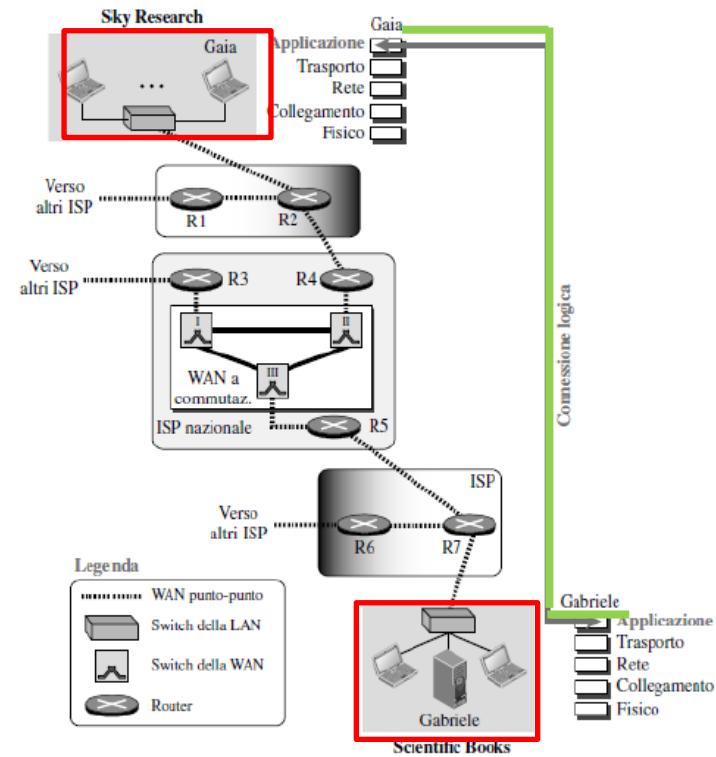


figura da : Behrouz A. Forouzan, *I protocoli TCP/IP* ed. McGraw-Hill 2005

***** APPLICAZIONI *****

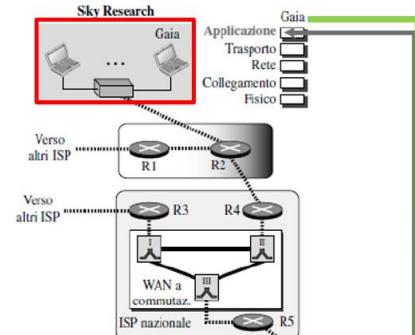
- **Un programma/un'applicazione** che vuole comunicare con un altro programma deve gestire i primi quattro livelli del modello ISO/OSI e quindi il livello applicazione dello stack +**TCP/IP («aprire la connessione», inviare/ricevere dati e chiudere la connessione)**.
- *Un insieme di istruzioni di questo tipo viene chiamato API (Application Programming Interface)*: Le API sono set di definizioni e protocolli con i quali vengono realizzati e integrati software applicativi ----- > due processi (applicazione nel modello client/server) comunicano inviando e leggendo dati dal socket

*****Applicazione*****

- **Applicazioni di Rete:**
- Creare un'applicazione di rete significa scrivere un software che:
 - ▣ possa essere eseguito su **diversi terminali**
 - ▣ **possa comunicare tramite la rete**. EX: il browser web (FireFox, Safari, Chrome, ecc..) è un software “in esecuzione” su un dispositivo che comunica con un software in esecuzione su un server web (www.google.com, www.amazon.com, ecc.). Il linguaggio è quello esistente per la rete e nei nodi non c’è software applicativo
 - ▣ **Le applicazioni sono solo nei terminali** e possono essere facilmente sviluppate e diffuse

*****Applicazione*****

- **Comunicazioni tra processi**
- **Host:** dispositivo d'utente: Laptop, smartphone, desktop
- **Processo:** programma software in esecuzione su un host (molti processi possono essere in esecuzione simultaneamente sullo stesso host)
- **Comunicazione inter-processo (IPC):** tecnologie software il cui scopo è di consentire a diversi processi di **comunicare scambiandosi informazioni e dati**
 - Processi che risiedono sullo stesso host
 - **Processi che risiedono su host diversi (Serve una Rete!)**



***** Applicazione *****

- Gli elementi fondamentali di un processo di comunicazione sono :
 - **Indirizzamento dei processi (sapere chi sono gli interlocutori):**
 - **INDIRIZZI IP**
 - **PORTA**
 - **Protocollo di comunicazione utilizzato per lo scambio dei dati:**
 - Tipi di messaggi scambiati: Richieste, risposte
 - Sintassi dei messaggi: Campi del messaggio e delimitatori
 - Semantica dei messaggi: Significato dei campi
 - Regole su come e quando inviare e ricevere i messaggi

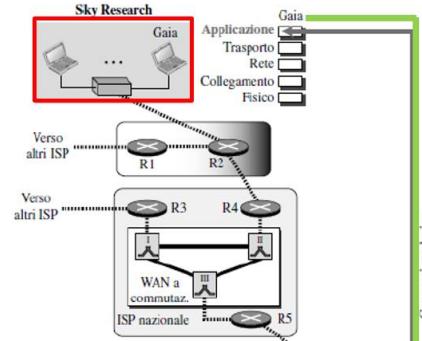
API e SOCKET

- Indirizzamento dei processi (sapere chi sono gli interlocutori):
 - INDIRIZZI IP
 - PORTA
 - SOCKET =IP+PORTA
- Lo scambio di messaggi fra i processi applicativi avviene utilizzando i servizi dei livelli inferiori attraverso i SAP (Service Access Point) (vedi slide iniziali del corso)
 - Ogni processo è associato ad un SAP



Livello controllato dall'applicazione

Livelli controllati dal sistema operativo

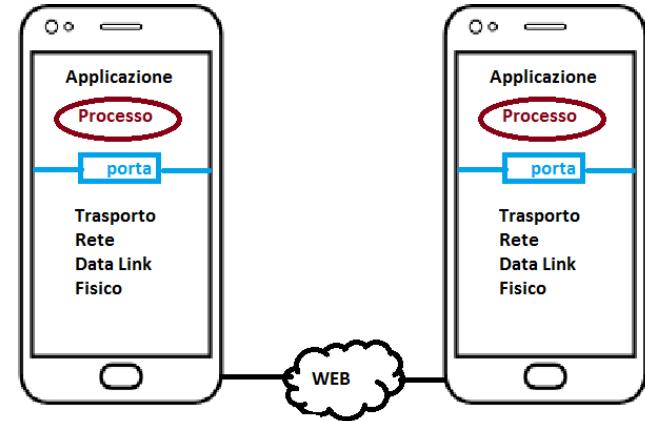


API e Socket

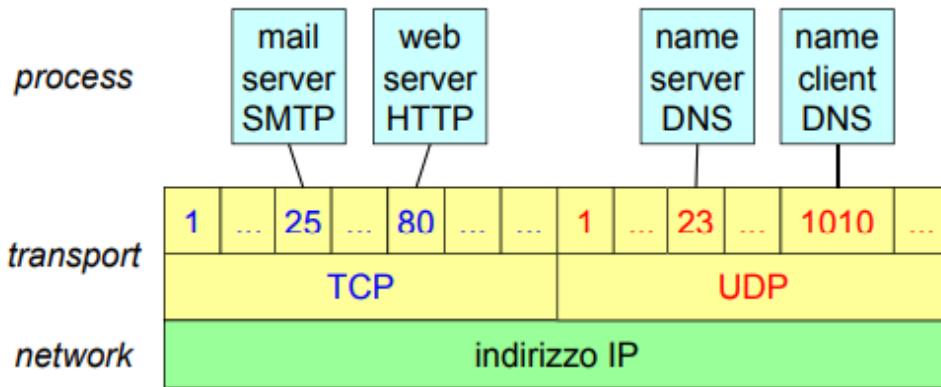
- I processi inviano e ricevono messaggi attraverso i socket
- Il socket è l'**interfaccia** (**termine già incontrato ad inizio corso nel descrivere l'architettura a strati**) tra il livello delle applicazioni e il livello di trasporto
- L'applicazione **DEVE SPECIFICARE**:
 - Numero di porta locale
 - –Indirizzo IP host locale
 - –Numero di porta remoto
 - –Indirizzo IP host remoto
- Il SO deve specificare
 - Protocollo di Trasporto
 - –Opzioni aggiuntive

