

PARTE 2

INTRODUZIONE A RETI E PROTOCOLLI

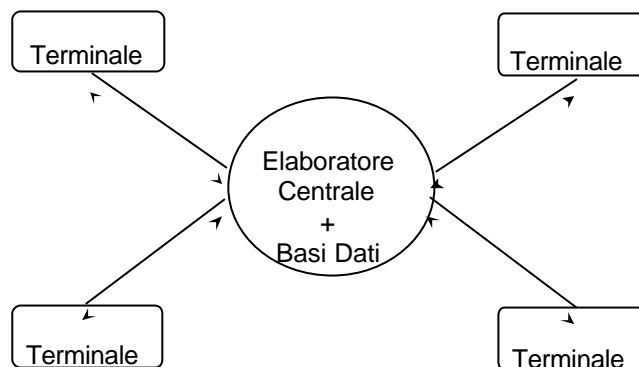
Parte 2

Modulo 1: Introduzione alle reti

Perché le reti tra computer?

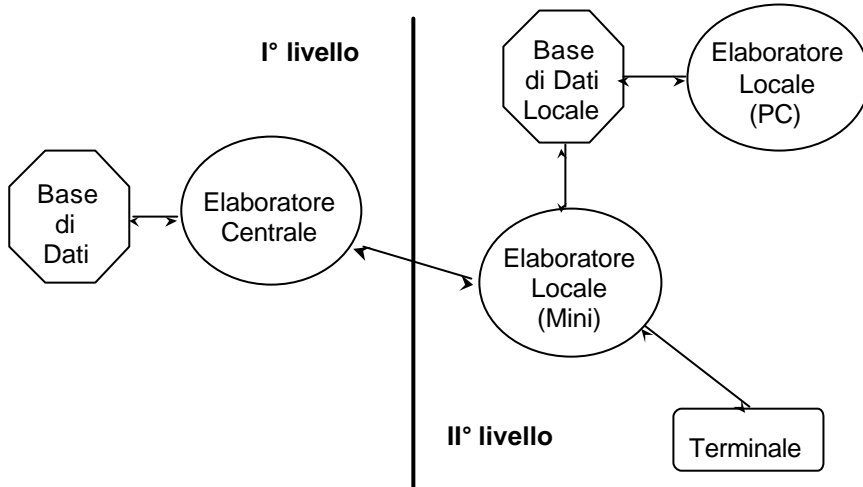
- Collegamenti remoti a mainframe (< anni '70)
- Informatica distribuita vs. informatica monolitica dei *mainframe* (anni '70)
- Comunicazioni tra utenti (anni '80)
- "The network is the computer" (anni '90)

Evoluzione delle architetture



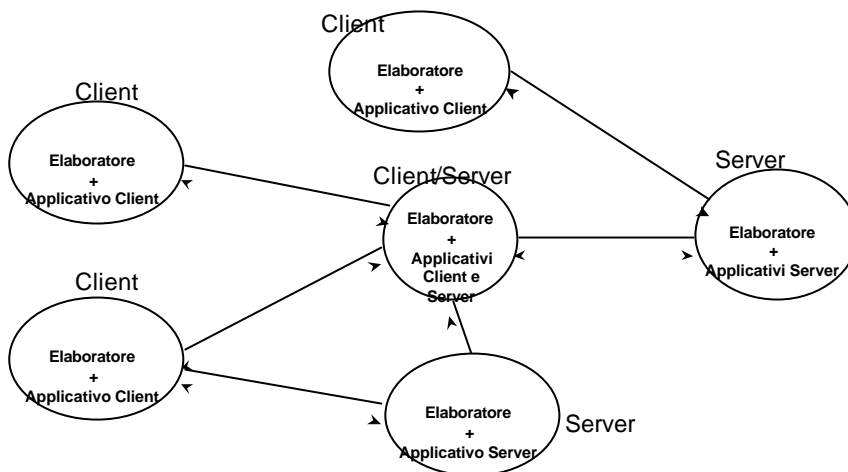
Architettura centralizzata basata su *mainframe*

Evoluzione delle architetture (2)



Architettura gerarchico-distribuita

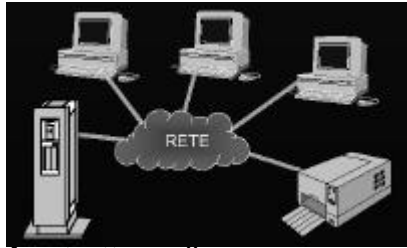
Evoluzione delle architetture (3)



