

# LE RETI

## PRINCIPI GENERALI E MODELLO OSI

Le reti sono una risposta all'esigenza di comunicazioni e condivisioni tempestive di dati. Una rete mette in circolazione tra più computer dei dati, come documenti o banche dati, e condivide risorse, come stampanti e periferiche (fig. 1.1).

La condivisione di risorse ottimizza il loro impiego. Possono essere messi in comune anche programmi, in modo da creare una piattaforma comune in ambito aziendale che semplifichi l'apprendimento dei metodi lavoro e la diffusione del mezzo.

### CARATTERISTICHE FONDAMENTALI

Molteplici sono gli aspetti che caratterizzano una rete; forniamo quindi un quadro generale dividendo la trattazione in:

- scala di interconnessione;
- reti peer-to-peer e client-server;
- topologie e metodi di accesso;
- commutazione di circuito e di pacchetto.

### Scala di interconnessione

Con riferimento alla loro dimensione le reti possono essere classificate in locali (LAN), metropolitane (MAN) e geografiche (WAN).

Le reti locali (LAN, Local Area Network) sono reti limitate a un singolo edificio o al più a un gruppo di edifici, come un campus universitario.

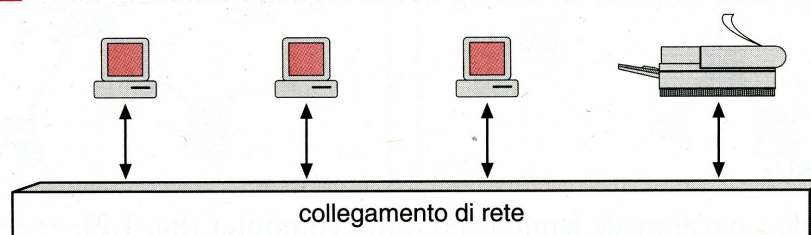
Una MAN (Metropolitan Area Network) è tecnologicamente molto affine alla LAN, ma può coprire una intera città.

Una WAN (Wide Area Network) copre un'area geografica estesa, permettendo la comunicazione tra host (terminali) distribuiti in diverse nazioni o continenti.

### Reti peer-to-peer e client-server

Nel modello peer-to-peer tutti i computer sono considerati equivalenti: non esistono particolari centri di elaborazione cui bisogna forzatamente riferirsi per compiere determinate operazioni e ciascun computer comunica con un computer di pari livello; l'operatore locale che gestisce in un certo momento una data macchina è responsabile dei dati trattati localmente e decide quali cartelle e file della propria stazione condividere con gli utenti remoti.

FIGURA 1.1



Uno dei forti vantaggi delle reti paritetiche consiste nella loro capacità di tollerare entità di guasto notevole: anche se qualche stazione non è più in grado di funzionare, solo le risorse gestite da quella macchina non saranno più disponibili, mentre saranno normalmente disponibili le risorse dell'altro tratto di rete.

t'altro vantaggio è il tipo di piattaforma software di queste macchine, molto più semplice da gestire che non nel modello client-server.

Uno degli svantaggi principali delle reti peer-to-peer è la quantità di password richieste per accedere a una rete (sempre che si scelga di utilizzare password), una per ciascuna macchina.

Se un utente deve accedere a più stazioni, solitamente deve conoscere più password: il metodo delle password perde dunque efficacia, con grave rischio per la sicurezza. ta modalità di salvataggio dei dati non centralizzata comporta poi una personalizzazione degli spazi di salvataggio locale e quindi una difficoltà di conoscere nomi e posizione dei file per gli utenti delle altre stazioni di lavoro.

Naturalmente, a questo livello, poi, non si può neppure parlare di strategie coordinate di backup (cioè di salvataggio dei dati).

Nelle reti di tipo client-server esiste una struttura gerarchica: un computer funge da supervisore, controlla il flusso dei dati e ha in carico la protezione dei file e delle directory. ta pianificazione centralizzata consente di impostare una politica di sicurezza per i dati. I responsabili della gestione del server (amministratori) stabiliscono a quali utenti assegnare i diritti di accesso alle risorse condivise e le autorizzazioni per l'accesso ai dati. In questo modello se il server ha un guasto, tutta la rete è coinvolta nel problema: questa costituisce una delle più serie limitazioni delle reti basate su modello client-server.

## **Topologie e metodi di accesso**

Come è facile immaginare, in prima battuta, per topologia di rete si pensa alla dislocazione fisica dei computer, quindi alla forma della rete, alla lunghezza delle dorsali e dei cavi di collegamento, alle singole stazioni client, al numero di stazioni collegabili.

ta forma tuttavia non è sufficiente a definire una rete: è importante il modo con cui i segnali vi transitano e come viene disciplinato lo scambio di informazioni che circolano in essa.