- Le socket definiscono la comunicazione (vedremo più avanti come potrà essere la comunicazione ---- > client/server, P2P, ibrida link ☐ e quale protocollo scegliere per la comunicazione link: ☐)
- Il processo trasmittente mette il messaggio fuori dalla porta
- La rete raccoglie il messaggio e lo trasporta fino alla porta del destinatario

Esempio : 142.125.7.9



Livello 4 ISO/OSI - Trasporto



- Porte: Modo per distinguere i dati
- MUX/DEMUX
- Le porte TCP e UDP sono identificate da un numero intero su 16 bit

Livello 4 ISO/OSI - Trasporto

- Le porte sono raggruppate in classi:
- le porte 0 :: 1023 sono dette porte privilegiate/note e sono usabili solo da processi di sistema lato server (HTTP,FTP,SMTP,DNS,...)
- I numeri dinamici da 1024 a 49151 sono assegnati dinamicamente ai processi applicativi lato client
- le porte da 49152 :: 65535 sono dette porte utente/registrate e sono assegnati a (grado di utilizzazione da chi non fa più richiesta / finiscono molto spesso inattivi)



Livello 4 ISO/OSI - Trasporto

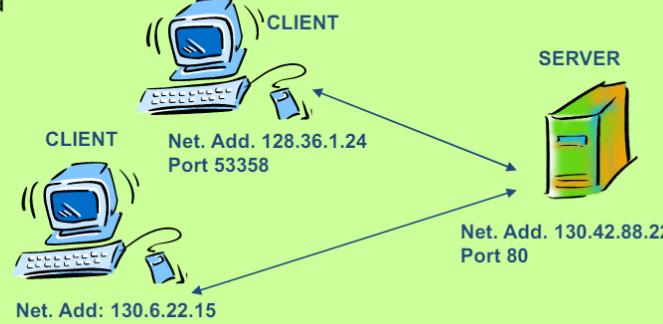
- Le porte si dividono inoltre in
- porte statiche quelle dove un server è in ascolto, ossia in attesa di richieste.
- porte dinamiche (anche dette porte effimere) sono quelle usate per completare una richiesta di connessione e svolgere un lavoro.

Multiplexing/Demultiplexing Socket

Un *client* trasmette segmenti verso la porta di un server SMTP remoto



Due client accedono alla stessa porta di un server HTTP.
 Non c'è comunque ambiguità,
 perché la coppia di socket è
 diversa



Il livello 4: trasporto

- Il livello trasporto è un punto chiave della comunicazione
- Il livello di trasporto ha il compito di instaurare un collegamento logico tra le applicazioni residenti su host remoti
- Il livello di trasporto rende **trasparente il trasporto fisico** (attraverso la rete) dei messaggi alle applicazioni
- Il livello di trasporto è presente solo negli **end systems** (host)
- Esso consente il collegamento logico tra processi applicativi

Livello 4 ISO/OSI - Trasporto

- Il livello 4 provvede al trasferimento dei messaggi sulla rete procedendo in tre fasi:
 - 1. realizzazione della connessione
 - 2. trasferimento dei dati
 - 3. rimozione della connessione.
- La connessione (che deve essere **affidabile e duratura** per assicurare la corretta trasmissione dei dati e allo stesso tempo non durare più dello stretto necessario per evitare di congestionare la rete). Il livello di trasporto è preposto alla connessione logica tra due nodi di una rete
- La connessione è generalmente **dedicata** per tutta la durata della comunicazione (commutazione di circuito) ma il livello può dividere il messaggio in pacchetti da inoltrare con percorsi distinti (commutazione di pacchetto).  **Dipende dal tipo di protocollo utilizzato**

Livello 4 ISO/OSI – Trasporto – protocollo TCP

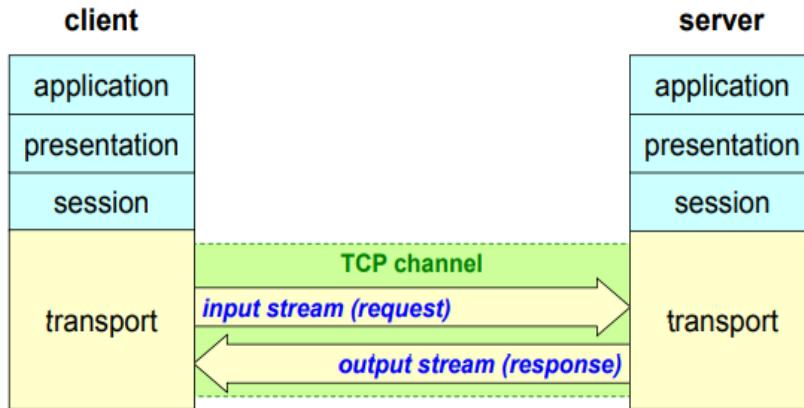
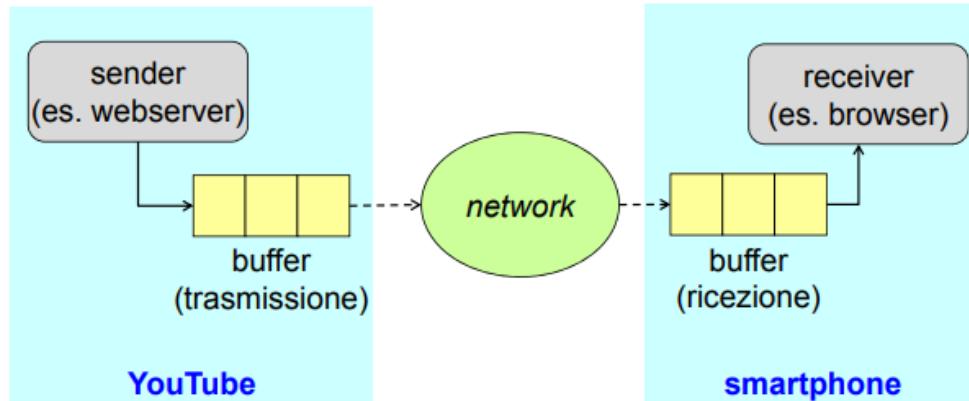


Figura 2.2: canale TCP.

- Trasmissioni simultanee
- Unità di trasmissione di 1 byte
- Buffering
- E' il più usato dalle applicazioni Internet (es. web, posta elettronica, trasferimento file).

Livello 4 ISO/OSI – Trasporto – Protocollo UDP

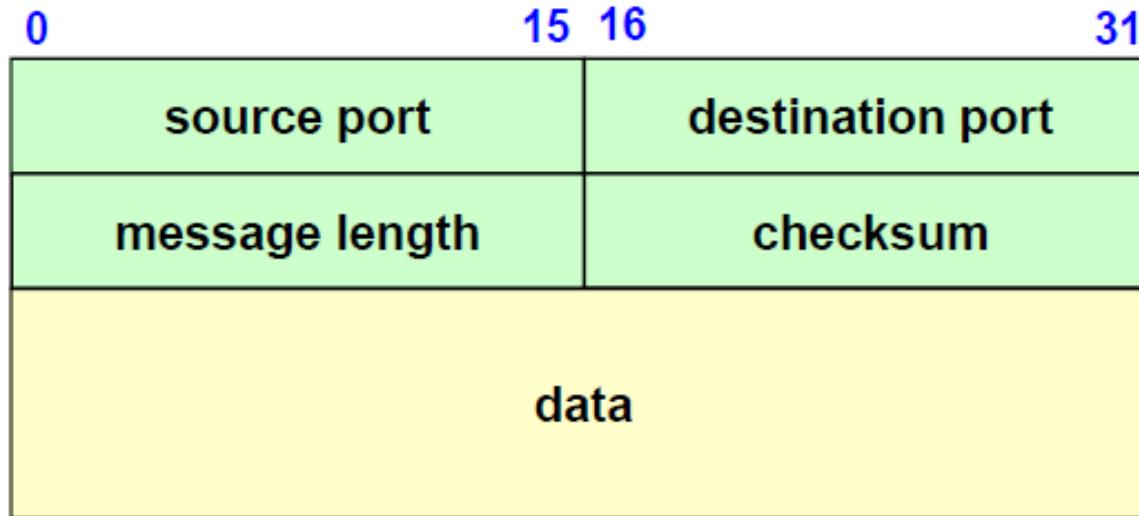


- Non c'è il concetto di canale
- Comunicazione indipendente, scambio DI BYTES anche bidirezionale anche simultaneo
- Viene usato ad esempio per applicazioni DNS, NTP o nel gaming on-line