Architettura distribuita client-server

Vantaggi dell'informatica distribuita

- **Costi**
 - dilazionare gli investimenti
 - ridurre il costo di calcolo (*downsizing*)
 - ridurre i costi di manutenzione
- **Flessibilità**
- **Scalabilità ed espandibilità** dell'infrastruttura di elaborazione
- **Distribuzione dei compiti** tra le risorse
- **Maggiore portabilità e riusabilità** delle applicazioni mediante connettività (standard) degli elaboratori ed interoperabilità (standard) delle applicazioni
- Maggiore (??) **affidabilità**



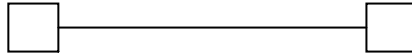
Componenti fondamentali di una rete

- **NODI**
 - **Host**
 - **Switch**
- **LINK**
 - **Wired**: Cavi coassiali, fibra ottica, ecc.
 - **Wireless**

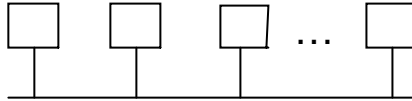
Modalità di connessione

- **Collegamenti diretti**

- Point-to-point

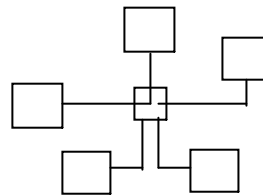


- Accesso multiplo



- **Collegamenti indiretti**

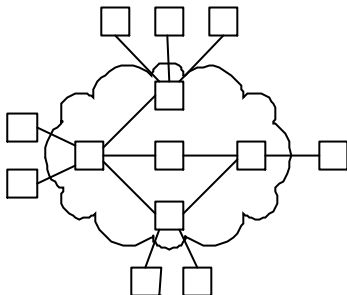
- Rete commutata (*switched*)



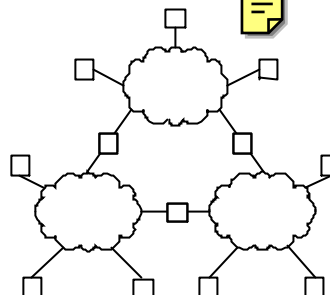
Reti (*def.*)

- Una rete può essere definita ricorsivamente come

- Due o più nodi connessi da un link



- Due o più reti connesse da due o più nodi



Classificazione delle reti

- **Reti locali: Local Area Network (LAN)**

- Stanza (10 m)
- Edificio (100 m)
- Campus (~1 Km)

Cablaggio “privato”

- **Reti metropolitane: Metropolitan Area Network (MAN)**

- Città (~10 Km)

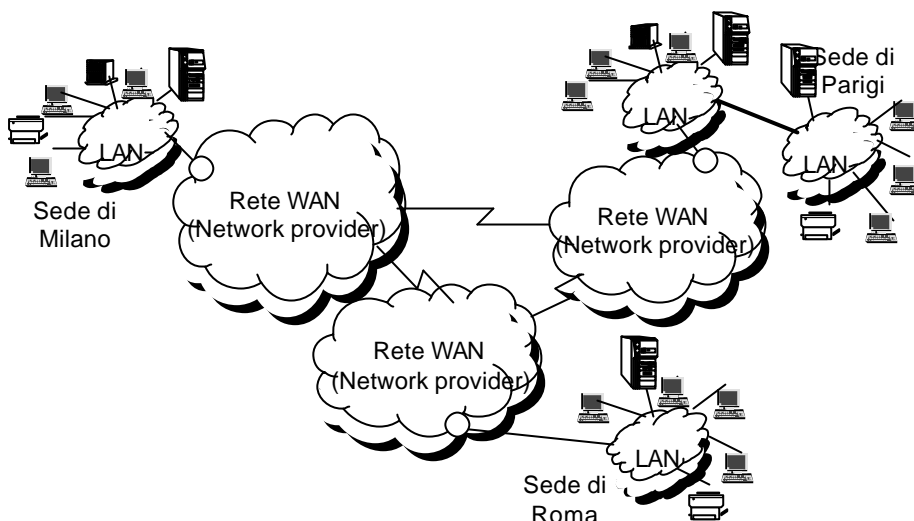
Poco diffuse, Cablaggio tipicamente “pubblico”