### **TOPOLOGIA STRADALE**

Per qualificare un'autostrada e distinguerla, ad esempio, da una superstrada non basta l'esistenza di tratte a più di una corsia: si deve precisare anche che l'accesso all'autostrada avviene attraverso dei caselli e delle rampe, che non esistono semafori, che è imposta una determinata velocità massima; come si vede tutte regole che non attengono alla forma spaziale bensì alle modalità di circolazione del traffico.

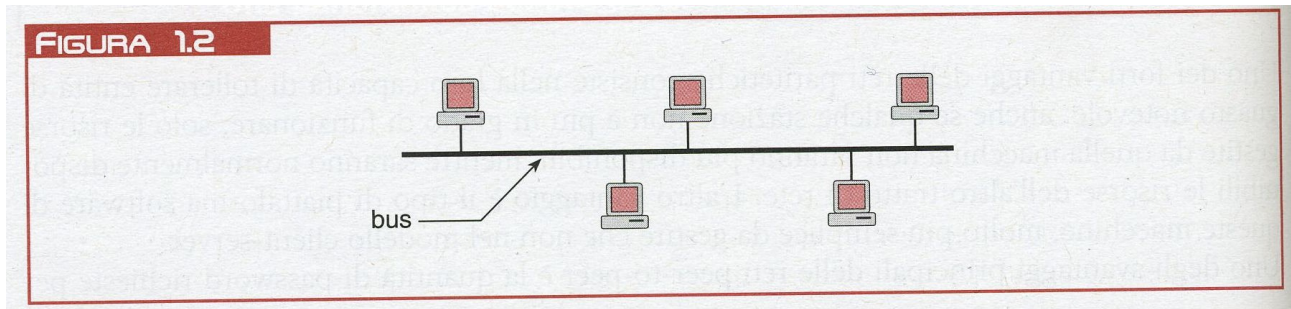
Questo duplice approccio porta a due tipi di definizione di topologia:

- topologia fisica: riguarda gli aspetti per così dire geometrici della rete;
- topologia logica: riguarda i metodi di accesso, cioè le modalità di accesso dei computer ai dati che transitano nei mezzi trasmissivi.

Dal punto di vista fisico si possono distinguere le seguenti modalità di interconnessione:

- bus;
- anello;
- stella;
- stella estesa.

Il bus è un singolo cavo al quale fanno capo tutti i computer (fig. 1.2).

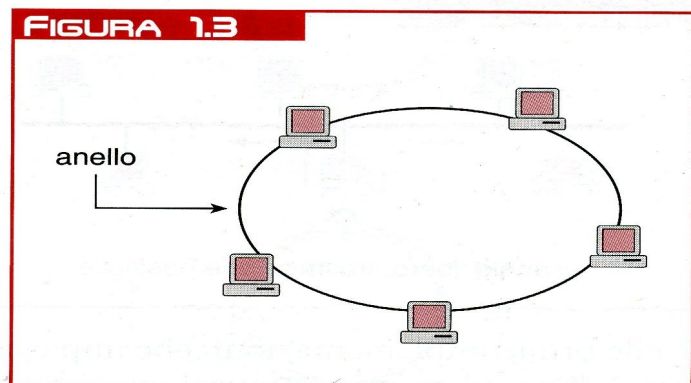


Visto che nella connessione a bus il cavo è unico, quando un host esegue una trasmissione, tutti i nodi (cioè gli host) la possono raccogliere. Questo significa che, oltre a essere diffusa nei due sensi dello sviluppo fisico del cavo, l'informazione è condivisa da tutti i nodi della rete. Una rottura del cavo può però fare cadere la connessione e compromettere una larga porzione della rete.

Il guasto di una stazione non ha ripercussioni sull'intera rete, perchè le stazioni non hanno la responsabilità nella comunicazione ma solo un ruolo passivo. Il cavo può diramarsi in varie direzioni, formando diversi segmenti di rete.

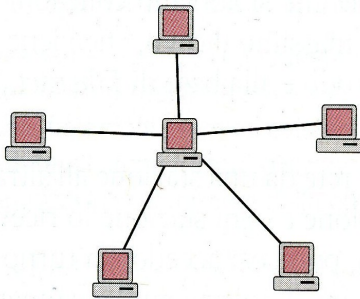
Nella topologia ad anello ogni host è collegato a quello adiacente formando una configurazione circolare (fig. 1.3) detta Ring.

Il segnale viene rigenerato da ciascuna stazione. Il vantaggio principale è che il tempo di percorrenza dei messaggi nell'anello è prevedibile a priori, ma, evidentemente, aggiungendo computer all'anello, inevitabilmente il tempo necessario alla trasmissione aumenta (è più lungo il percorso).