TCP -UDP

- UDP è un protocollo più semplice rispetto a TCP
- UDP rispetto al protocollo IP ci fornisce in più la possibilità di inviare messaggi di una dimensione maggiore di quella del semplice pacchetto IP
- UDP è un protocollo di trasporto orientato ai messaggi
- Il protocollo UDP aggiunge due funzionalità rispetto a quelle di IP: il multiplexing delle informazioni tra le varie applicazioni (tramite il concetto di porta) e la checksum (come a livello 2)

Datagram



Applicabilità UDP

- E' utile usare UDP in quattro casi concettuali:
- Se si opera su rete affidabile (esempio LAN) soprattutto quelle di tipo cablato oppure su una rete punto-punto.
- Se una singola PDU può contenere tutti i dati applicativi che si vogliono mandare, ossia se due applicazioni si stanno mandando dei dati di lunghezza inferiore a 64 kB.
- Se non importa che tutti i dati arrivino a destinazione esattamente
- Se è l'applicazione stessa che gestisce meccanismi di ritrasmissione

Problemi UDP

- Il principale problema di UDP è il controllo di congestione: UDP è connection-less e quindi non sa che cosa sta accadendo all'altro capo della rete.
- Per risolvere il problema del controllo di congestione era stato proposto il protocollo DDCP (Datagram Congestion Control Protocol) che però nella pratica non è mai stato utilizzato.

Applicazioni UDP

- Le principali applicazioni sono:
- DNS (Domain Name System)
- NFS (Network File System)
- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- Molte applicazioni di streaming audio e video, in cui è importante la bassa latenza

Applicazioni TCP

- FTP (File Transfer Protocol) trasferimento file
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) trasmissione e-mail
- HTTP (Hyper-Text Transfer Protocol) scambio dati tra browser e server web

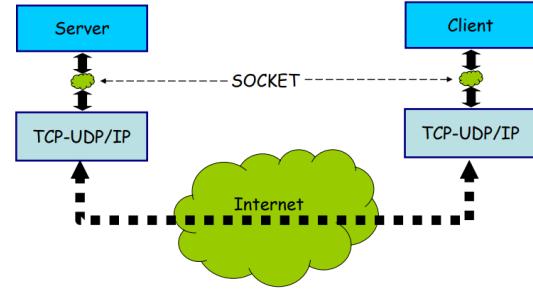
Funzionalità TCP

- supporto della connessione tramite circuiti virtuali
- controllo di errore
- controllo di flusso:
- multiplazione e de-multiplazione
- controllo di stato e di sincronizzazione

Comunicazione

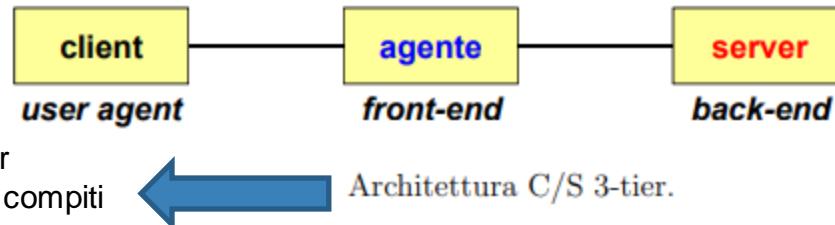
Modello Client/server

- E' un modello astratto di comunicazione fra processi .Presuppone l'esistenza di:
 - ▣ 1 processo Client
 - ▣ 1 processo Server
- Schema di funzionamento:
 - ▣ Il Server inizialmente attende richieste di servizio
 - ▣ Il Client chiede servizio al Server
 - ▣ Il Server può accettare o rifiutare la richiesta
 - Se rifiuta, il Client può riprovare in seguito
 - Se accetta, è creata una sessione, avviene il trasferimento di informazione e infine la sessione è chiusa



Comunicazione

- **Modello Client/server**
- I vantaggi di questa architettura sono la semplicità di realizzazione e la semplificazione del client.
- Gli svantaggi sono il sovraccarico del server, che deve elaborare richieste da più utenti e il conseguente sovraccarico del canale di comunicazione
- Ci sono diversi tipi di architetture C/S che si distinguono in base al numero di elementi che costituiscono il server. Una di queste è la client-server 2-tier. Si chiama 2-tier perchè, in inglese, tier significa strato o livello e questa architettura è appunto a due livelli



Comunicazione

- L'architettura C/S 2-tier è quella originale in cui il client interagisce direttamente con il server senza attori intermedi. E' un'architettura che può essere sfruttata su scala locale o geografica e viene usata in ambienti di piccole dimensioni, ovvero con un massimo di 50-100 client simultanei.
- Svantaggio: bassa scalabilità, poichè al crescere del numero di utenti decrescono le prestazioni del server proprio perchè viene sovraccaricato di richieste

Comunicazione

- Configurazione C/S 3/tier
- **Adattatore, bilanciatore di carico** un sistema che si presenta come un server ai client ma non fornisce esso stesso direttamente la risposta: smista la richiesta al server **meno carico** tra tutti quelli per cui funge da interfaccia pubblica; altro esempio: può creare un cambio di protocollo per esempio da TCP a IP; altro esempio: cambio formato dati dati da ASCII a EBCDIC; altro esempio siti web come yahoo.it oppure amazon usano il bilanciatore per distribuire il carico.
- Quando il problema è migliorare le prestazioni di calcolo, tipicamente si adopera un bilanciatore di carico

Comunicazione

- In un sistema C/S a tre livelli, il secondo livello è talvolta detto front-end perché è quello che si interfaccia direttamente con l'utente del servizio, mentre il terzo livello è detto back-end, perché è quello che fornisce la base del servizio pur restando nascosto nel retro (background o backstage in inglese).
- **Interfaccia utente/WEB:** Per sviluppare la parte client che si interfaccia con l'utente si può seguire l'approccio personalizzato (in inglese custom) oppure quello basato su browser web (oggi quello più diffuso)

Comunicazione

- **l'interfaccia utente viene divisa in due parti:** quella che effettua le operazioni di input-output è basata sul browser web ed è quindi presente sulla postazione di lavoro mentre sul server si usano appositi linguaggi (come HTML) per definire tutti i campi che costituiscono l'interfaccia utente e controllarne il funzionamento.
- In questo schema, Il browser manda richieste HTTP e riceve risposte in HTML. Il server Web ha l'interfaccia descritta in HTML, **in particolare HTML statico**. Se il programma deve anche fare del lavoro, il server Web dialoga con il server applicativo per ricevere dei dati. Il server applicativo accede ai dati posizionati sulla stessa macchina o su un quarto livello e fornirà la parte dinamica dei dati. Quello che viene visualizzato da un utente è composto da dati statici e da dati dinamici

Comunicazione

- **Modello P2P**
 - Non ci sono server sempre connessi
 - I terminali (peers) comunicano direttamente
 - I peers sono collegati in modo intermittente e possono cambiare indirizzo IP
 - Esempio: BitTorrent
- Fortemente scalabile ma presenta molte difficoltà nella gestione

Comunicazione

- L'architettura C/S è asimmetrica poichè il server svolge la maggior parte delle attività ed il suo ruolo è determinato a priori
- Invece l'architettura P2P è simmetrica perchè ogni nodo può ricoprire il ruolo sia di client sia quello di server, simultaneamente o in tempi diversi

Esercitazione

- Si può utilizzare per esempio netstat
- Si utilizza linguaggio testuale
 - Ipconfig
 - Ping
 - Tracert
 - ns lookup
 - Netstat-a -n

Esercitazione

Proto	Indirizzo locale	Indirizzo esterno	Stato
TCP	0.0.0.0:135	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:445	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:5040	0.0.0.0:0	LISTENING

- Porte statiche dietro cui c'è un server in ascolto

TCP	[::]:135	[::]:0	LISTENING
TCP	[::]:445	[::]:0	LISTENING
TCP	[::]:49664	[::]:0	LISTENING



- Nessuna informazione relativa all'IP v6

Esercitazione

```
UDP      0.0.0.0:3702      *.*  
UDP      0.0.0.0:3702      *.*  
UDP      0.0.0.0:5050      *.*  
UDP      0.0.0.0:5353      *.*  
UDP      0.0.0.0:5355      *.*  
UDP      0.0.0.0:49667     *.*
```



- la visualizzazione *.* o quella IPv6 :::0 si verificano quando non è stata stabilita nessuna connessione con un host remoto. I servizi in ascolto sono pronti a soddisfare richieste di connessione provenienti da qualsiasi indirizzo e da qualsiasi porta remoti. Solo nel momento in cui verrà attivata una nuova connessione, verrà specificato un preciso indirizzo remoto.