- **Reti geografiche: Wide Area Network (WAN)**

- Regione, Stato, Continente, Pianeta

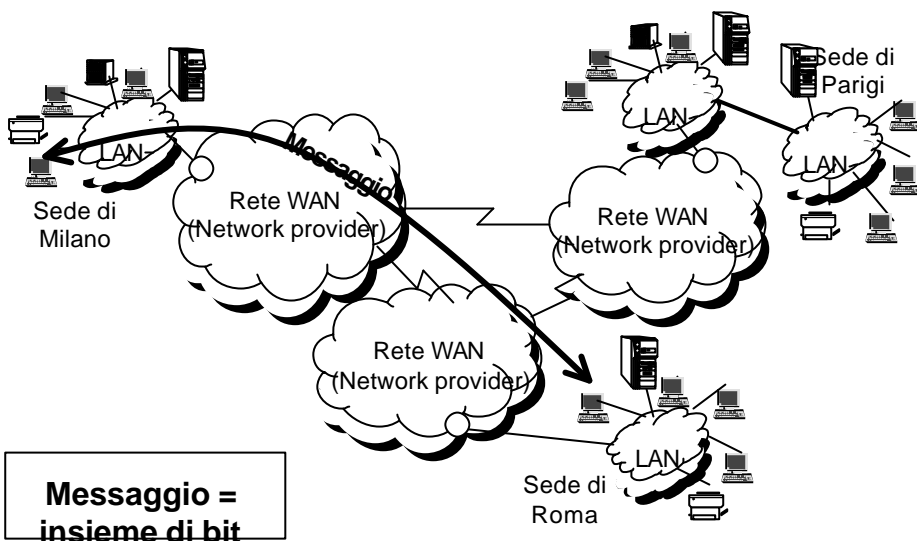
Cablaggio su terreno “pubblico”: tramite operatore TLC

Esempio (rete aziendale geografica)



Modulo 2: Introduzione ai protocolli

Comunicazione tra due nodi



Varie scelte per la realizzazione

- Come è interconnesso il computer dell'utente?
- Quale mezzo trasmissivo si utilizza?
- Quale modalità di trasmissione del messaggio (=insieme di bit)?
- Come si gestisce il transito dei messaggi attraverso i nodi intermedi?
- Di quali servizi può usufruire l'utente?
- ...

Cosa può non funzionare?

- Interferenze elettriche (errori a livello di bit)
- Congestioni (errori a livello di messaggi)
- Guasti di link e di nodi intermedi
- Guasti di nodi mittente/destinazione
- ...

- Ritardi nei messaggi
- Consegna dei messaggi fuori ordine
- “Ascolto” dei messaggi da parte di terzi
- ...

Complessità molto elevata!

Architettura di rete: basata su livelli

- Il layering è il tipico “modo informatico” per far fronte alla complessità di un problema:
 - Usare astrazioni per mascherare la complessità
 - L'astrazione porta naturalmente al layering
 - Nelle architetture di rete vi possono essere diverse astrazioni alternative per ciascun livello



Corso di “Reti di Calcolatori”



Le connessioni sono importanti, ma ...

- **“Le Reti di Calcolatori acquistano un senso ed un valore solo per le applicazioni che vi vengono eseguite”**
- Lo sviluppatore di servizi di rete può evitare di conoscere molti dei dettagli sottostanti
- L'utilizzatore di servizi di rete può addirittura limitarsi a conoscere solo l'interfaccia dei servizi (email, WWW, ...)
- L'Ingegnere, invece, deve conoscere il funzionamento sottostante, ma nel limite di tempo che ci è concesso è meglio che conosca bene i dettagli dei livelli superiori piuttosto che sapere tutto di interconnessioni *et similia...*

“Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet”

- **Libro di testo**: dagli applicativi alle interconnessioni
- **Lezioni (al contrario)**: da *cenni* sulle interconnessioni ai ***dettagli*** sui protocolli Internet e servizi di rete
 - Elementi di interconnessione host-to-network
 - Protocolli, Client/server
 - IP
 - Algoritmi di routing
 - TCP/UDP
 - Naming (DNS)
 - Sistemi distribuiti
 - Funzionamento applicativi di rete (WWW, posta elettronica, telnet, ...)
 - Server di rete
 - Livello applicativo (Apache Web server)
 - Livello kernel e socket
 - Connessioni con altri servizi