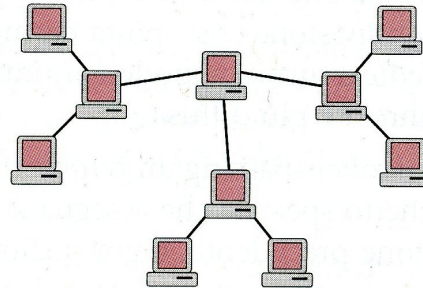


Nella topologia a stella (fig. 1.4) i collegamenti fisici si irradiano da un'unità centrale che funge da controllore (master) e regolatore di traffico fra le stazioni.

**FIGURA 1.4**



**FIGURA 1.5**



Questa topologia ha il vantaggio di favorire fortemente il cablaggio e la scalabilità ovvero la potenzialità di estensione. Collegando un nodo della stella a un'altra sezione a stella, si ottengono infatti diversi ordini gerarchici che permettono di estendere la rete, formando una 5 stella estesa (fig. 1.5).

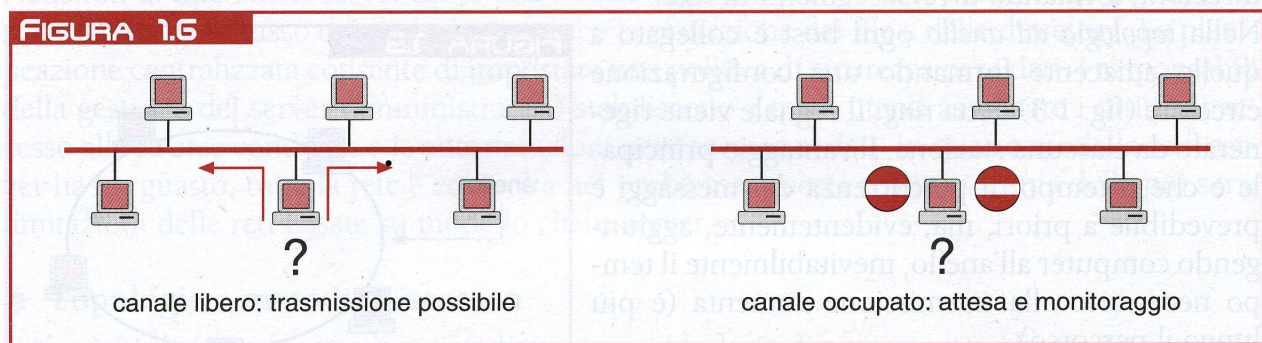
Negli ultimi anni, il centro stella non è più direttamente un'unità centrale, ma un altro apparato (un hub, o uno switch) collegato all'eventuale server di rete attraverso uno dei rami.

Dal punto di vista delle modalità di trasferimento dei dati e di come vengono inoltrati e recuperati, cioè dei metodi di accesso al mezzo, si possono distinguere due metodi:

- metodi a contesa (del mezzo);
- metodi token-passing.

Nei metodi a contesa, utilizzati tipicamente nelle reti con connessione a bus, il cavo è condiviso da tutte le stazioni e su di esso il segnale può essere diffuso nei due sensi; tuttavia solo una stazione alla volta può immettere i dati sul cavo.

Le stazioni sono dunque in competizione e, per risolvere il problema delle contese, il computer che deve trasmettere deve prima verificare lo stato elettrico del cavo, rilevando se è presente la portante di trasmissione dati (fig. 1.6).



Ascoltando il canale, se il computer rileva che è già in corso una trasmissione, si asterrà dall'intraprenderne una nuova. Se per qualche motivo le trasmissioni di due computer si intersecano, perché hanno entrambi immesso blocchi di informazione sul bus, si verifica una collisione, che evidentemente è da evitarsi perché porta alla distorsione e alla perdita di entrambi i blocchi di dati.

Nelle prime implementazioni, che impiegavano un metodo detto persistente, le stazioni tentavano di accedere in continuazione al bus, provocando frequenti collisioni. Nel metodo più recente, detto CSMA-CD (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection), detto NON persistente, è stato introdotto il criterio del ritardo casuale della trasmissione: se si verifica una collisione o una stazione trova il canale occupato, essa attende un periodo di tempo casuale prima di ritentare di appropriarsi del bus. Anche in questo caso non è tuttavia annullata del tutto la possibilità di collisione, in quanto è sempre possibile che si verifichi un accesso contemporaneo, sia perché casualmente due stazioni potrebbero testare la linea nello stesso istante, sia perché i ritardi di propagazione complicano il monitoraggio della portante.

Essendo il metodo basato sulla generazione di numeri casuali che determinano l'istante di trasmissione, il CSMA-CD non permette di calcolare a priori i tempi di accesso, che dipendono naturalmente, oltre che dal caso, anche dal volume di traffico. Eppure questo metodo è efficace proprio per la sua semplicità, infatti i dati sono suddivisi in pacchetti e pertanto, data la frammentazione del traffico, non è poi tanto probabile che si abbiano collisioni. Per converso la condivisione così spinta permette di sfruttare al massimo il cavo, che viene occupato efficacemente a turno in modo continuativo. Questo metodo è alla base di EtherNet, l'architettura attualmente più diffusa.

