

Sistemi e Reti – 3SI ITT Marconi



RETI DI CALCOLATORI E MODELLO ISO/OSI

ARGOMENTI



- Topologie di reti
- Dalle reti locali alle reti globali
- Architetture di rete stratificate e modello ISO/OSI
- Protocolli Internet e loro relazioni con i livelli ISO/OSI
- Significato dei primi tre livelli ISO/OSI per le LAN
- Limiti del modello ISO/OSI e nuove tecnologie di LAN

Reti di calcolatori



- A partire dagli anni '90 le reti hanno cominciato a fornire servizi agli individui
 - accesso a informazioni remote
WWW, servizi finanziari, e-commerce
 - comunicazione uomo-a-uomo
XIX secolo: telefono, XXI secolo: e-mail
 - intrattenimento interattivo
video on demand, giochi in rete

Reti di calcolatori

- Per ottenere tutto questo non basta più il singolo elaboratore con il suo sistema operativo ma bisogna introdurre una **rete di calcolatori**



Componenti fondamentali di una rete



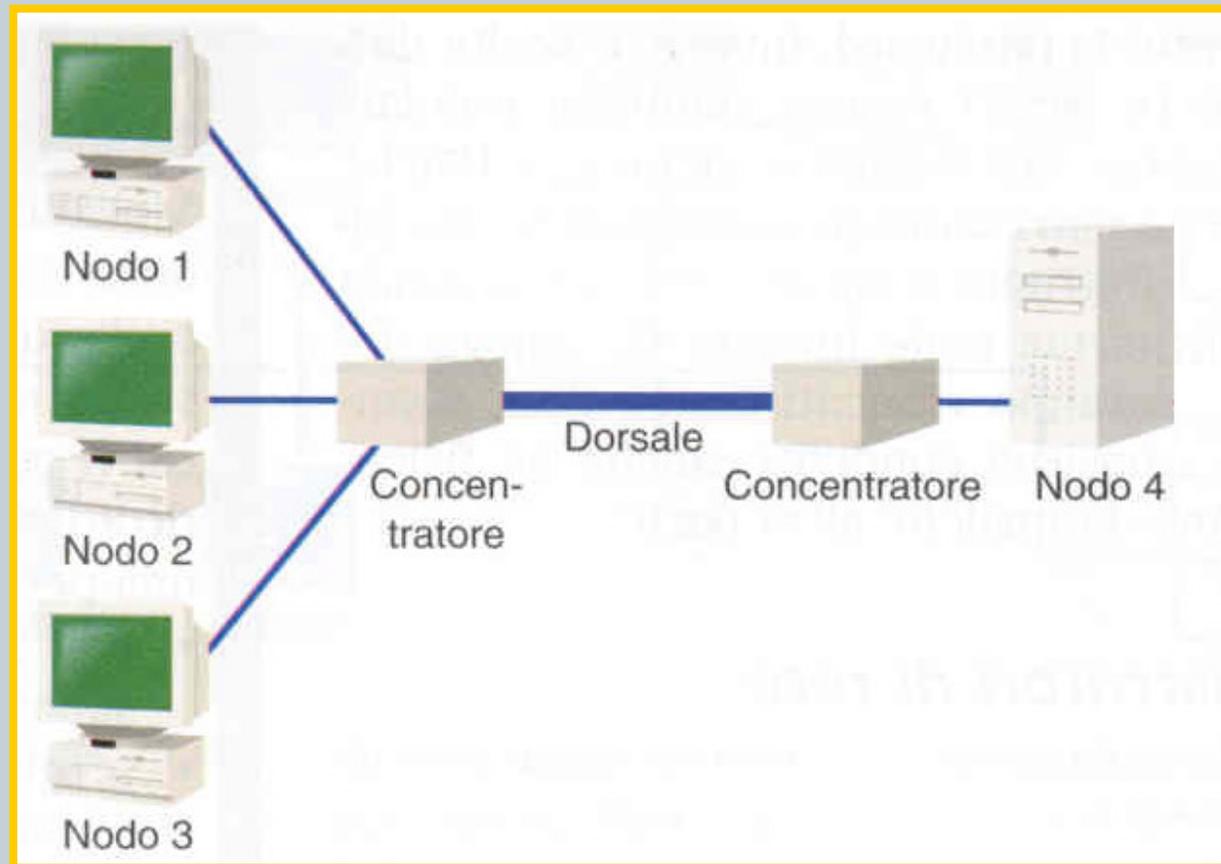
- **Nodo:** un nodo (**host**) è un qualsiasi dispositivo hardware del sistema in grado di comunicare con gli altri dispositivi che fanno parte della rete
- **Arco:** i nodi sono collegati mediante archi (**link**)
Formano i canali di comunicazione, ad es. cavi telefonici, fibre ottiche, collegamenti satellitari, ...
- Il tipo di cavo determina la **capacità di trasmissione**

Componenti fondamentali di una rete



- Si parla di **banda** della rete che viene misurata in bit al secondo
 - **Kilobit** (Kb)
 - **Megabit** (Mb)
- **Concentratore (hub)**: dispositivo di connessione che semplifica il collegamento fisico tra i nodi e instrada i segnali
- **Dorsale**: cavo ad alta capacità di trasmissione dei dati

Componenti fondamentali di una rete

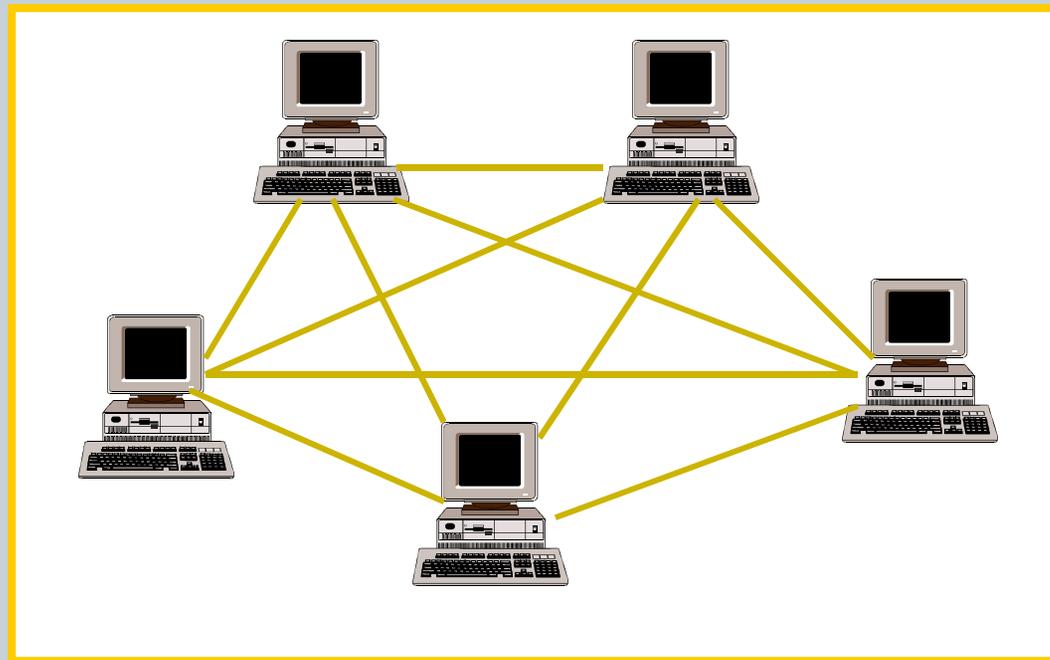


Tecnologia di trasmissione



- I dispositivi che formano una rete possono essere collegati tra loro in vari modi che determinano l'**architettura** o **topologia** della rete
- La topologia della rete determina la modalità di trasmissione dei dati