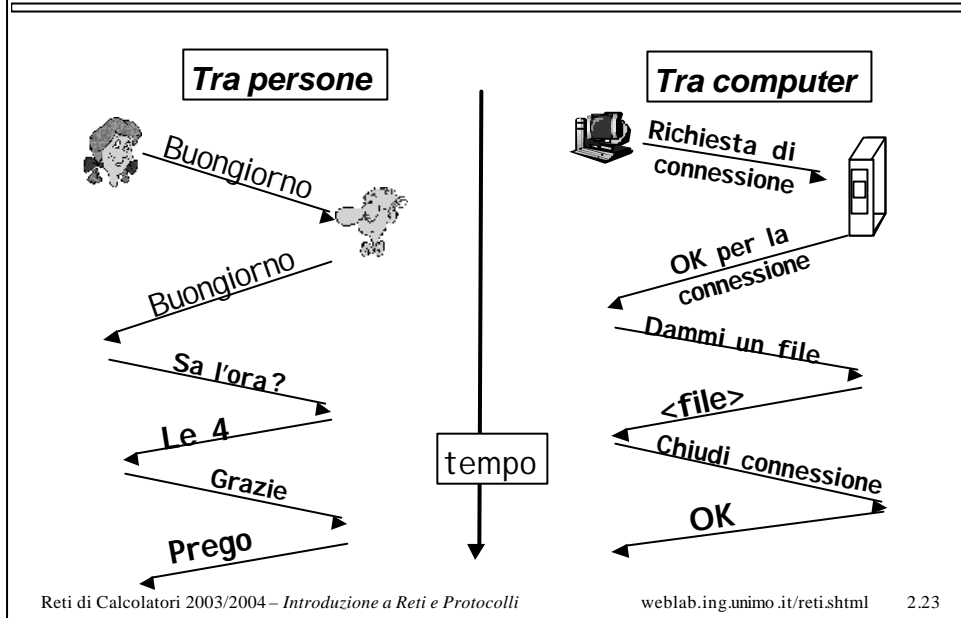
Protocollo

- La comunicazione tra entità richiede cooperazione, ossia collaborazione per il conseguimento di uno scopo comune. **Tutte le comunicazioni sono regolate mediante protocolli.**
- **Protocollo:** insieme di regole e convenzioni seguite da entità, dislocate su nodi distinti, che intendono comunicare per svolgere un compito comune.
- Tali regole hanno l'obiettivo di assicurare una cooperazione efficiente ed affidabile per la comunicazione tra nodi, l'effettuazione di servizi considerando le caratteristiche tipiche di un sistema distribuito (banda di trasmissione limitata, ritardi variabili, errori nella comunicazione, ...)

Elementi di un protocollo di comunicazione

- **Sintassi:** insieme e struttura dei comandi e delle risposte, formato dei messaggi
- **Semantica:** significato dei comandi, delle azioni, delle risposte da effettuare al momento della trasmissione e ricezione dei messaggi
- **Temporizzazione:** specifica delle possibili sequenze temporali di emissione dei comandi e dei messaggi, nonché delle eventuali risposte

Esempio di protocollo



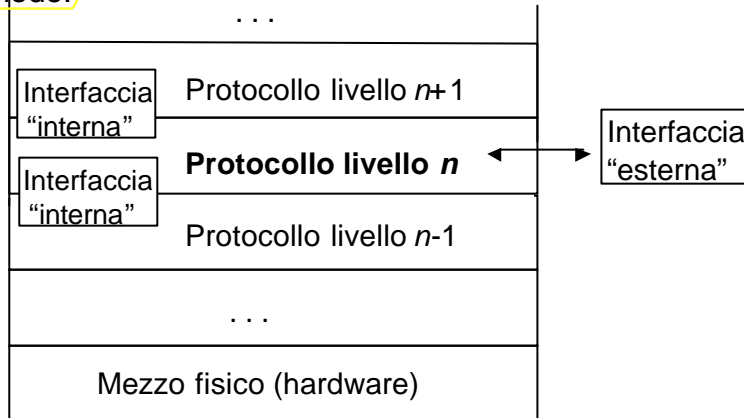
Stack di protocolli

- In realtà, come già evidenziato, un sistema di comunicazione complesso non può usare un solo protocollo per gestire le comunicazioni tra nodi, ma necessita di un insieme di protocolli tra loro cooperanti
- I protocolli costituiscono i blocchi fondamentali del modello architetturale di rete basato su livelli

→ **protocol suite o protocol stack**

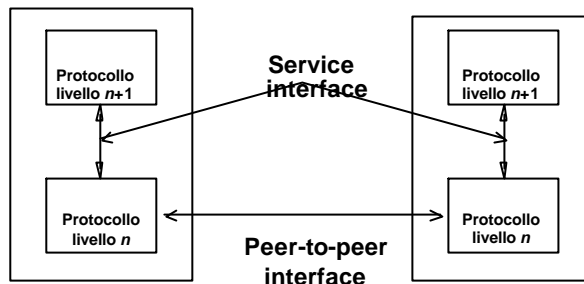
Modello a livelli di protocolli

- Ciascun protocollo, ad un certo livello, ha un'interfaccia "interna" verso il livello superiore ed inferiore, ed un'interfaccia "esterna" verso il livello equivalente di un altro nodo.