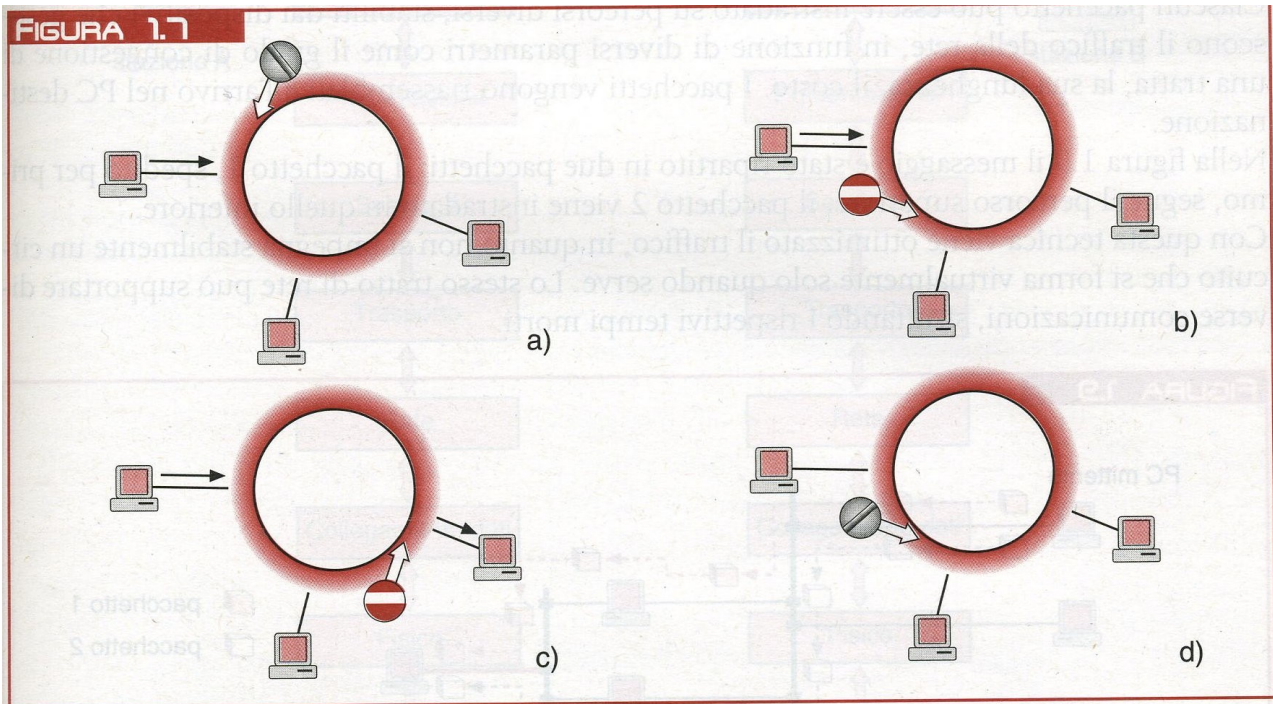
Nei metodi token-passing un gettone (token) circola nella rete da una stazione all'altra. Il token è un pacchetto speciale che assegna il diritto di trasmissione e ogni stazione lo riceve a turno dalla stazione precedente. Ogni stazione, avuto il token, può così accedere a turno al mezzo trasmissivo, secondo uno schema di condivisione di risorsa basilamente egualmente distribuito, salvo nei casi in cui vengano assegnate delle priorità.

Nell'implementazione più diffusa, la token ring, avente topologia fisica ad anello (ring), quando una stazione vuole trasmettere, attende che le giunga il token libero, se ne appropria, accoda un preambolo (intestazione), un trailer (checks\_YN), le informazioni aggiuntive (indirizzi mittente e destinazione) e i dati veri e propri (fig. 1.7a).

Le stazioni, riconoscendo dal token che il canale è occupato, si astengono dalla trasmissione (fig. 1.7b). Ogni stazione esamina il token: quando una di esse riconosce dall'indirizzo di destinazione di essere la destinataria, estrae i dati e, impostando un particolare campo del frame del token che indica indirizzo riconosciuto, lo rimette in circolazione (fig. 1.7c). Il token giunge alla

stazione mittente che riconosce l'arrivo trasferimento, rimettendo in circolazione il token libero (fig. 1.7d).

Ogni stazione, indipendentemente dal fatto che voglia trasmettere oppure no, rigenera il token e quindi tutte le stazioni cooperano nel mantenere attiva la linea e far circolare il token. Lo standard token ring è detto deterministico poiché, al contrario del CSMA/CD, può garantire un tempo di consegna dei pacchetti determinabile a priori grazie alla topologia di rete utilizzata.