Esercitazione

- Aprire la pagina web libero.it
- Lanciare netstat -a –n
- Rispetto alla lista precedente ci sono più connessioni TCP poiché si sono aggiunte quelle generate dal browser per caricare la home page di libero.it.

Esercitazione

TCP	0.0.0.0:49671	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:5939	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:23402	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	192.168.1.64:139	0.0.0.0:0	LISTENING
TCP	192.168.1.64:53838	40.67.254.36:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:53912	95.101.114.233:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53915	87.248.107.204:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:53916	151.101.2.2:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:53917	23.50.144.67:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53918	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53919	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53920	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53921	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53922	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:53923	95.101.114.41:443	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.1.64:54150	52.157.234.37:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:54152	13.107.21.200:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:54153	13.107.18.11:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:54154	13.107.6.254:443	ESTABLISHED
TCP	192.168.1.64:54155	13.107.246.10:443	ESTABLISHED

A causa del modo in cui TCP / IP funziona, le connessioni non possono essere chiuse immediatamente. I pacchetti possono arrivare fuori servizio o essere ritrasmessi dopo la chiusura della connessione. CLOSE_WAIT indica che l'endpoint remoto (l'altro lato della connessione) ha chiuso la connessione. TIME_WAIT indica che l'endpoint locale (questo lato) ha chiuso la connessione. La connessione viene mantenuta in modo che eventuali pacchetti ritardati possano essere abbinati alla connessione e gestiti in modo appropriato. Le connessioni verranno rimosse quando scadono entro quattro minuti.

Protocollo https usato per il trasferimento sicuro
di pagine web



fondo
sociale europeo

ITS
TECNOLOGIE
DELL'INFORMAZIONE E
DELLA COMUNICAZIONE

Unità Formativa (UF)

Docente:L.MORELLO

Titolo argomento: RETI DI CALCOLATORI



in collaborazione con:



per una crescita intelligente,
sostenibile ed inclusiva

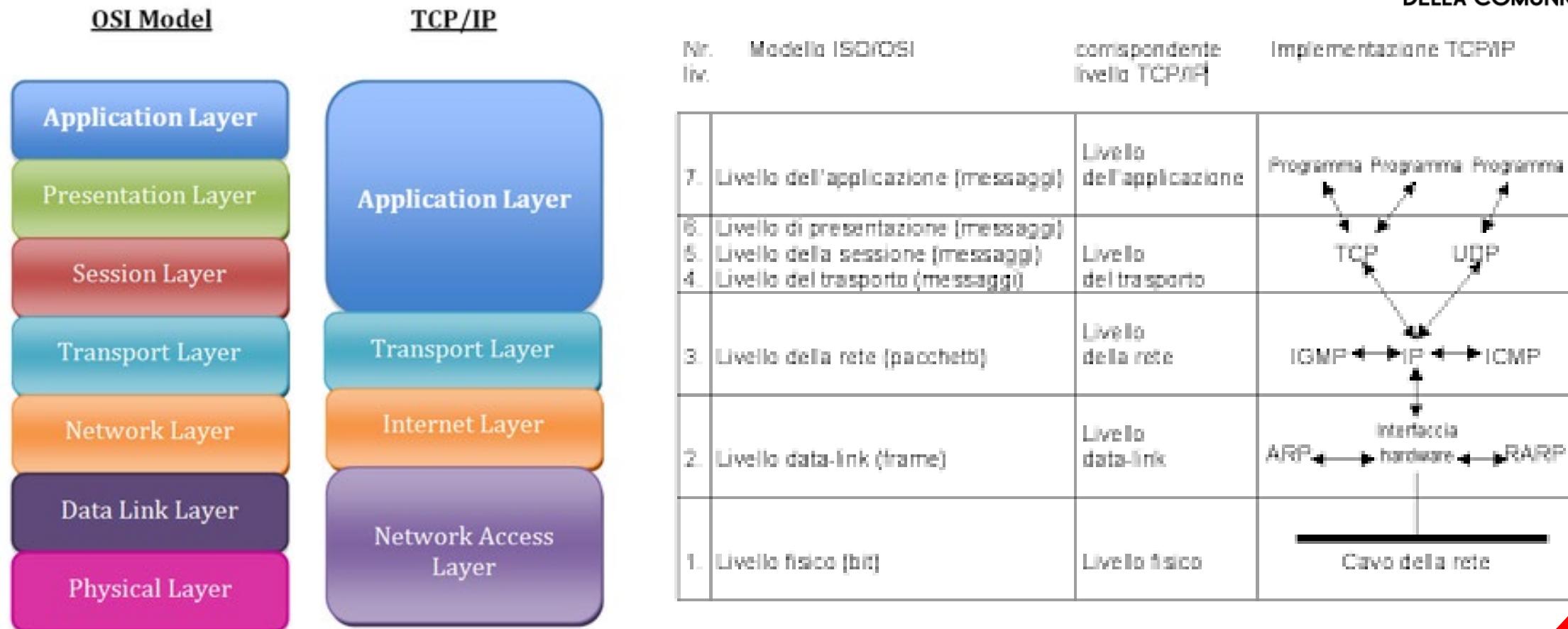
www.regione.piemonte.it/europa2020

INIZIATIVA CO-FINANZIATA CON FSE

Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slide (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore indicato alla prima slide o a piè di pagina. Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli studenti per scopi didattici, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione. Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore. L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data dell'edizione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione). In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.
- L'utilizzo del contenuto della lezione sono riservati alla fruizione personale degli studenti iscritti al corso di Reti di Calcolatori del **'ITS WEB AND MOBILE'**. Sono vietati la diffusione intera o parziale di video ed immagini della lezione, nonché la modifica dei contenuti senza il consenso, espresso per iscritto, del titolare del corso , autore dei materiali.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Modello ISO/OSI