Interfacce e servizi del protocollo

- Le interfacce di ciascun protocollo vengono dette:
 - Service interface* ("interna"): operazioni e servizi offerti al protocollo superiore
 - Peer-to-peer interface* ("esterna"): messaggi scambiati con un livello equivalente (*peer*) sull'altro nodo

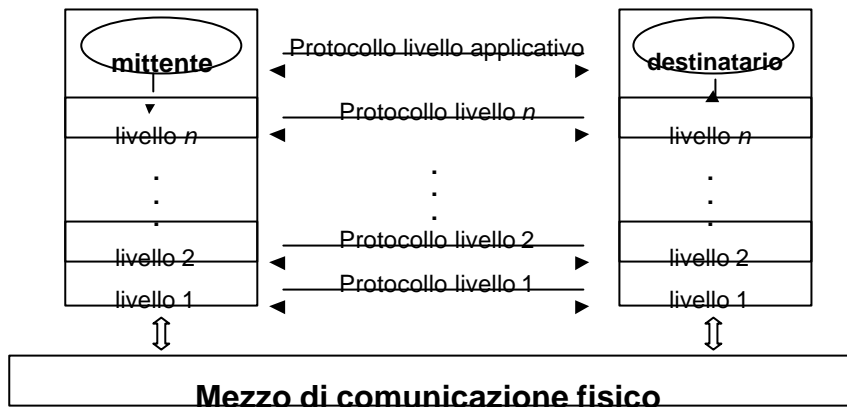


Note

- Il termine “protocollo” è abusato e inflazionato. Lo si utilizza per indicare:
 - Sia le specifiche delle interfacce
 - Sia le regole di comunicazione
 - Sia i moduli software che implementano interfacce e servizi
- Il termine “peer-to-peer” utilizzato in questo contesto e corso non ha nulla a che vedere con i protocolli e architetture **peer-to-peer (p2p)** utilizzati per condividere file (es., gnutella, Kazaa).
Si studieranno nel corso di SISTEMI E SERVIZI DI RETE (1° anno, Laurea Specialistica)

Comunicazione concettuale

- La comunicazione avviene logicamente tra *peer entity* (entità allo stesso livello)



Comunicazione effettiva

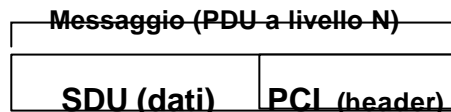
- In realtà, la comunicazione tra *peer entity* è diretta solo a livello hardware.

In quasi tutti gli altri casi, la comunicazione è indiretta.

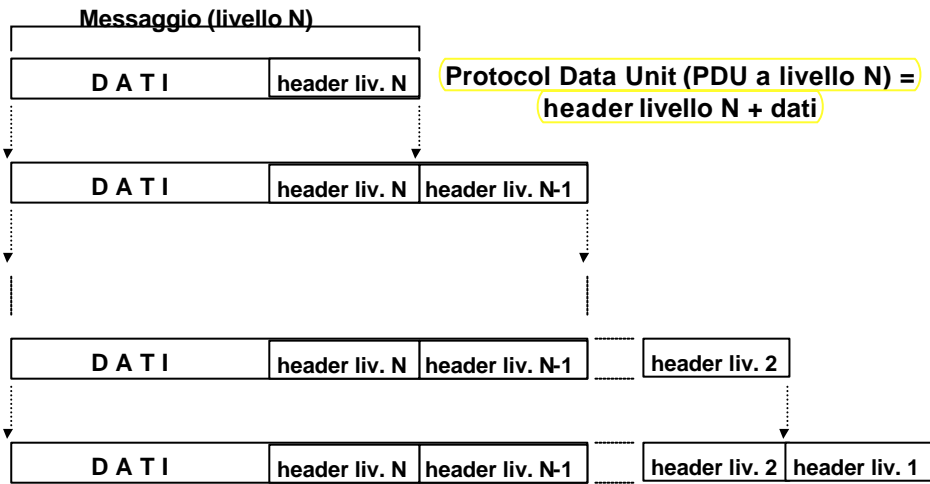


Mezzi per realizzarla (1): PDU

- A ciascun livello, il messaggio si compone di
 - Protocol Control Information (PCI) → *header*
 - Service Data Unit (SDU) → *informazione*
- **PCI + SDU = PDU (Protocol Data Unit)**