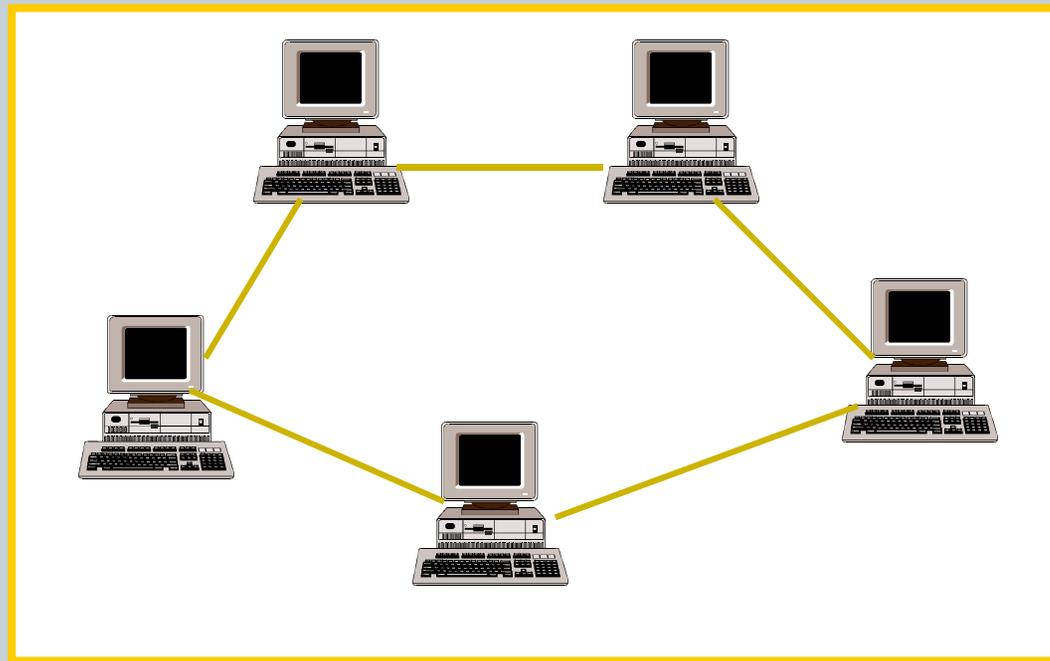
Reti punto a punto (point-to-point)



Reti ad anello

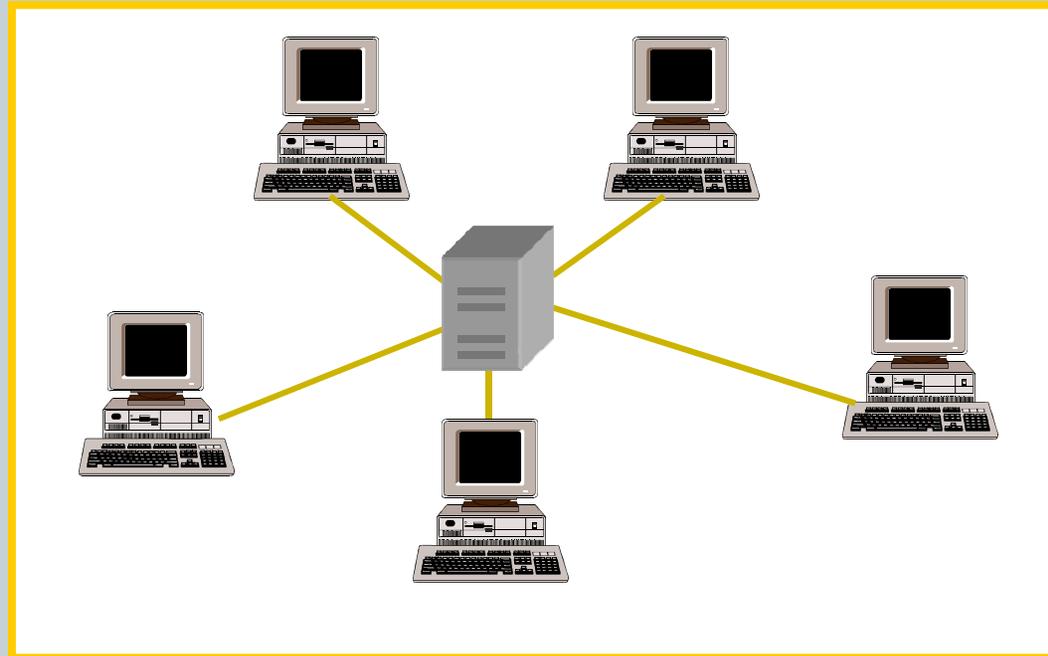


- il segnale emesso da un nodo passa al nodo successivo; se non è indirizzato a quel nodo, viene ritrasmesso al nodo seguente, finché non raggiunge il destinatario