## Commutazione di circuito e di pacchetto

Nella commutazione di circuito viene riservato un percorso fisicamente stabilito tra stazione mittente e ricevente.

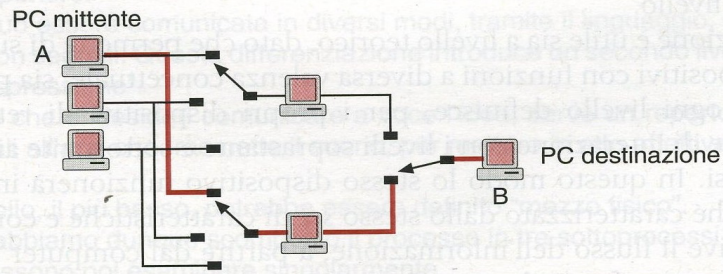
Attenzione: qui non si parla di un canale dedicato, bensì di un canale di comunicazione ottenuto congiungendo diverse tratte (rami della rete) che in un certo momento non sono impegnati in un'altra comunicazione e che costituiscono un percorso fra i due computer che devono comunicare.

### **ESEMPIO: SISTEMA TELEFONICO**

Un esempio classico di questa modalità è il sistema telefonico, dove l'utente A per chiamare l'utente B in realtà chiama una centrale di commutazione: è questa che provvede a stabilire quali, fra i molti percorsi esistenti fra A e B, sono liberi, esegue una scelta e fa in modo di connettere gli utenti fra loro utilizzando quel percorso; solitamente la centrale concede l'utilizzo del percorso fino al termine della chiamata.

Nell'esempio di figura 1.8 i commutatori stabiliscono un percorso di comunicazione tra PC mittente e PC destinazione; quelli evidenziati sono i canali di percorrenza.

**FIGURA 1.8**



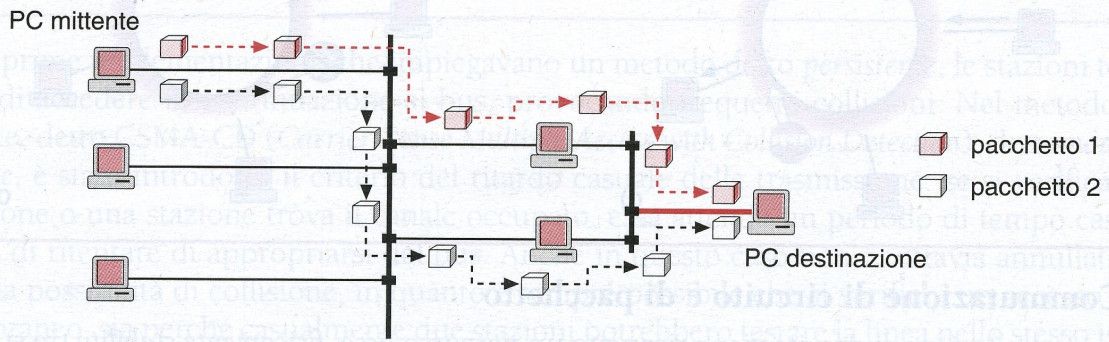
Nella commutazione di pacchetto non esiste un percorso fisico fisso, stabilito all'inizio della sessione: i dati vengono suddivisi in pacchetti in modo da alleggerirli e renderli più facilmente gestibili soprattutto in caso di errori di trasmissione (la filosofia utilizzata è che è meglio perdere il singolo pacchetto piuttosto che l'intero set).

Ciascun pacchetto può essere instradato su percorsi diversi, stabiliti dai dispositivi che gestiscono il traffico della rete, in funzione di diversi parametri come il grado di congestione di una tratta, la sua lunghezza, il costo. I pacchetti vengono riassemblati all'arrivo nel PC destinazione .

Nella figura 1.9 il messaggio è stato ripartito in due pacchetti: il pacchetto 1, spedito per primo, segue il percorso superiore, il pacchetto 2 viene instradato in quello inferiore.

Con questa tecnica viene ottimizzato il traffico, in quanto non si impegna stabilmente un circuito che si forma virtualmente solo quando serve. Lo stesso tratto di rete può supportare diverse comunicazioni, sfruttando i rispettivi tempi morti.