Mezzi per realizzarla (2): Incapsulamento del messaggio



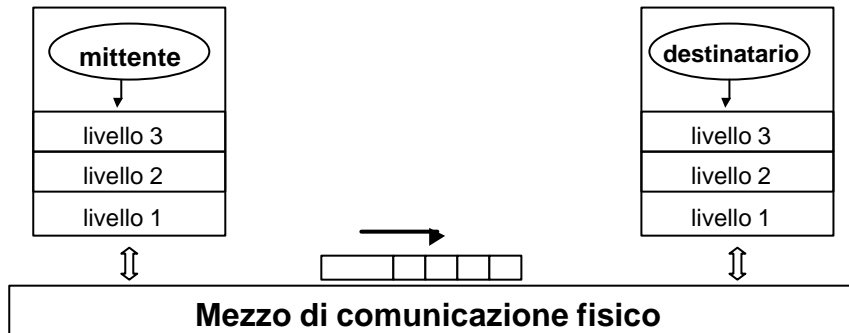
Come avviene la comunicazione

(STEP 1)



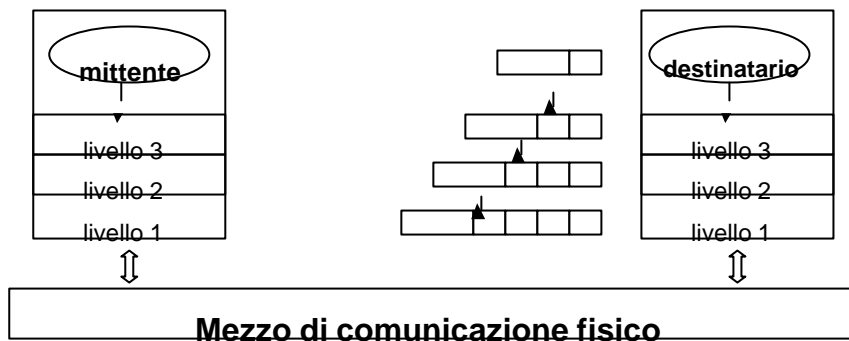
Come avviene la comunicazione

(STEP 2)

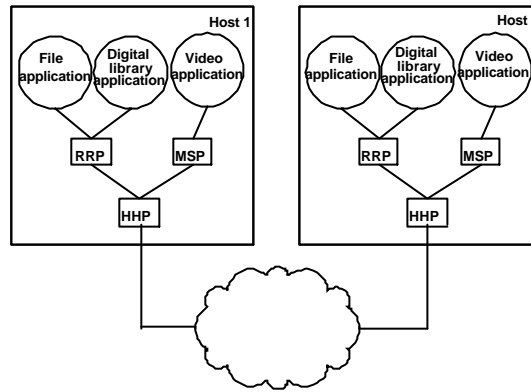


Come avviene la comunicazione

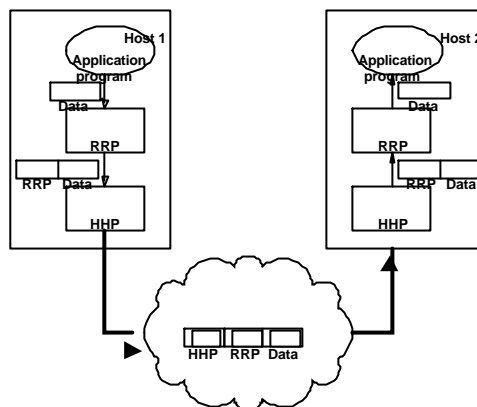
(STEP 3)



Esempio (*stack di protocolli*)



Esempio (*funzionamento*)



SINTESI

1. Il sistema di comunicazione richiede un insieme di protocolli tra loro cooperanti (detti **protocol suite** o **protocol stack**)
2. Si identifica una **relazione gerarchica** nelle funzioni che compongono un processo di comunicazione: **Architettura a livelli (layer)**
3. Vi è **indipendenza funzionale tra i vari livelli**: il servizio fornito da un livello è definito in modo indipendente dalle procedure con cui è implementato
4. Il livello n , sfruttando anche il servizio offerto dal livello $n-1$, fornisce un servizio al livello $n+1$
5. La comunicazione avviene logicamente tra *peer*, ma in realtà attraversa tutti i livelli sottostanti, mediante **incapsulamento del messaggio** a ciascun livello.