Reti a stella

- i nodi sono tutti collegati a un nodo centrale detto host

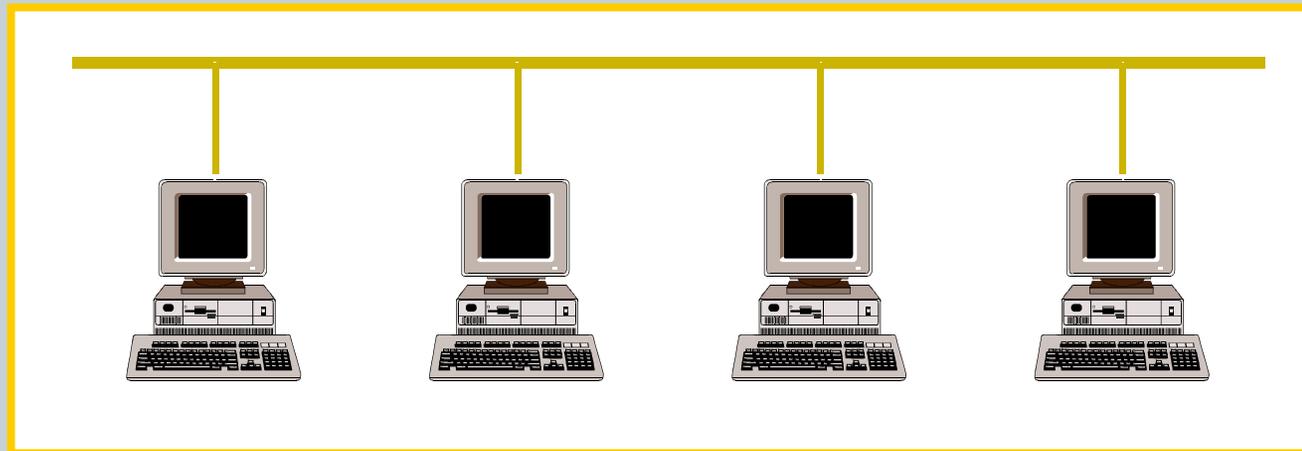


- le comunicazioni tra due nodi non sono dirette ma passano attraverso il nodo host che provvede a smistarle verso il nodo destinazione

Reti lineari A BUS (broadcast)



- hanno un unico canale di comunicazione (dorsale) condiviso da tutte le macchine della rete



- i messaggi inviati da un elaboratore vengono ricevuti da tutti ma solo l'elaboratore destinatario elaborerà il messaggio, gli altri elaboratori lo ignoreranno

Scheda di rete



- Per collegare un computer ad una rete locale si usa una **scheda di rete** che permette di
 - instaurare la connessione fisica
 - convertire i dati da trasmettere nel formato opportuno

Indirizzo di rete



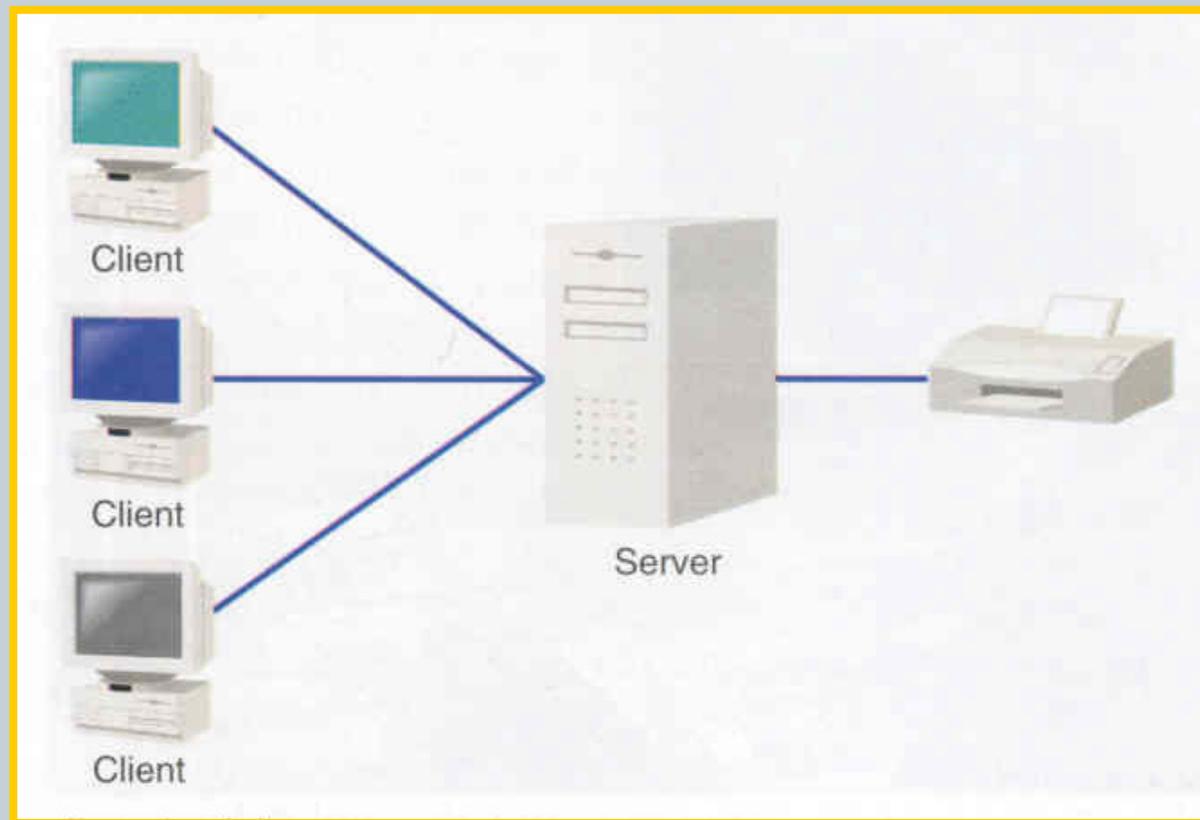
- Ogni scheda di rete ha un indirizzo univoco detto anche
 - indirizzo fisico o indirizzo di LAN o indirizzo MAC (media access control)
- Nella maggior parte delle LAN questo indirizzo è formato da 6 byte (48 bit)
- Ci sono quindi 2^{48} indirizzi fisici possibili
 - Sono indirizzi **permanenti**, scritti nella memoria ROM della scheda di rete
 - Possono essere considerati come il codice fiscale associato ad una persona, in contrasto con il suo indirizzo di casa (che si avvicina all'indirizzo IP ...)

Client / Server



- Gli elaboratori in una LAN possono avere ruoli diversi
- **Server:** elaboratore che può essere condiviso dagli altri computer collegati in rete
 - server gestore dei dati (**file server**)
 - server di stampa (**printer server**)
 - **server di comunicazione:** permette l'accesso ad altre reti locali o ad Internet
- **Client:** elaboratore che usa delle risorse condivise, messe a disposizione dal server

Client / Server



DALLE RETI LOCALI ALLE RETI GLOBALI



- PAN – Personal Area Network (10 m)
- LAN – Local Area Network (1 km)
- MAN – Metro Area Network (100 km)
- WAN - Wide Area Network (1000 km)

Scala



0.1 m	circuito	
1 m	sistema	multicomputer
10 m	stanza	Rete locale LAN
100 m	edificio	LAN
1 km	università	LAN
10 km	città	Rete metropolitana MAN
100 km	nazione	Rete geografica WAN
1000 km	continente	Internet
10000 km	pianeta	Internet

Trasmissione digitale o analogica

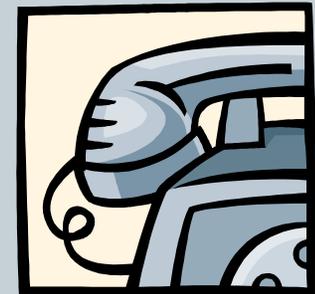


- Nelle reti locali, la comunicazione tra due computer passa di solito su **cavi dedicati**, installati esplicitamente per la rete, e adatti per la trasmissione digitale delle informazioni
 - Semplificando un po' su questi cavi si ha una variazione del livello di tensione fra due valori, che corrisponde alla trasmissione di bit di valore 0 oppure 1