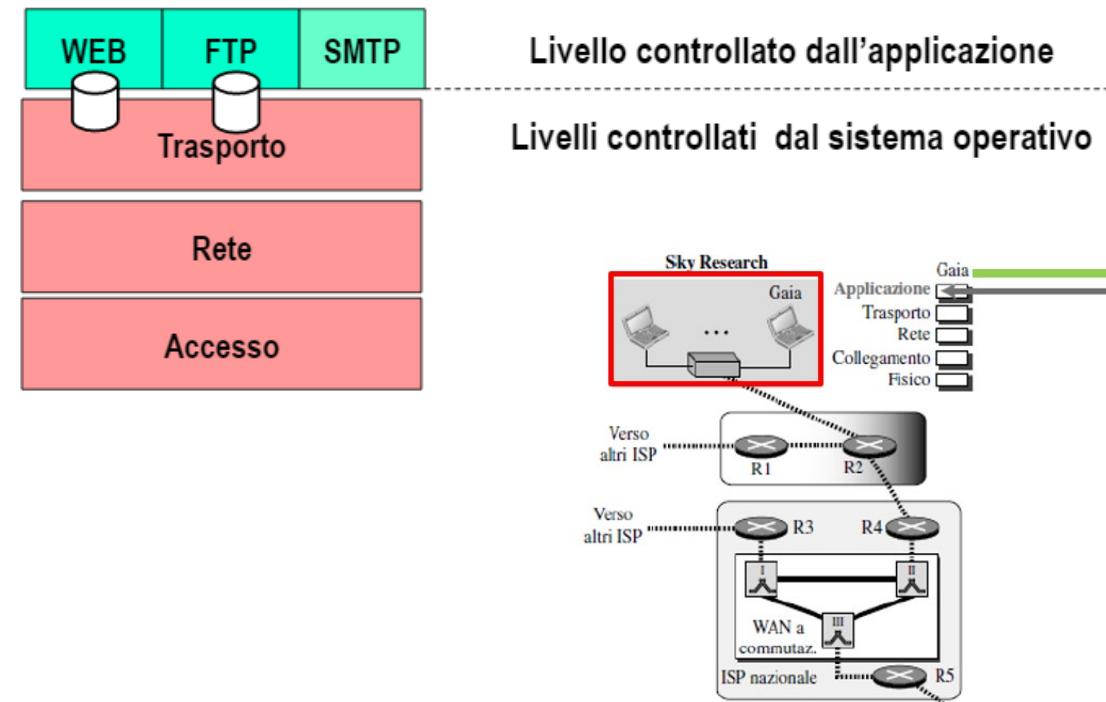
Protocolli applicativi di uso comune:  FTP (File Transfer Protocol)  DNS (Domain Name System)  SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)  Telnet  HTTP (HyperText Transfer Protocol)  RTP (Real-time

Applicazione

- Gli elementi fondamentali di un processo di comunicazione sono :
 - **Indirizzamento dei processi (sapere chi sono gli interlocutori):**
 - **INDIRIZZI IP**
 - **PORTA**
 - **Protocollo di comunicazione utilizzato per lo scambio dei dati:**
 - Tipi di messaggi scambiati: Richieste, risposte
 - Sintassi dei messaggi: Campi del messaggio e delimitatori
 - Semantica dei messaggi: Significato dei campi
 - Regole su come e quando inviare e ricevere i messaggi

API O SOCKET

- **Indirizzamento dei processi (sapere chi sono gli interlocutori):**
 - INDIRIZZI IP
 - PORTA
- Lo scambio di messaggi fra i processi applicativi avviene utilizzando i servizi dei livelli inferiori attraverso i SAP (Service Access Point) (vedi slide iniziali del corso)
 - Ogni processo è associato ad un SAP

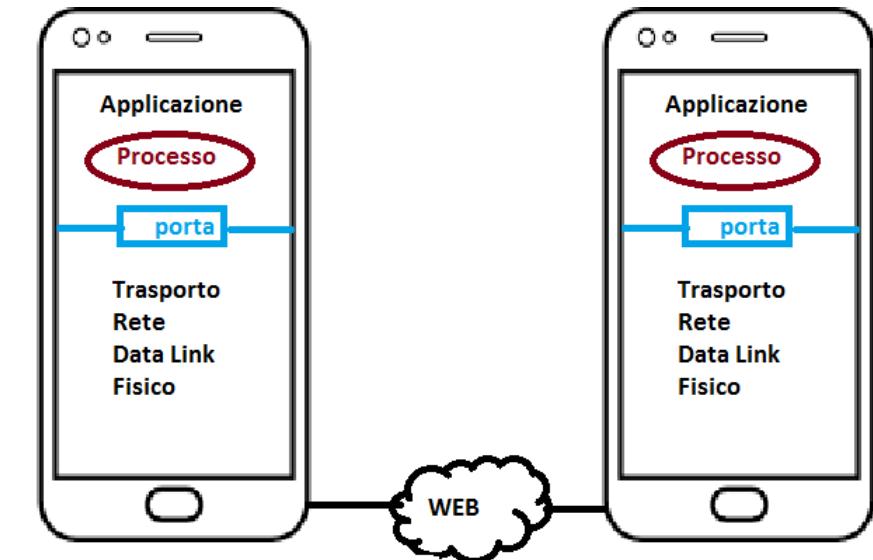


PORTE

Servizio (Server)	Descrizione	Porta TCP o UDP
VPN	Connessioni sicure che permettono ai dipendenti di lavorare da remoto	Configurabile
FTP	Consente di gestire archivi di file remoti	TCP 20-21
HTTP	Sito Web	TCP 80
HTTPS	Sito Web Sicuro (per home-banking e inserimento dati sensibili)	TCP 443
SMTP	Invio e-mail	TCP 25
POP	Ricezione e-mail	TCP 110
TELNET	Terminale remoto (non sicuro)	TCP 23
SSH	Terminale remoto (sicuro)	TCP 22
DNS	Risolve i nomi delle risorse in indirizzi IP	UDP 53
DHCP	SERVER - Assegna automaticamente indirizzi IP agli host	UDP 67
	CLIENT - Riceve automaticamente un indirizzo IP dal Server	UDP 68

- **Le socket definiscono la comunicazione**
- Il processo trasmittente mette il messaggio fuori dalla porta
- La rete raccoglie il messaggio e lo trasporta fino alla porta del destinatario

Esempio : 142.125.7.92/80



Applicazioni -Proprietà

- **Affidabilità:**
 - alcune applicazioni possono tollerare perdite parziali (ad es. audio)
 - Altre applicazioni richiedono la completa affidabilità (ad es. file transfer, telnet)
- **Ritardo:**
 - Alcune applicazioni richiedono basso ritardo (ad es. Internet telephony, interactive games)
- **Banda**
 - Alcune applicazioni richiedono un minimo di velocità di trasferimento (ad es. appl. multimediali)
 - Altre applicazioni si adattano alla velocità disponibile (“appl. elastiche”)

Applicazioni - Requisiti

Application	Data loss	Bandwidth	Time Sensitive
file transfer	no loss	elastic	no
e-mail	no loss	elastic	no
Web documents	no loss	elastic	no
real-time audio/video	loss-tolerant	audio: 5kbps-1Mbps video:10kbps-5Mbps	yes, 100msec
stored audio/video	loss-tolerant	same as above	yes, few secs
interactive games	loss-tolerant	few kbps up	yes, 100msec
instant messaging	no loss	elastic	yes and no

Posta elettronica- electronic mail - e-mail

- La posta elettronica è un servizio Internet grazie al quale ogni utente abilitato è in grado di inviare e ricevere messaggi tramite un'applicazione di rete o un programma di comunicazione tra due nodi
- **E' basata su quattro componenti:**
 - **User agents:** applicativi utilizzati dall'utente per comporre, inviare e leggere messaggi
 - **Mail servers:** contengono i messaggi in ingresso/uscita degli utenti e gestiscono le mailbox
 - **SMTP(Simple Mail Transfer Protocol):** protocollo utilizzato dai mail server per il trasferimento dei messaggi
 - **POP3/IMAP:** protocolli per l'accesso alle mailbox