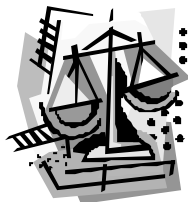
Parte 2

Modulo 3: Stack di protocolli standard

Comunicazione e standard

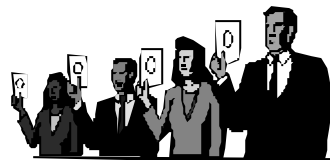
- La comunicazione tra nodi differenti e, possibilmente, basati su piattaforme hardware e/o software eterogenee necessita di STANDARD
- L'informatica, da sempre, conosce due tipi di standard
 - **STANDARD *de iure***
 - **STANDARD *de facto***
- Gli standard di comunicazioni tra calcolatori offrono un esempio “storico”

Due standard in concorrenza



ISO/OSI

(*de iure*)



TCP/IP

(*de facto*)

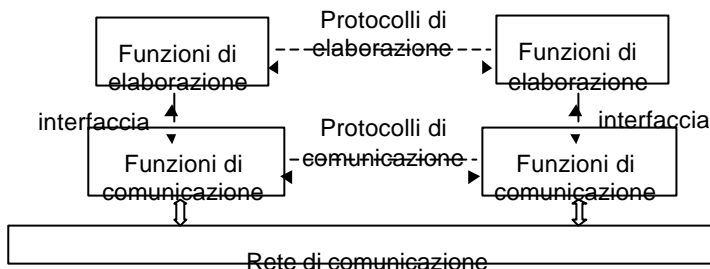


Il caso dello “standard *de iure*” ISO/OSI

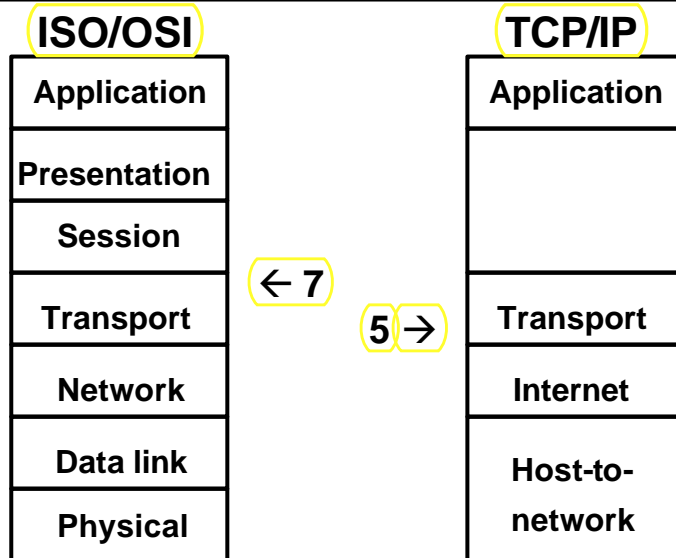
- L'organizzazione **ISO** (*International Standard Organization*) ha definito le specifiche di quello che sarebbe dovuto essere lo standard di protocolli per l'interconnessione di nodi eterogenei: **OSI** (*Open System Interconnection*)