Trasmissione digitale o analogica



- Per le comunicazioni su lunga distanza, si cerca di sfruttare le **reti di comunicazione esistenti**, come ad esempio la **rete telefonica**
- La rete telefonica è adatta a comunicare la voce, cioè un **segnale analogico** che varia in maniera continua in una banda di frequenze
- Sono necessari dei **dispositivi** per poter usare la rete telefonica come mezzo di comunicazione tra computer



Il modem

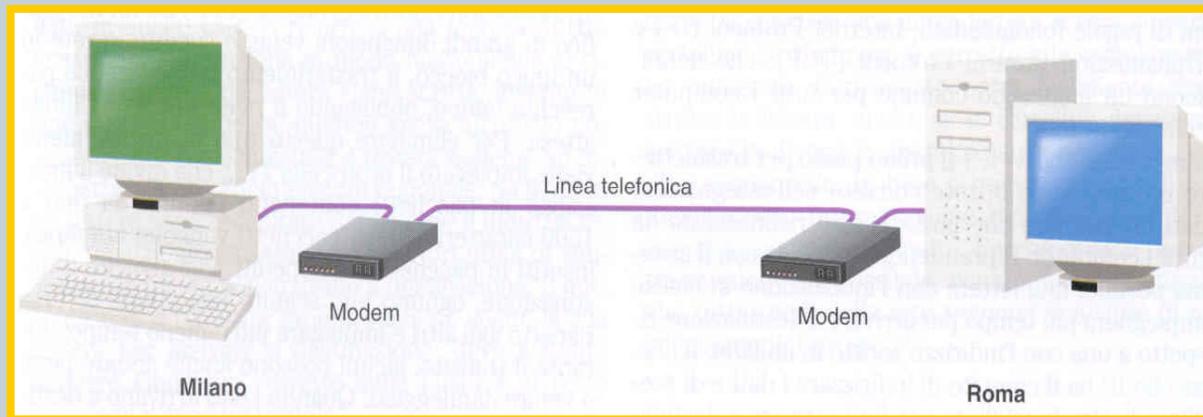


MOdulazione

COMPUTER

Segnale digitale

MODEM



Segnale analogico
(linea telefonica)



COMPUTER

Segnale digitale

MODEM

DEModulazione

Il modem



- I modem attuali hanno velocità di trasmissione massima di non più di 6 KByte/sec.
- Se due computer comunicano tramite un modem, la velocità di comunicazione è sempre quella del modem più lento
- Il modem è usato soprattutto per le comunicazioni private (ad esempio un utente che si collega ad Internet tramite il suo provider)
- Il modem può essere esterno (deve essere collegato alla porta seriale del calcolatore) oppure interno (alloggiato in un apposito slot di espansione)

Comunicazione e Protocolli



- Affinchè la comunicazione possa avvenire in modo corretto si deve definire un **protocollo di comunicazione**
 - Esattamente come nella vita reale si stabiliscono delle convenzioni per il comportamento tra gli individui, nel caso della comunicazione tra gli elaboratori un **protocollo** definisce quell'**insieme di regole** che il nodo mittente e il nodo destinatario devono seguire per interagire tra loro

Comunicazione nelle reti



- In generale, un protocollo fornisce delle funzionalità per
 - indirizzamento (addressing)
 - instradamento (routing)
 - gestione di eventuali errori di trasmissione (error detection, error recovery, sequence control)
 - gestione della velocità di comunicazione (flow control)

LIVELLI: MOTIVAZIONI



- Livello superiore: un'applicazione mette a disposizione dell'utente alcune funzionalità
- Livello inferiore: un dispositivo fisico immette e/o estrae un segnale in un conduttore fisico
- Distanza eccessiva per "appoggiare" il livello superiore direttamente su quello inferiore
- Necessita' di inserire livelli intermedi per affrontare il problema per gradi (passo-passo)
- Individuare concetti (astrazioni) "naturalmente" chiaramente identificabili e riconoscibili

MODELLO ISO/OSI: OBBIETTIVI



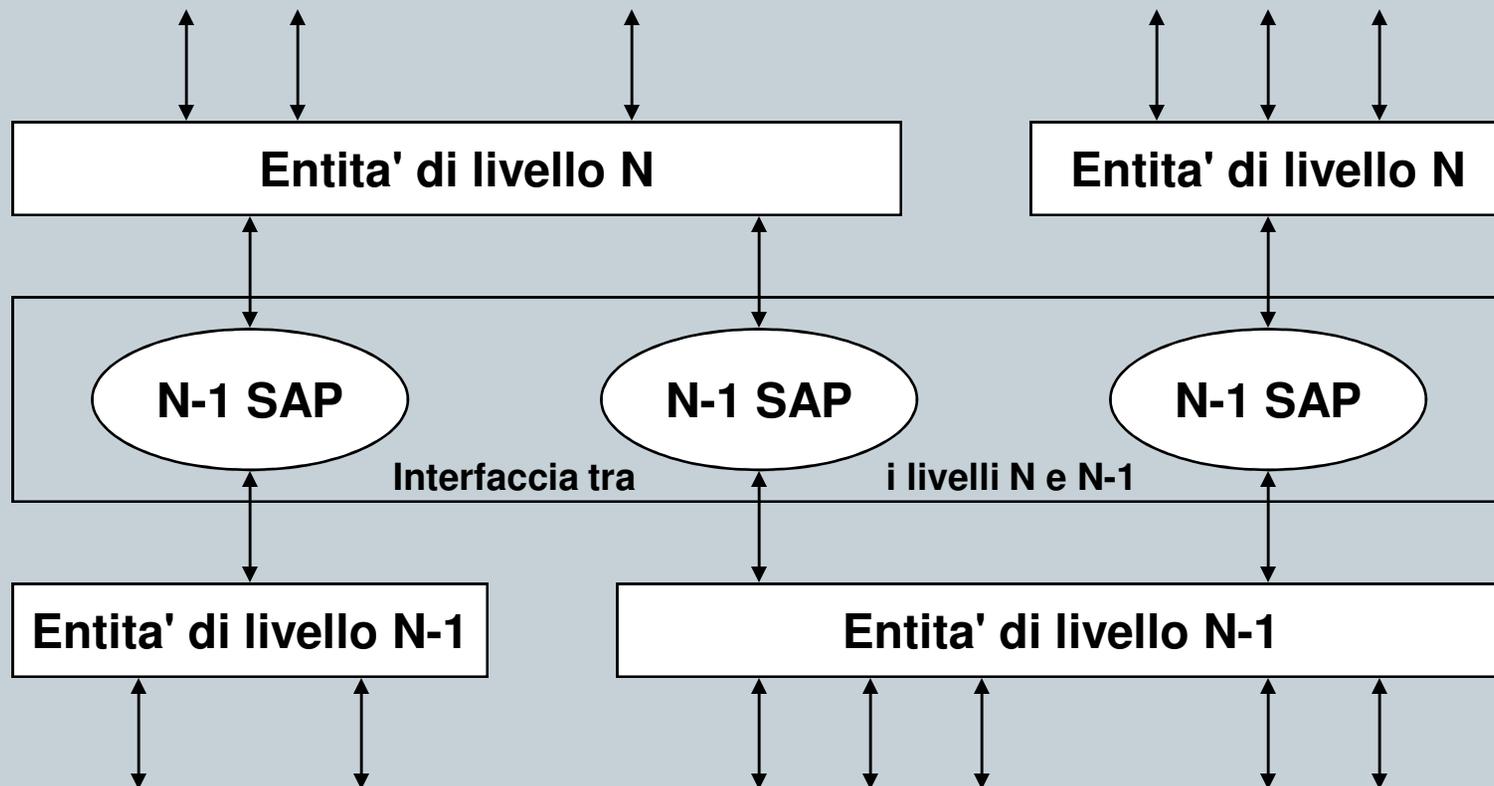
- ISO - International Standards Organization
- OSI - Open Systems Interconnection
- ISO 7498 - *Basic Reference Model*
- Obiettivi
 - fornire base comune per sviluppo di standard per l'interconnessione di sistemi informatici
 - fornire un modello di riferimento rispetto al quale confrontare architetture di rete proprietarie e non
- Non-obiettivi
 - definire servizi o protocolli specifici e relativi standard
- Altri enti: ANSI, ETSI, IEEE, ITU-T (ex CCITT)