**FIGURA 1.9**



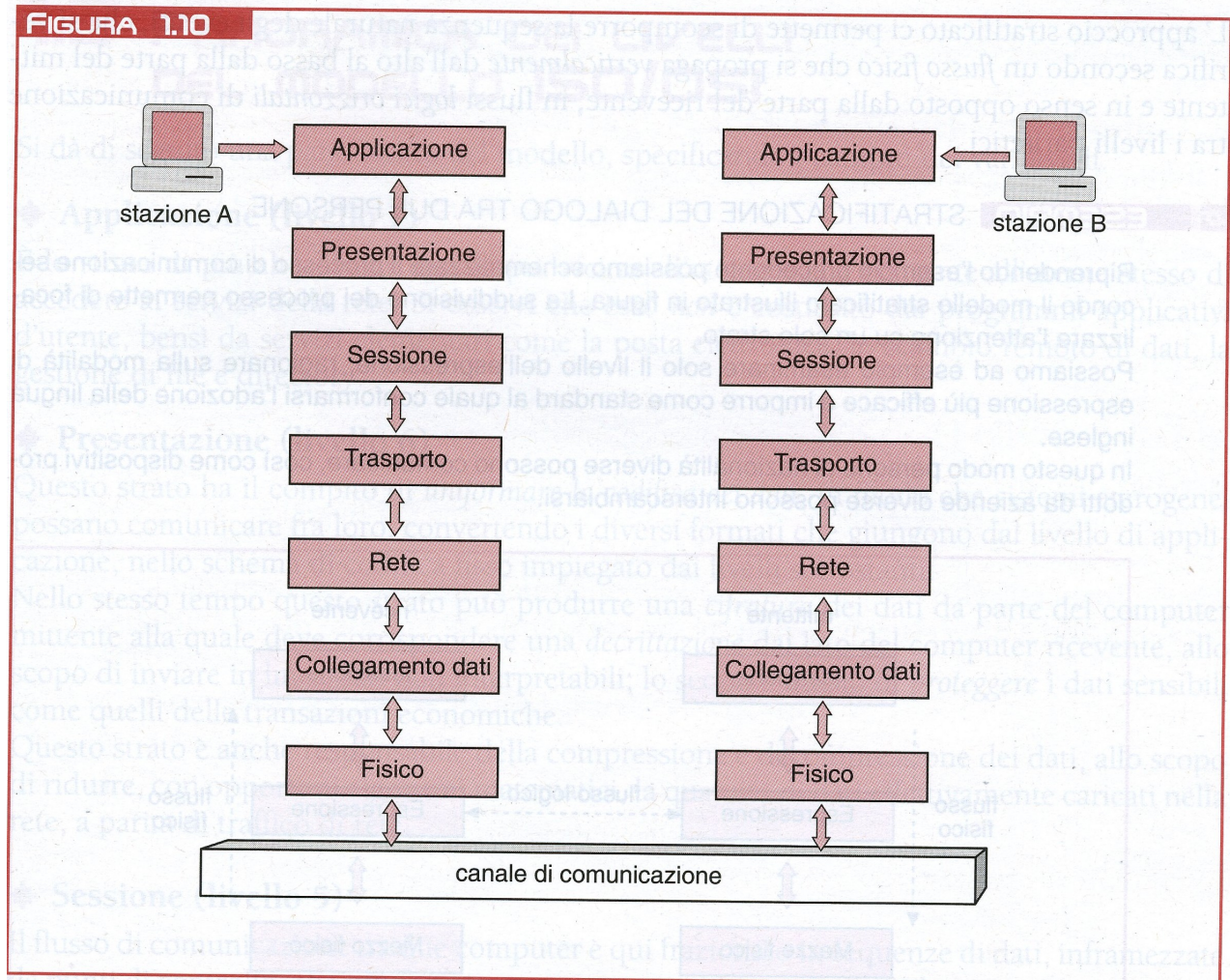
## Il Modello ISO/OSI

L'OSI (Open System Interconnection) è il modello di riferimento pubblicato dall'ISO (International organization for Standardization) che mira a standardizzare le specifiche delle reti di comunicazione, rendendo compatibili e interoperabili sistemi di produttori diversi. Il modello si applica a sistemi aperti di interconnessione, cioè a sistemi organizzati in modo da aderire a standard generalizzati e non proprietari.

Il modello semplifica la comprensione e la progettazione delle reti, in quanto ripartisce, sia materialmente sia concettualmente, l'architettura di una rete in diversi livelli, con la nomenclatura data in fig\_1.10.

A seconda del compito affidato e del grado di intelligenza, i diversi dispositivi di una rete complessa, sia hardware che software, sono classificati come appartenenti a un certo livello.

Questa stratificazione è utile sia a livello teorico, dato che permette di suddividere la complessità e isolare dispositivi con funzioni a diversa valenza concettuale, sia per i progettisti e i produttori, perché ogni livello definisce, per i propri dispositivi di rete, delle specifiche di comportamento e di interazione con i livelli soprastante e sottostante ai quali i produttori devono conformarsi. In questo modo lo stesso dispositivo funzionerà indipendentemente dal produttore, perché caratterizzato dallo stesso set di caratteristiche e comportamenti. Il modello descrive il flusso dell'informazione, a partire dal computer (host) che partecipa al colloquio fino al mezzo fisico che concretamente supporta l'informazione.