Funzionalità del modello ISO/OSI

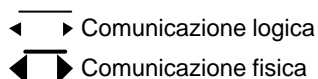
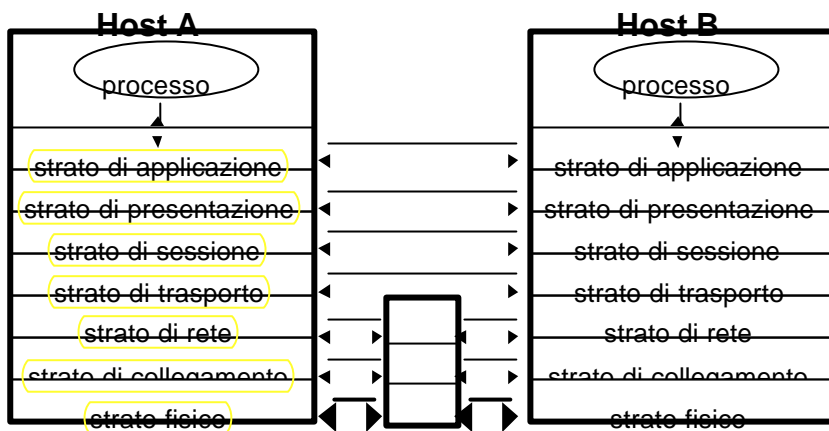
- 1) **Protocolli di comunicazione (network level)**: riguardano la comunicazione di messaggi tra nodi della rete, in modo da nascondere le caratteristiche dei mezzi fisici di trasmissione alle funzionalità di elaborazione
- 2) **Protocolli di elaborazione (application level)**: insieme di meccanismi per il controllo delle applicazioni



I livelli dei due Protocol Stack



I 7 livelli del modello ISO/OSI



Livelli ISO/OSI

- **Livello fisico** (1): Gestisce i particolari meccanici ed elettrici della trasmissione fisica di un flusso di bit
- **Livello di collegamento dati** (2): Gestisce i **frame** o i **pacchetti** trasformando la semplice trasmissione in una linea di comunicazione priva di errori non rilevati.
 - Gestisce l'accesso e l'uso dei canali fisici, gestisce il formato dei messaggi suddividendo (ove necessario) i dati in frame.
 - Gestisce la corretta sequenza dei dati trasmessi, comprendente l'uso di codifiche ridondanti (ad es., bit di parità) per l'individuazione e la correzione di errori che si sono verificati nello strato fisico, e la conferma dell'avvenuta ricezione
- **Livello di rete** (3): Fornisce i collegamenti e l'instradamento dei pacchetti nella rete, comprese la gestione dell'indirizzo dei pacchetti in uscita, la decodifica dell'indirizzo dei pacchetti in ingresso e la gestione delle informazioni di instradamento (ad es., router)

Livelli ISO/OSI (cont.)

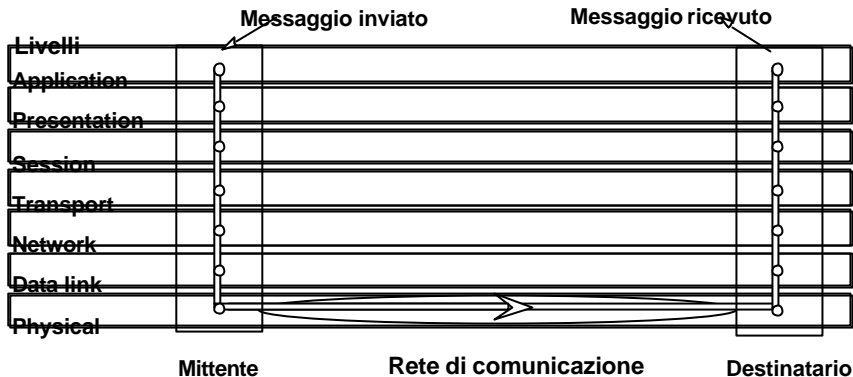
- **Livello di trasporto** (4): Effettua il controllo end-to-end della sessione di comunicazione (accesso alla rete da parte del client e trasferimento dei messaggi tra i client) e garantisce l'affidabilità del trasporto
- **Livello di sessione** (5): Consente a utenti su macchine eterogenee di stabilire sessioni, implementando funzioni di coordinamento, sincronizzazione e mantenimento dello stato di sessione
- **Livello di presentazione** (6): Risolve le differenze di formato che possono presentarsi tra diversi nodi della rete (ad es., conversione tra caratteri ASCII, Unicode, EBCDIC, conversione di codifica tra little- e big-endian), ma anche la compressione dei dati, la sicurezza e l'autenticità dei messaggi attraverso tecniche di crittografia
- **Livello di applicazione** (7): Fornisce un'interfaccia standard per i programmi applicativi che utilizzano la rete, mascherando le peculiarità e la complessità del sistema sottostante

Formato del messaggio inviato

- Messaggio (PDU) composto da **intestazione** (*header*) e **dati**
- Ogni livello aggiunge una propria intestazione



Comunicazione nel Modello ISO/OSI



Ma l'ISO/OSI non è riuscito ad affermarsi perché nel frattempo stava esplodendo

Due standard non più in concorrenza



ISO/OSI

(de iure)



TCP/IP

(de facto)