MODELLO ISO/OSI: PRINCIPI

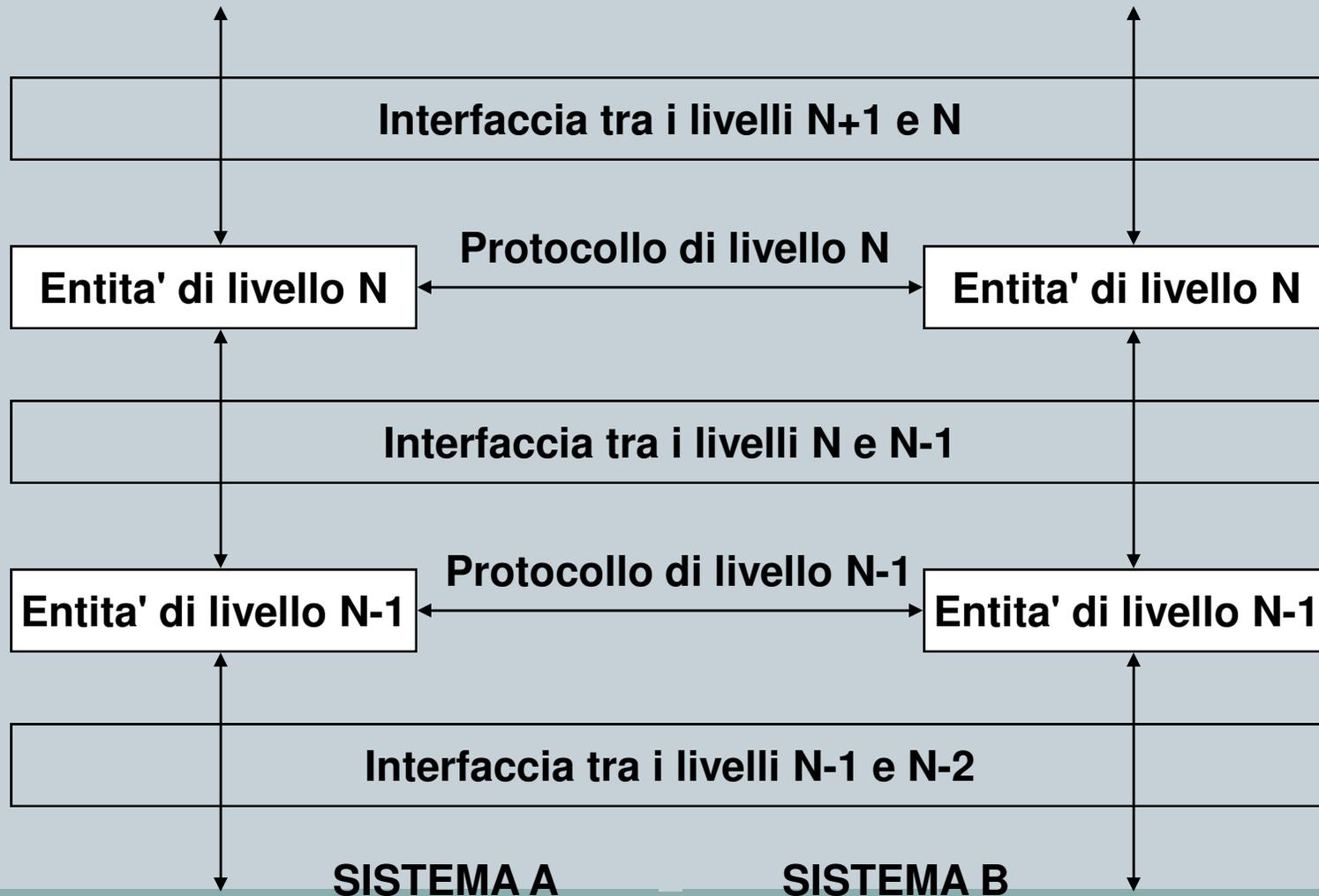


- Architettura di comunicazione a livelli (*layer*)
- Ogni entita' (*entity*) atta a comunicare e' univocamente attribuita a un "suo" livello
- Le entita' di livello N si interfacciano solo con quelle del livello N-1 o con quelle del livello N+1 tramite i *Service Access Point (SAP)*
- Le entita' di livello N comunicano solo con quelle di livello omologo (*peer entities*) come specificato da opportuni protocolli, a tal fine interfacciandosi con entita' di livello N-1
- Entita' di livello 1 comunicano direttamente usando i canali trasmissivi che le connettono

INTERFACCIAMENTO TRA LIVELLI CONTIGUI



COMUNICAZIONE TRA SISTEMI



ISO/OSI: I SETTE LIVELLI



- Livello 7 - Applicazione
- Livello 6 - Presentazione
- Livello 5 - Sessione
- Livello 4 - Trasporto
- Livello 3 - Rete
- Livello 2 - Dati
- Livello 1 - Fisico



LIVELLO FISICO



- **Compito:** trasmettere sequenze binarie sul canale trasmissivo
- **Mezzo trasmissivo**
 - cavo: materiale (metallo, vetro), struttura (rivestimento, schermatura, numero di conduttori), lunghezza, sezione, attenuazione, impedenza, diafonia, apertura numerica, connettori, raggi di curvatura, tecniche di posa, etc.
 - etere: antenna (tipo, forma, guadagno), forma dei lobi, distanza da ostacoli, etc.
- **Segnali**
 - frequenza, tensione, potenza, codifica, modulazione (in banda base, di fase, di frequenza, di ampiezza), etc.