Nello schema della figura 1.10 è simbolizzata una comunicazione tra due macchine, le stazioni A e B, ma naturalmente il concetto si estende a tutta la rete.

Per capire come intervengono i livelli nella comunicazione si faccia riferimento al seguente esempio.

Per spiegare come viene concettualizzata la comunicazione a livelli, consideriamo la comunicazione tra due persone. Il processo è naturalmente molto complesso, ma possiamo semplificarlo suddividendolo appunto in livelli. Quando si desidera comunicare un'idea, occorre prima di tutto avere delle capacità riflessive e cognitive che la evocano, e questo è un compito affidato principalmente al cervello. Questa sezione, che potremmo definire di "ideazione", è collocata al livello superiore.

L'idea di base può essere comunicata in diversi modi, tramite il linguaggio, ma può anche essere espressa con segnali. Questa differenziazione introduce un secondo livello che potremmo definire della "espressione".

Ammettendo infine che si desidera comunicare a voce l'idea, serve un repertorio di mezzi fisici, dalle corde vocali all'aria che trasmette il suono, per mettere in atto effettivamente il processo comunicativo.

Quest'ultimo livello, il più basso, potrebbe essere definito "mezzo fisico".

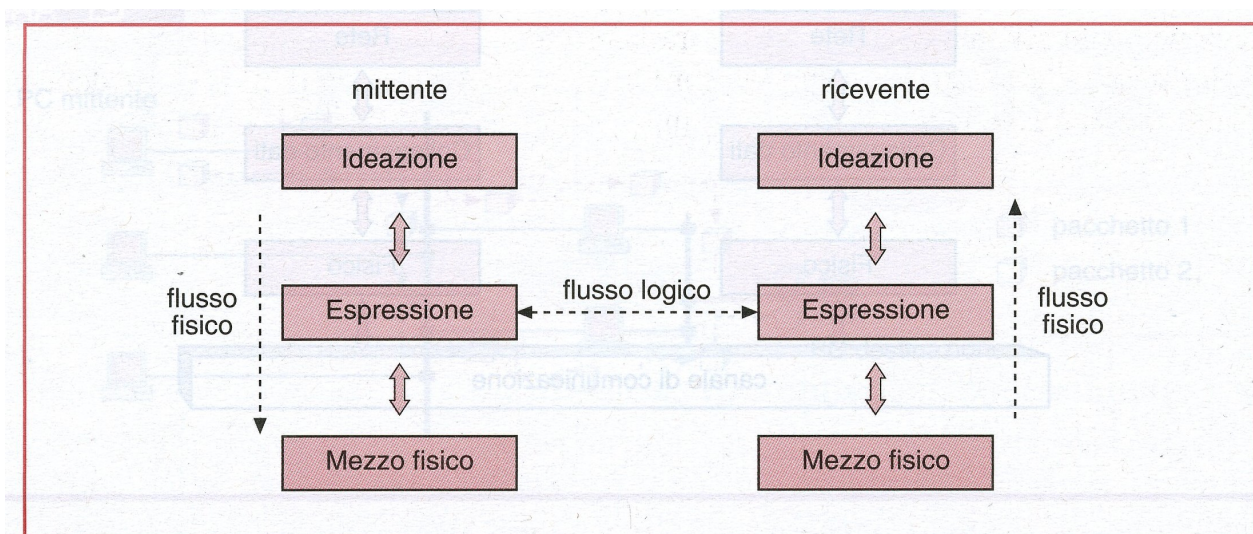
In questo caso abbiamo dunque scomposto il processo in tre sottoprocessi (strati) più specializzati, che si possono poi esaminare singolarmente. L'approccio stratificato ci permette di scomporre la sequenza naturale degli eventi, che si verifica secondo un flusso fisico che si propaga verticalmente dall'alto al basso dalla parte del mittente e in senso opposto dalla parte del ricevente, in flussi logici orizzontali di comunicazione tra i livelli paritetici.

### **STRATIFICAZIONE DEL DIALOGO TRA DUE PERSONE**

Riprendendo l'esempio precedente possiamo schematizzare il processo di comunicazione secondo il modello stratificato illustrato in figura. La suddivisione del processo permette di focalizzare l'attenzione su un solo strato.

Possiamo ad esempio esaminare solo il livello dell'espressione, ragionare sulla modalità di espressione più efficace e imporre come standard al quale conformarsi l'adozione della lingua inglese.

In questo modo persone di nazionalità diverse possono comunicare, così come dispositivi prodotti da aziende diverse possono intercambiarsi.



Le convenzioni che regolano la comunicazione in orizzontale si definiscono protocollo del livello n. In direzione verticale un livello n offre dei servizi al livello superiore n + 1 tramite delle primitive.