Posta elettronica- electronic mail - e-mail

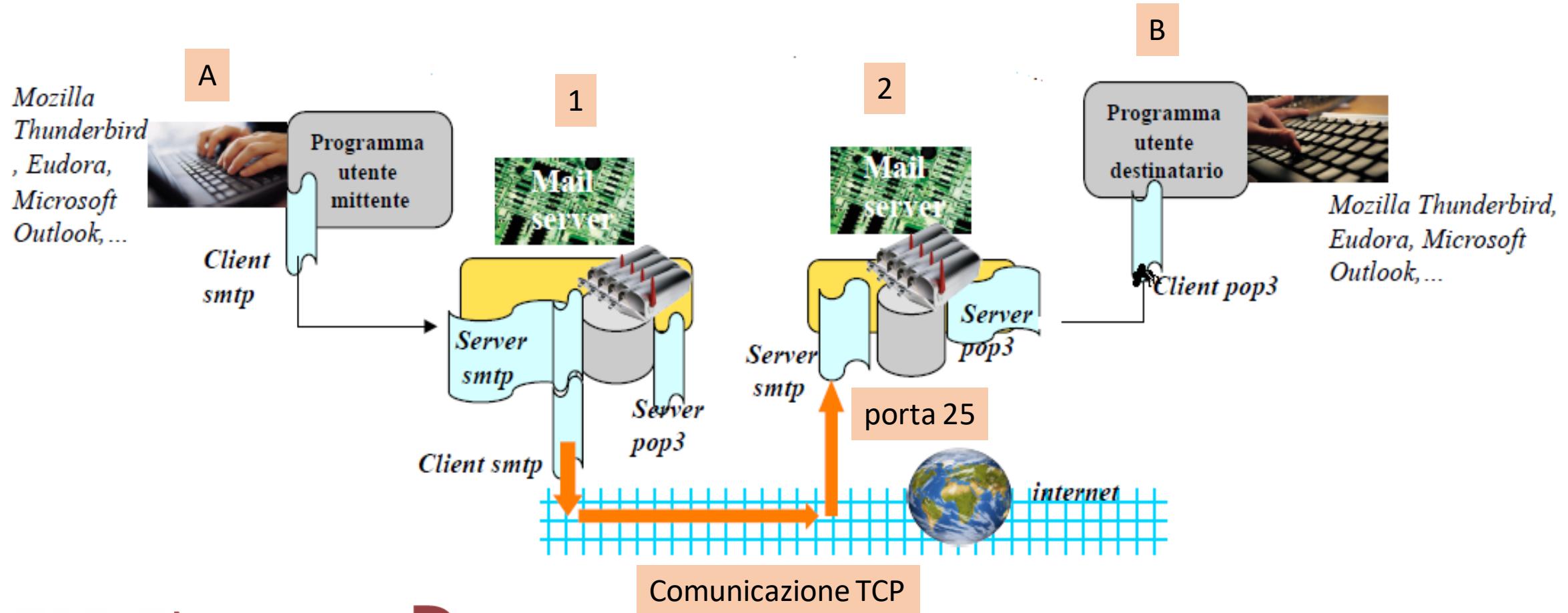
- La modalità di accesso al servizio è **asincrona, unidirezionale** e la **consegna** al destinatario **non è garantita**.
- Struttura indirizzo di posta elettronica

identificativo mail box user@dominio del server di posta

Posta elettronica- electronic mail - e-mail

- Lo standard per il formato dell'ARPA Internet Text Messages è l' RFC-822 e secondo questo l'indirizzo mail può essere puro o preceduto da campi
 - Indirizzo Puro : rossi@universita.it
 - Indirizzo preceduto da commento: " Mario Rossi " rossi@iniversita.it
 - Indirizzo seguito da un commento rossi@universita.it (Mario Rossi)
- La possibilità di inserire un commento viene spesso usata per trarre in inganno il destinatario circa la reale identità del mittente esempio " Mario Rossi "al86@yahoo.it
- **Il dominio del server di posta è un concetto logico,** ma per trasmettere la posta con SMTP occorre identificare un host fisico a cui è assegnato un preciso indirizzo IP. Interrogando il DNS è possibile sapere se il dominio coincide con un host oppure se è un dominio logico con associato a specifici server (MX, Mail eXchanger) che ne gestiscono la posta in arrivo:

Architettura di un sistema di e-mail



Architettura di un sistema di e-mail

In particolare, i mail server contengono per ogni client controllato:

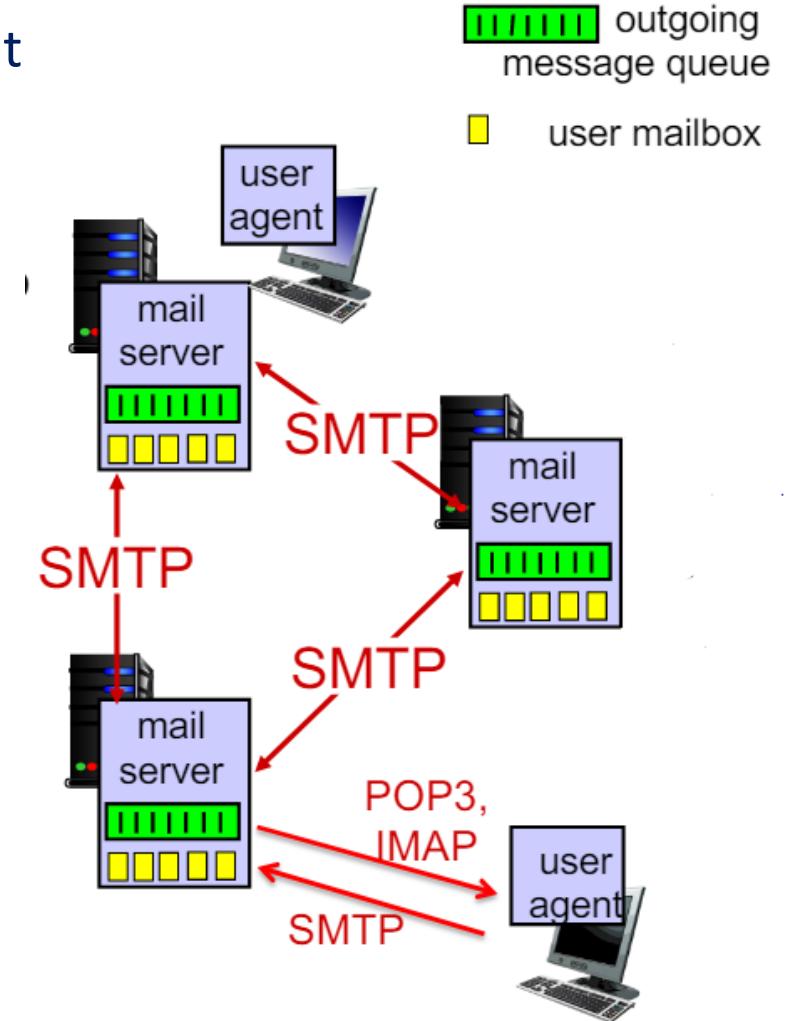
- una coda di email in ingresso (mailbox)
- una coda di email in uscita

I mail server

- Ricevono le mail in uscita da tutti i client d'utente che “controllano”
- Ricevono da altri mail server tutte le mail destinate ai client d'utente controllati

I mail server “parlano”

- SMTP con altri mail server e con i client d'utente in uplink
- POP3/IMAP con i client d'utente in downlink



Architettura MHS

- Per la trasmissione e la lettura dei messaggi di posta elettronica TCP/IP viene usata l'architettura **MHS (Message Handling System)** caratterizzata da quattro **componenti logici** che interagiscono fra di loro:
 - MUA (Message User Agent) - Applicazione
 - MSA (Message Submission Agent) – Server locale
 - MTA (Message Transfer Agent) – Server Intermedi
 - MS (Message Store) – Server finale
- Problemi di sicurezza

Posta elettronica - Protocolli

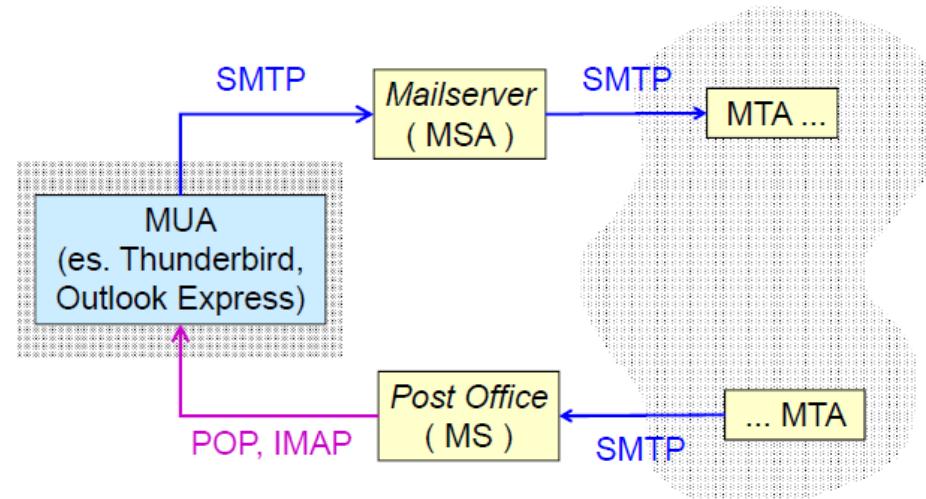
- Protocolli di basso livello
 - **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**, con porta di default 25/tcp per gli MTA e 587/tcp per gli MSA, usato per le comunicazioni MUA-MSA, MSA-MTA e MTA-MTA;
 - **POP (Post Office Protocol)**, con porta di default 110/tcp per il MS, usato per la comunicazione MUA-MS;
 - **IMAP (Internet Message Access Protocol)**, con porta di default 143/tcp per il MS, usato per la comunicazione MUA-MS.