LIVELLO DATI



- **Compito:** trasmettere trame (*frame*) con "sufficiente" affidabilità tra due entità direttamente connesse, rilevare errori di trasmissione e (atipico in LAN) eventualmente correggerli
- **Trama**
 - delimitazione, ordinamento dei bit, suddivisione in campi, indirizzi, etc.
- **Rilevazione e correzione errori**
 - *FCS (Frame Control Sequence)*, codici autocorreggenti, ritrasmissione, etc.



LIVELLO RETE



- **Compito:** gestire l'instradamento di trame attraverso sistemi intermedi, ed eventualmente trovare percorsi alternativi in caso di guasti
- **Algoritmi di instradamento**
 - definizione e/o apprendimento (completo o parziale) della topologia della rete, calcolo del percorso su base locale e/o globale, riconfigurazione in caso di guasti, etc.
- **Non necessariamente garantisce**
 - affidabilità della trasmissione delle trame, non duplicazione alla destinazione, rispetto alla destinazione del loro ordine di invio



LIVELLO TRASPORTO



- **Compito:** trasferire l'informazione *end-to-end* affidabilmente e trasparentemente, ottimizzando l'uso delle risorse
- **Affidabilità'**
 - tutte le trame arrivano a destinazione, in copia unica e in ordine
- **Trasparenza**
 - "forma" dell'informazione qual'era alla sorgente conservata a destinazione
- **Ottimizzazione**
 - traffico ripartito sui canali disponibili, prevenzione della congestione della rete



LIVELLO SESSIONE



- **Compito:** gestire il dialogo *end-to-end* tra due programmi applicativi che debbono comunicare
- **Dialogo**
 - garantire la mutua esclusione nell'utilizzo di risorse condivise, intercalare domande e risposte garantendo la consequenzialita'
- **Sincronizzazione**
 - stabilire punti intermedi nella comunicazione rispetto ai quali entrambe le parti abbiano la garanzia che quanto accaduto "prima" sia andato a buon fine



LIVELLO PRESENTAZIONE



- **Compito: gestire la sintassi dell'informazione lungo l'intero percorso *end-to-end*, convertendo l'uno nell'altro i vari formati**
- **Sintassi astratta**
 - definizione formale dei dati scambiati dagli applicativi
- **Sintassi concreta locale**
 - come i dati sono rappresentati sui singoli sistemi
- **Sintassi concreta di trasferimento**
 - come i dati sono rappresentati lungo il percorso



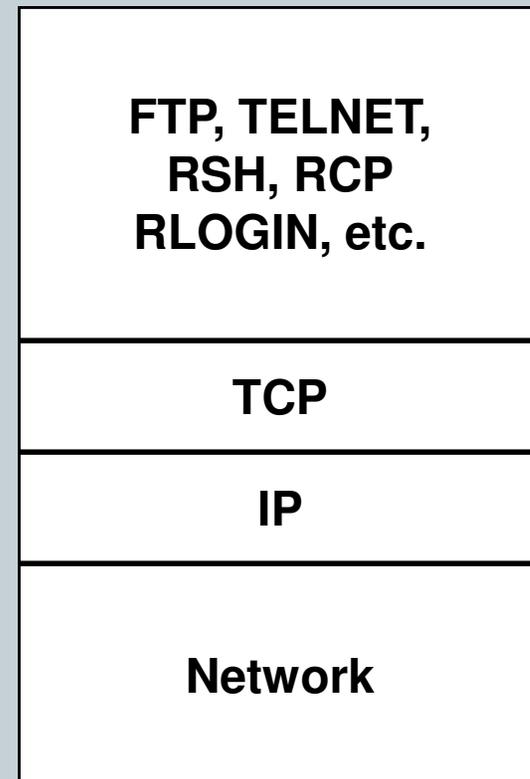
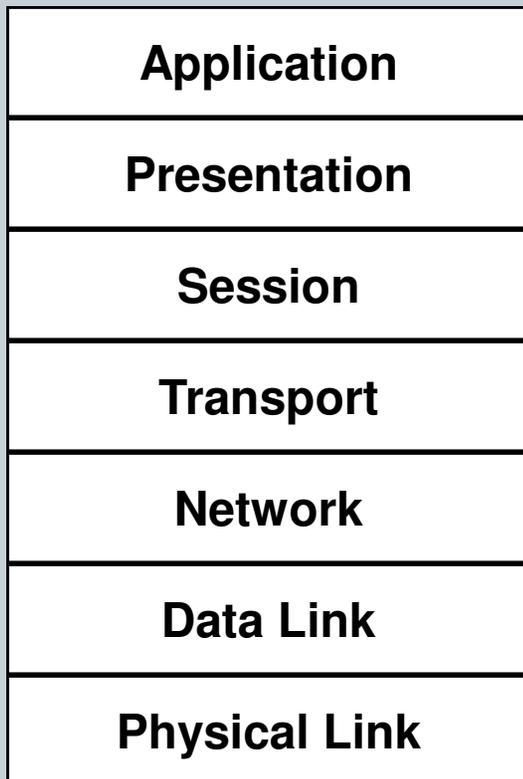
LIVELLO APPLICAZIONE



- **Compito: definire i servizi attraverso cui l'utente (non necessariamente umano) utilizza la rete, con tutte le relative interfacce di accesso**
- **Servizi di utente**
 - terminale virtuale, trasferimento di file, posta elettronica, servizi di directory, etc.
- **Servizi di sistema operativo**
 - risoluzione di nomi, localizzazione di risorse, sincronizzazione degli orologi tra sistemi diversi, controllo di diritti di accesso, etc.