Le primitive sono operazioni incapsulate: il livello che le utilizza conosce la modalità per evocarle ma non l'implementazione interna. Specificare i servizi e le primitive equivale a specificare l'interfaccia tra i due livelli adiacenti

In definitiva gli scopi del modello OSI possono essere così riassunti:

- frazionamento di un sistema complesso in sottosistemi;
- possibilità di dettare delle dettagliate regole di standardizzazione;
- modularità funzionale, equivalente a garantire più concorrenza sul mercato;
- la possibilità di diverse implementazioni che lascino inalterate le funzionalità;
- sviluppo accelerato delle tecnologie (i fornitori possono specializzarsi su microsistemi anziché su macrosistemi);
- sono permesse le modifiche di un livello, a patto di conservare le funzionalità complessive e le regole di interfacciamento.

# PANORAMICA DEI LIVELLI DEL MODELLO ISO/OSI

Si dà di seguito una panoramica del modello, specificando i compiti dei vari livelli.

## **Applicazione (livello 7)**

lo strato di più alto livello, quello più vicino all'utente e che consente all'utente stesso di accedere ai servizi della rete. Si osservi che esso NON è costituito dai programmi applicativi d'utente, bensì da servizi elementari come la posta elettronica, lo scambio remoto di dati, la gestione di file e directory.

## **Presentazione (livello 6)**

Questo strato ha il compito di trasformare la codifica dei dati, in modo che sistemi eterogenei possano comunicare fra loro, convertendo i diversi formati che giungono dal livello di applicazione, nello schema di codifica fisso impiegato dai livelli sottostanti.

Nello stesso tempo questo strato può produrre una cifratura dei dati da parte del computer mittente alla quale deve corrispondere una decrittazione dal lato del computer ricevente, allo scopo di inviare in linea dati non interpretabili; lo scopo è quello di proteggere i dati sensibili come quelli delle transazioni economiche.

Questo strato è anche responsabile della compressione e decompressione dei dati, allo scopo di ridurre, con opportuni algoritmi matematici, la quantità di dati effettivamente caricati nella rete, a parità di traffico di rete.

## **Sessione (livello 5)**

Il flusso di comunicazione tra due computer è qui frazionato in sequenze di dati, inframezzate da punti di controllo, che vengono in parte conservate in memoria. Se la comunicazione viene interrotta, il salvataggio del precedente gruppo dati e la presenza del punto di controllo permette di recuperare la porzione già trasmessa, ritrasmettendo solo i dati successivi all'ultimo punto di controllo.

## **Trasporto (livello 4)**

Si situa al confine tra i tre strati superiori e i tre inferiori, quindi svolge da una parte compiti legati all'applicazione dall'altra compiti legati alla connessione, assumendo la fisionomia di un tramite che affranca gli strati superiori dal compito di trasporto, mascherandone la complessità. Esso provvede a dividere il flusso di dati in segmenti; una volta lanciati, il corrispondente livello di trasporto sulla macchina ricevente assemblerà i segmenti alla fine del processo di trasmissione.

Si occupa di controllare l'integrità della trasmissione in reti estese, costituite da diversi segmenti di rete locale, basate sulla circolazione dei pacchetti generati dal livello sottostante (livello rete). Recupera i pacchetti eventualmente dispersi nella rete ed elimina quelli duplicati. Riassella nel corretto ordine i pacchetti che, imboccando percorsi alternativi, impiegano tempi diversi per giungere a destinazione e ricostruisce la sequenza originata.

## **Rete (livello 3)**

Il livello di rete è uno dei più importanti, perchè deve assicurare la connettività. Per questo suddivide ulteriormente i segmenti in pacchetti, comprendenti sia i dati sia l'indirizzo logico di destinazione.

Esso è responsabile dell'instradamento dei pacchetti in reti geograficamente distanti mediante la selezione del percorso ottimale.

## ***Collegamento dati (livello 2)***

Il livello di collegamento dati è essenziale per la comunicazione sia in reti geografiche sia in reti locali, perchè incapsula i dati in un frame aggiungendo l'indirizzofisico MAC (Media Access\_Control). Garantisce che avvenga la consegna dei dati senza errori verificandone l'integrità dei contenuti, assemblando il flusso binario in frame (trame) provvisti di un campo CRC per la rilevazione e la correzione degli errori. Assicura con ciò, al livello di rete, che le trasmissioni dei dati elementari siano sempre affidabili.

## ***Fisico (livello 1)***

Il livello 1 è il livello orientato all'hardware e al bit, nel senso che ignora il significato strutturato del flusso dei bit assemblati, si occupa solo dell'integrità dei singoli bit assicurandone la sincronizzazione e la loro esatta estrazione mediante la ricostruzione del clock. Impone gli standard dei livelli elettrici di codifica, delle caratteristiche fisiche dei supporti di trasmissione, dei connettori e degli elementi hardware che partecipano al processo di comunicazione.