SMTP - POP - IMAP

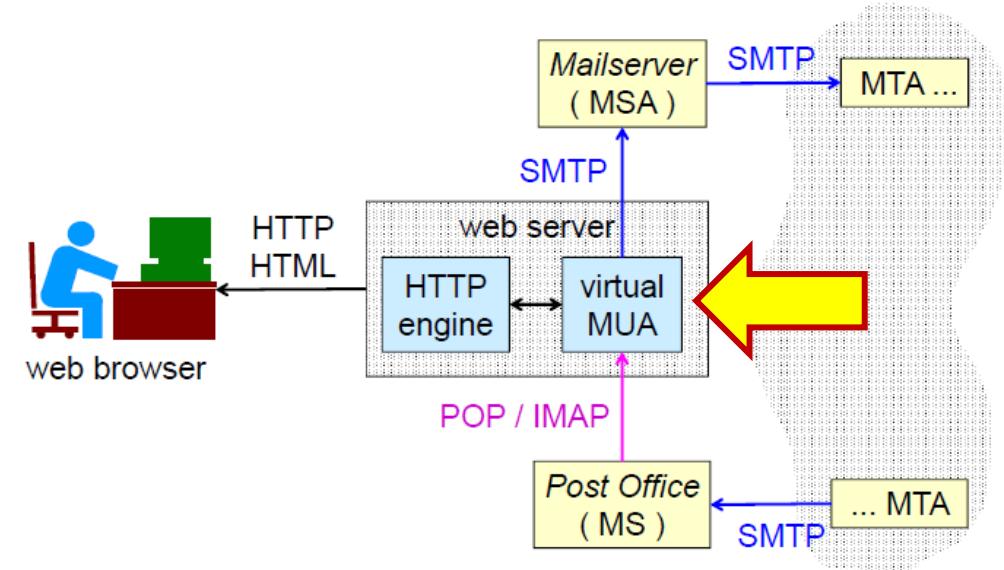
- **Il protocollo SMTP**
 - è di tipo push perchè permette di inviare un messaggio ad un server
 - È un protocollo applicativo **client-server**
 - quando un mail server riceve un messaggio da un client d'utente
 - ❖ mette il messaggio in una coda
 - ❖ apre una connessione TCP con la porta 25 del mail server del destinatario
 - ❖ trasferisce il messaggio
 - ❖ chiude la connessione TCP
 - L'interazione tra client SMTP e server SMTP è di tipo comando/risposta
 - Comandi e risposte sono testuali
 - Richiede che anche il corpo dei messaggi sia ASCII
 - i documenti binari devono essere convertiti in ASCII 7-bit
- **I protocolli POP e IMAP** sono di tipo pull perchè permettono di contattare un server per gestire gli eventuali messaggi presenti su di esso e conseguentemente riceverli.

MUA

- Può essere
 - Client-server
 - Tipo web mail



MUA collegato in modalità client-server.

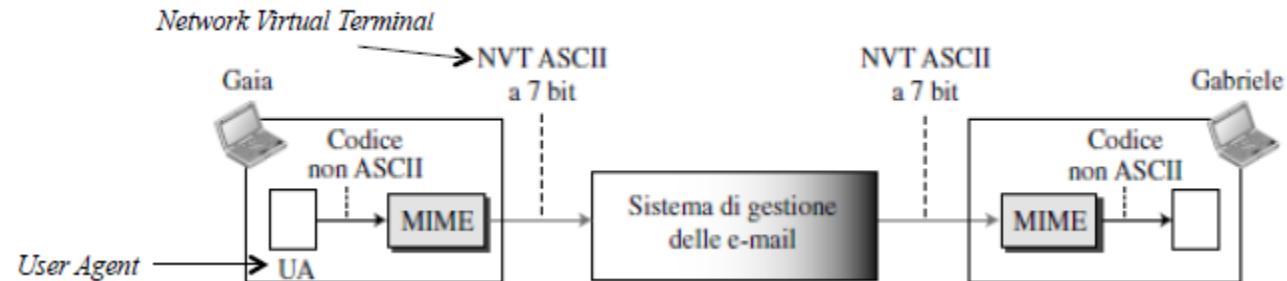


MUA realizzato tramite “webmail”.

Standard RFC-822 ----- > MIME

<i>keyword</i>	<i>informazione fornita</i>
From:	mittente (logico)
Sender:	mittente (operativo)
Organization:	organizzazione del mittente
To:	destinatario
Subject:	argomento
Date:	data e ora di spedizione da parte del MUA
Received:	informazioni relative al passaggio su un nodo intermedio
Message-Id:	identificativo di spedizione (inserito da MSA)
CC:	(Carbon Copy) in copia a
Bcc:	(Blind Carbon Copy) in copia nascosta a
Return-Receipt-To:	indirizzo a cui spedire la ricevuta di ritorno

MIME



MIME per supportare contenuti multimediali non a 7 bit (ASCII)

Multipurpose Internet Mail Extension

Tipo	Sottotipo	Descrizione
Text	Plain	Testo non formattato
	HTML	Formato HTML
Multipart	Mixed	Il corpo è composto da una lista ordinata di parti con formati diversi
	Parallel	Come il precedente, ma le diverse parti non sono ordinate
Message	Alternative	Le parti sono versioni differenti dello stesso messaggio
	RFC822	Il corpo è un messaggio encapsulato
	Partial	Il corpo è un frammento di un messaggio più grande
Image	External-body	Il corpo è un riferimento a un altro messaggio
	JPEG	Immagine in formato JPEG
Video	GIF	Immagine in formato GIF
	MPEG	Video in formato MPEG
Audio	Basic	Codifica audio mono a 8 KHz
Application	PostScript	Adobe PostScript
	Octet-stream	Codifica dati binari (con byte di 8 bit)

figura da : Behrouz A. Forouzan, *I protocolli TCP/IP* ed. McGraw-Hill 2005

- L'**SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – RFC 821)** è il **protocollo utilizzato solo per trasmettere messaggi di posta elettronica** associato al protocollo TCP per il trasporto.
- Un **server SMTP** è un programma sempre attivo in ascolto sulla **porta 25**.
- Per associare il server SMTP a un dato nome di dominio (DNS) si usa un **Resource Record di tipo MX (Mail eXchange)**
- Poiché SMTP è un protocollo **testuale** basato sulla codifica **ASCII**, non è permesso trasmettere direttamente testo composto con un diverso set di caratteri. Lo standard **MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions – RFC 2045)** permette di estendere il formato dei messaggi mantenendo la compatibilità col software esistente

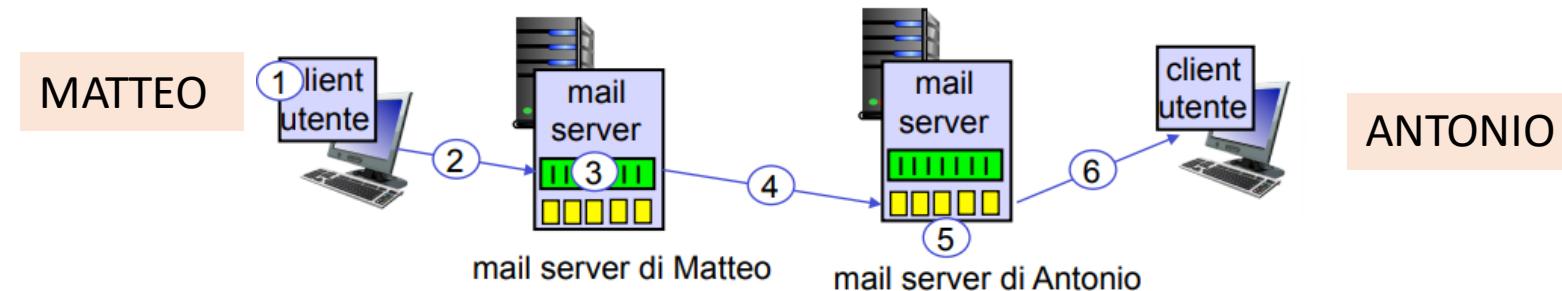
■ Comandi Base

HELO *hostname* (identifica l'host mittente tramite FQDN o indirizzo IP);
MAIL FROM: *return-path* (indirizzo mail del mittente);
RCPT TO: *forward-path* (identifica il destinatario);
DATA (tutte le righe successive contengono un messaggio RFC-822 sino alla riga esclusa che contiene <CR><LF>);
QUIT (termina la trasmissione).