PROTOCOLLI INTERNET: APPROCCIO CLASSICO



PROTOCOLLI CONNESSI E PROTOCOLLI NON CONNESSI



- **Protocolli connessi (CONS): come telefono**
 - Fase di connessione - Viene istituito un canale virtuale con il destinatario in base al suo indirizzo
 - Fase di trasmissione - L'informazione inserita nel canale vi "fluisce" senza ulteriori necessita' di indirizzamento
- **Protocolli non connessi (CLNS): come posta**
 - Fase unica - L'informazione viene instradata lungo un percorso individuato in base all'indirizzo del destinatario

SIGNIFICATO DEI PRIMI TRE LIVELLI ISO/OSI PER LE LAN



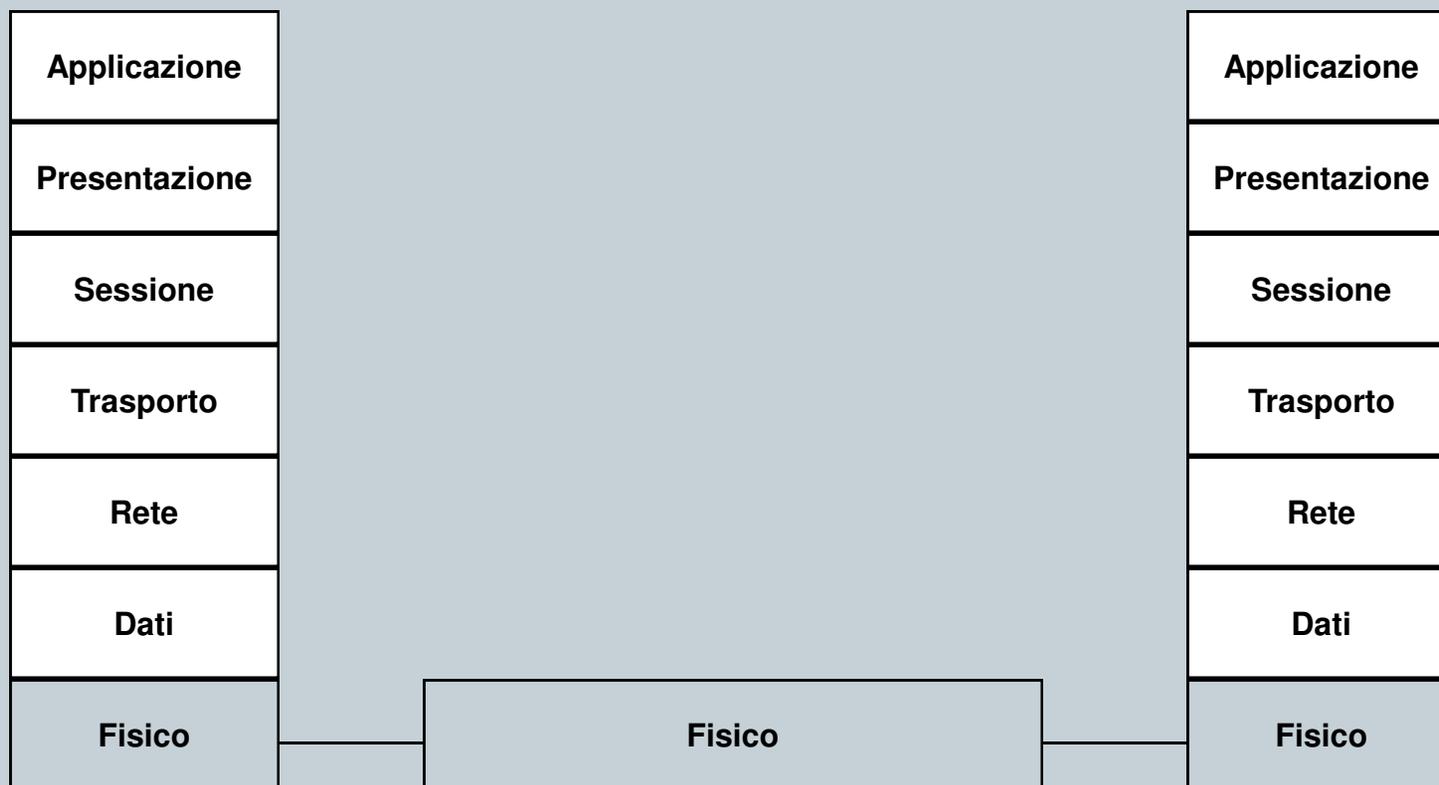
- Primi tre livelli: significato *end-to-end* limitato o nullo nel modello ISO/OSI tradizionale
- Sistemi intermedi che operano ai soli primi tre livelli sono "invisibili" ai livelli superiori
- Possibilita' di segmentare ai livelli 1-3 le reti a tecnologia omogenea
- Possibilita' di raccordare ai livelli 2-3 (e 7) le reti a tecnologia eterogenea

SEGMENTARE E RACCORDARE

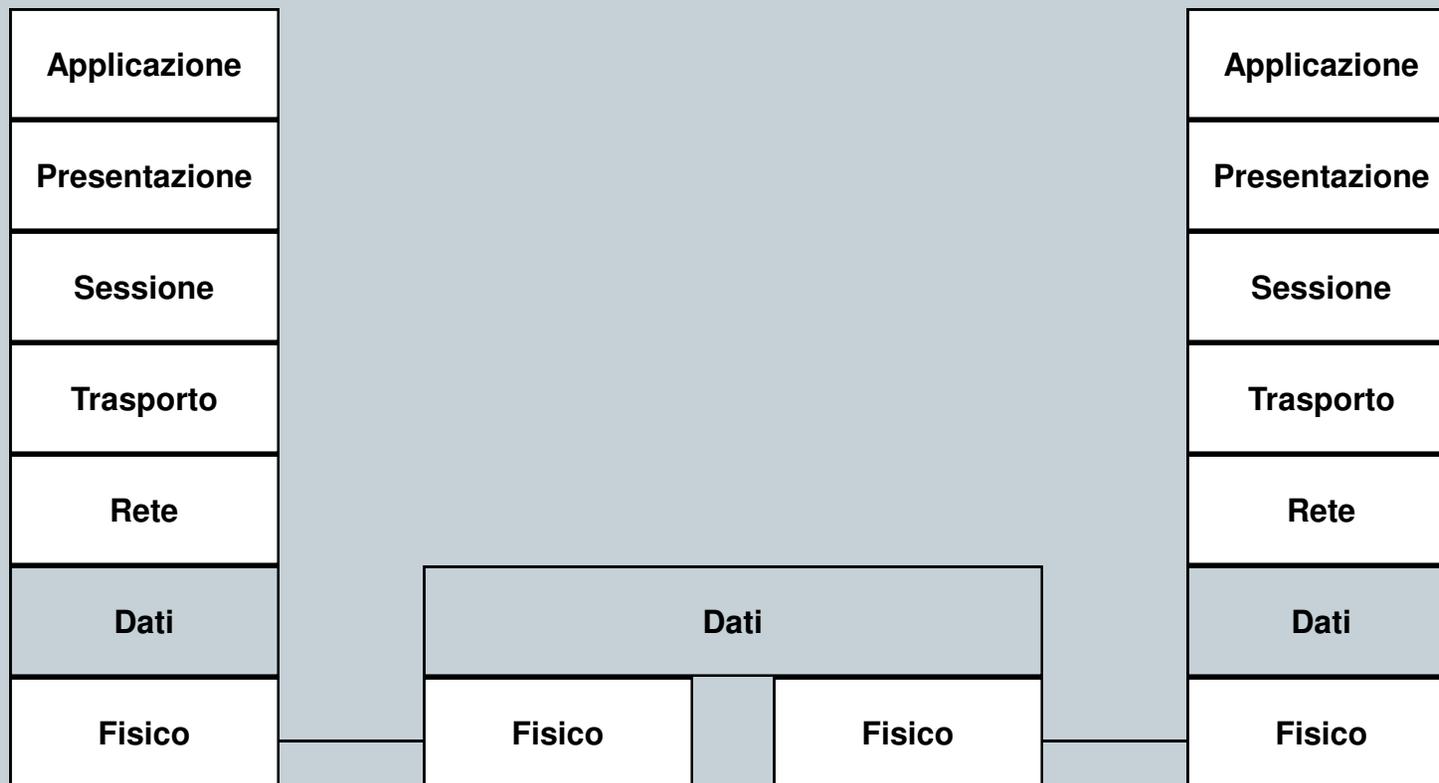


- **Perche' segmentare**
 - Livello 1 - Per consentire la "ricostruzione" del segnale quando si deteriora per attenuazione, diafonia, etc.
 - Livello 2 - Per "confinare" il traffico entro isole delimitate in base a considerazioni sulla topologia della rete
 - Livello 3 - Per "confinare" il traffico entro isole delimitate in base a considerazioni gestionali e organizzative
- **Perche' raccordare**
 - Livello 2 - Per rendere direttamente interoperabili sistemi che si differenziano al livello fisico ma non a quello dati
 - Livello 3 - Per interconnettere reti dotate ciascuna di una propria autonomia, agli stessi fini per cui e' nata Internet
 - Livello 7 - Per consentire l'interoperabilita' di applicazioni semanticamente simili ma tecnologicamente differenti

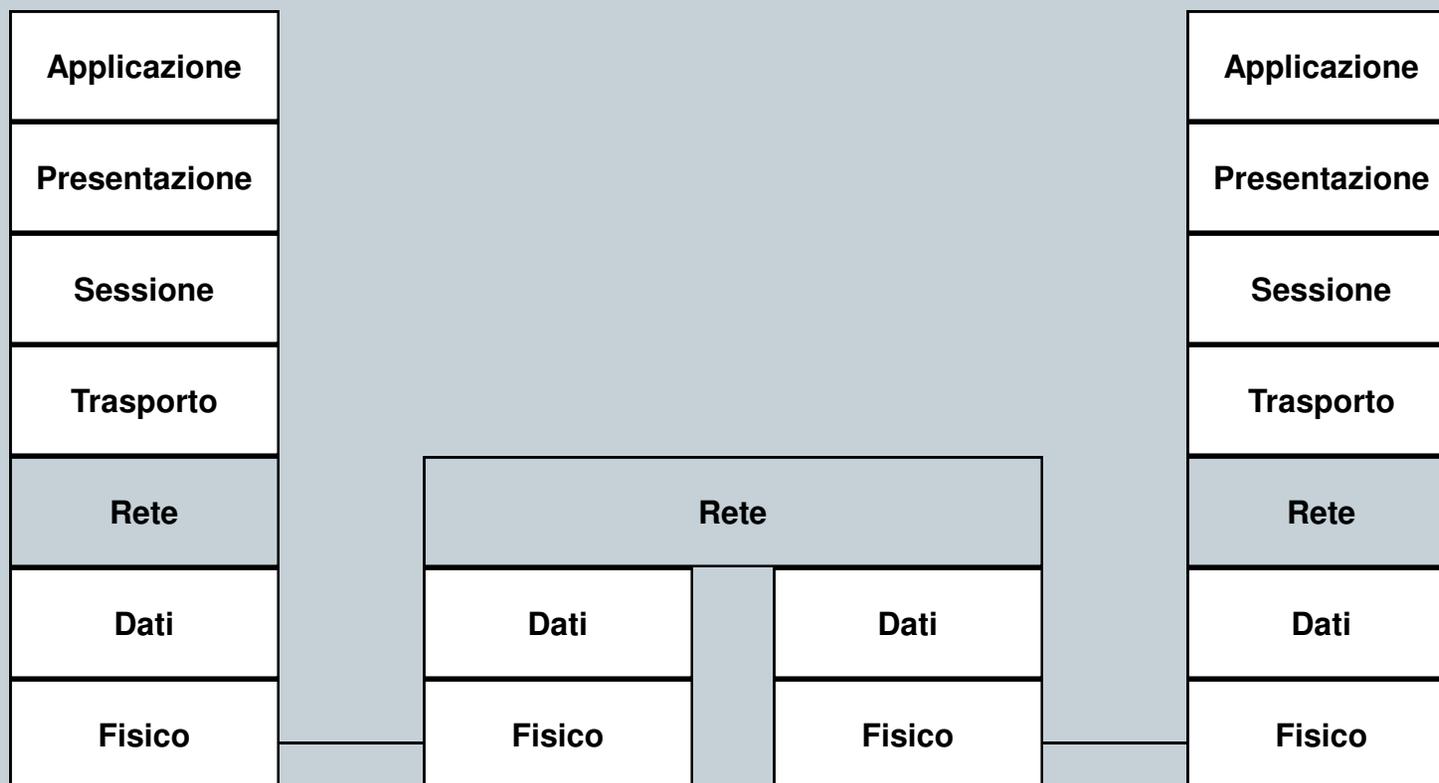
REPEATER (E HUB)



BRIDGE (E SWITCH)



ROUTER (E LAYER-3 SWITCH)



GATEWAY



LIMITI DEL MODELLO ISO/OSI E NUOVE TECNOLOGIE DI LAN



- Modello sviluppato quando i canali erano relativamente lenti e inaffidabili: conveniente il controllo/correzione errori per ogni tratta
- Oggi i canali sono veloci e affidabili: assai piu' conveniente confinare "ai bordi" della rete il controllo e la correzione degli errori
- Avviata da tempo la “rimozione” di tutto ciò che sta sotto il Livello 3 (soprattutto WAN)

NOTA DI COPYRIGHT



- Queste trasparenze (*slide*) sono protette dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo e il copyright delle *slide* (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica, testo, tabella, disegno) sono di proprietà dell'autore.
- Le *slide* possono essere riprodotte e utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici e universitari italiani afferenti al Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca per scopi istituzionali e comunque non a fini di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altro utilizzo o riproduzione, completa o parziale (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti ottici e magnetici, su reti di calcolatori e a stampa), sono vietati se non preventivamente autorizzati per iscritto dall'autore.
- L'informazione contenuta in queste *slide* è ritenuta essere accurata alla data riportata nel frontespizio. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, etc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto delle *slide* (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, la completezza, l'applicabilità, l'adeguatezza per uno scopo specifico e l'aggiornamento dell'informazione).
- In nessun caso possono essere rilasciate dichiarazioni di conformità all'informazione contenuta in queste *slide*.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata fedelmente e integralmente anche per utilizzi parziali.

Gianfranco Prini
DICO - Università di Milano
gfp@dico.unimi.it