Altri comandi:

RSET (annulla comandi sinora impartiti);
VRFY indirizzo -postale (verifica se l'indirizzo è valido);
EXPN indirizzo-di-una-lista-postale (elenca iscritti ad una lista);
HELP (fornisce aiuto);
NOOP (operazione nulla).

Esempio – Colloquio tra client e server SMTP



- 1. Matteo compone una email destinata ad Antonio
antonio@miomailserver.com
- 2. Il client d'utente di Matteo invia la mail al proprio mail server
- 3. Il mail server di Matteo si comporta come client SMTP ed apre una connessione TCP (porta 25) con il mail server di Antonio
- 4. Il client SMTP (mail server di Matteo) invia la email sulla connessione TCP
- 5. Il mail server di Antonio memorizza la mail nella mailbox di Antonio
- 6. Antonio (in modo asincrono) usa il proprio client d'utente per leggere

Apertura

S: 220 antoniomailserver.com
C: HELO matteomailserver.com
S: 250 Hello matteomailserver.com, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <matteo@matteomailserver.com>
S: 250 matteo@matteomailserver.com... Sender ok
C: RCPT TO:<antonio@antoniomailserver.com>
S: 250 antonio@antoniomailserver.com ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Oggi corri al Giuriati?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 antoniomailserver.com closing connection

Invio

Chiusura

Comandi comuni

Login in chiaro:

USER <username>
PASS <password>

Risposte del server:

-ERR
+OK

Operazioni comuni:

- **STAT**
info sullo stato mbox
- **LIST**
elenca il # messaggi
- **RETR *n***
leggi messaggio *n*
- **DELE *n***
cancella messaggio *n*
- **RSET**
annulla cancellazioni
- **QUIT**
esce
- **CAPA**
mostra le capabilities del server

Esempio

- Un esempio più completo al link <http://www.marco.panizza.name/dispenseTM/slides/smtp.html>

- Il POP3 (**Post Office Protocol version 3 – RFC 1939**) è il protocollo più comunemente usato per leggere, prelevare o cancellare i messaggi di posta elettronica.
- In una sessione POP3 si seguono i seguenti passi:
 - Il client si connette alla **porta 110** del server.
 - Il server invia un messaggio di saluto.
 - Si inizia la sessione vera che consiste di una fase di AUTHORIZATION e di una successiva di TRANSACTION.

Allo stato di TRANSACTION si passa solo dopo aver superato con successo lo stato di AUTHORIZATION, fornendo la propria identificazione.

- IMAP (Internet Message Access Protocol RFC 3501) è l'evoluzione del POP3
- Che prevede procedure di sincronizzazione più complesse e complete rispetto a POP.
- La porta predefinita di IMAP è la 143.
- Se si utilizza una connessione sicura tramite SSL, allora la porta è la 993.

- *Il protocollo Secure Socket Layer (SSL-TLS) fornisce un canale crittografato del tipo end-to-end tra il client ed il server. Prima che venisse definito questo protocollo le transazioni avvenivano in chiaro e potevano essere intercettate. ----- > livello presentazione dove si realizza la compressione dei dati, che non viene fatta a livelli più bassi per evitare perdite di informazione*

DNS

- Identificazione delle persone: CF, nome, CI, #Passaporto.....---> privacy -----> conservazione dei dati
- Identificazione di computer, host, router,.....
 - Indirizzi ipV4 per definire Host sorgente e destinatario nel trasferimento dell'informazione
 - "NOME" -----> dida.pippo.uni.it
- **Come avviene la corrispondenza tra nomi logici e IP ?**

Struttura

- <https://root-servers.org/>
- Il DNS (Domain Name System) è il sistema adottato da Internet per mantenere la corrispondenza tra nomi logici (DNS) (es. www.casa.it) e indirizzi IP (es. 120.191.182.33), è la rubrica di Internet.
- 13 names servers gestiti da 12 operatori di root server indipendenti (13 server logici mondiali:10 in USA, 2 in Europa e 1 in Giappone)

- **<https://www.iana.org/whois>
- ** server logici < ---- > server fisici

Index of /archives/2021-03-11/

..		
a-root.yml	11-Mar-2021 21:00	2747
b-root.yml	11-Mar-2021 21:00	1418
c-root.yml	11-Mar-2021 21:00	1958
d-root.yml	11-Mar-2021 21:00	23765
e-root.yml	11-Mar-2021 21:00	38151
f-root.yml	11-Mar-2021 21:00	37065
g-root.yml	11-Mar-2021 21:00	1194
h-root.yml	11-Mar-2021 21:00	1896
i-root.yml	11-Mar-2021 21:00	10918
j-root.yml	11-Mar-2021 21:00	18226
k-root.yml	11-Mar-2021 21:00	12074
l-root.yml	11-Mar-2021 21:00	32201
m-root.yml	11-Mar-2021 21:00	1671

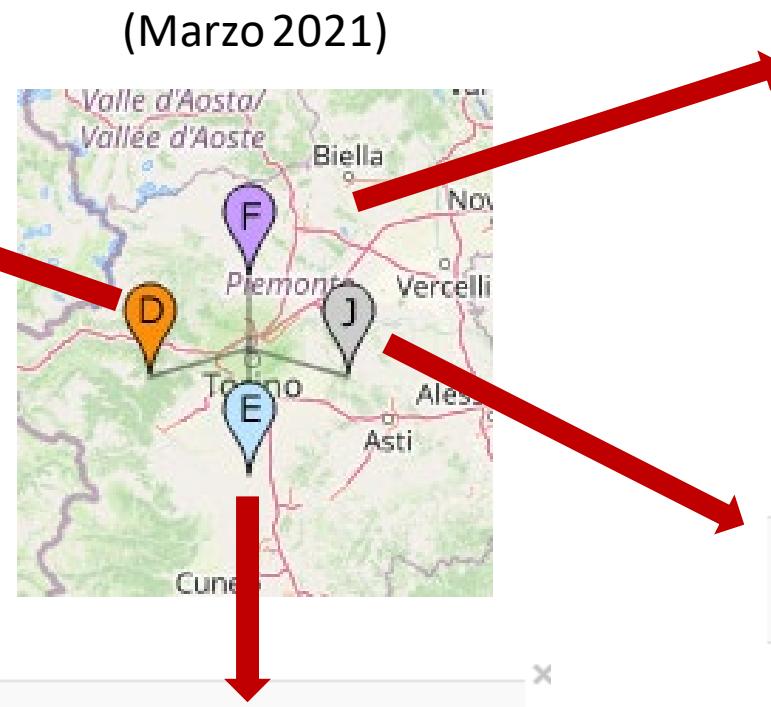
Struttura

- È un sistema gerarchico
- È un data base distribuito (associazione ip-nome simbolico – nodi di rete.. > name servers)
- Funziona tra terminali comunicanti che usano il **paradigma client/server**



Turin name server

Turin, IT	x
Operator	University of Maryland
IPv4	199.7.91.13
IPv6	2001:500:2d::d
ASN	10886



Turin, IT	x
Operator	Internet Systems Consortium, Inc.
IPv4	192.5.5.241
IPv6	2001:500:2f::f
ASN	3557

Turin, IT	x
Operator	NASA Ames Research Center
IPv4	192.203.230.10
IPv6	2001:500:a8::e
ASN	21556

Turin, IT	x
Operator	Verisign, Inc.
IPv4	192.58.128.30
IPv6	2001:503:c27::2:30
ASN	26415