

3. Reti di calcolatori

3.1 Introduzione

Una rete è un complesso insieme di sistemi di elaborazione connessi tra loro attraverso dei collegamenti fisici (linee telefoniche, cavi dedicati, ecc.) al fine di utilizzare nel miglior modo possibile le *risorse disponibili* e di offrire vari *servizi di comunicazione*. Il progetto di una rete copre ampie problematiche che vanno dalla sua architettura fisica alla codifica dei dati per facilitare la trasmissione, fino alla costruzione del software applicativo che mette a disposizione degli utenti i servizi di rete.

I primi tentativi di trasmissione dati fra due elaboratori risalgono agli anni '40 (collegamento fra elaboratore centrale e terminali remoti); le reti come le concepiamo oggi e i servizi ad esse legati, invece, hanno fatto la loro comparsa negli anni '70, dapprima in ambito militare e poi negli ambienti universitari per lo scambio di informazioni scientifiche.

Solo nell'ultimo decennio, però, grazie alla rapida evoluzione delle tecnologie telematiche, abbiamo assistito all'espandersi frenetico delle reti sia a livello locale (nelle aziende e negli uffici), sia a livello mondiale (*Internet*).

Di pari passo sono aumentati i servizi messi a disposizione dalle reti che vanno dalla posta elettronica al trasferimento di file, senza dimenticare la condivisione di risorse fisiche.

L'affermarsi delle reti sta ristrutturando il mondo informatico attraverso un processo, detto *downsizing*, che spinge le aziende all'eliminazione dei grossi mainframe con le loro decine di terminali, per sostituirli con reti di calcolatori indipendenti, ma fra loro interagenti e cooperanti.

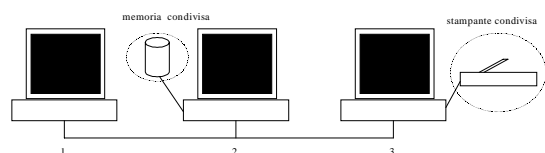
Nel seguito saranno analizzati i più importanti servizi di rete attualmente offerti e le tecnologie che consentono l'utilizzo di tali servizi.



3.2 Servizi offerti

3.2.1 Condivisione di risorse

Il servizio principale, che le reti hanno reso possibile fin dalla loro prima apparizione, è la **condivisione di risorse**; il collegamento fisico fra gli elaboratori, infatti, consente ad ogni elaboratore di poter raggiungere le risorse *private* di ogni altro sistema della rete.



L'utente di ogni singolo *nodo* della rete ha quindi il *possesso virtuale* di tutta una serie di risorse messe a disposizione dal complesso degli elaboratori componenti la rete.

La condivisione delle unità disco (memoria secondaria) presenta, ad esempio, un duplice vantaggio: viene limitata la *duplicazione* dei dati e dei programmi presenti nella rete e si *ottimizza* l'utilizzo della memoria secondaria a disposizione.

L'elaboratore che mette a disposizione i propri dischi viene detto **file server** e, se consente anche di condividere l'esecuzione dei programmi presenti, prende il nome di **application server**.

Altri dispositivi fisici che possono essere utilmente condivisi sono le stampanti; il tempo percentuale di utilizzo di un dispositivo di stampa da parte di un singolo utente è minimo e quindi una stampante può servire, senza grosse difficoltà, molti utenti.

Nel caso in cui si voglia offrire agli utilizzatori un servizio di stampa ancora più rapido ed efficiente, la stampante di rete viene collegata ad un elaboratore, detto **print server**, il cui unico compito è quello di gestire l'accesso e l'uso di tale risorsa; ultimamente sono state immesse sul mercato anche stampanti che possono collegarsi direttamente alla rete aumentando la velocità dei trasferimenti dei dati.

Il progredire della tecnologia ha reso possibile la condivisione di ulteriori risorse come modem, fax e apparati per la gestione delle comunicazioni verso la telefonia cellulare e, in seguito, renderà possibile l'ottimizzazione dell'utilizzo di qualsiasi risorsa fisica o logica in qualche modo collegata alla rete.

3.2.2 Comunicazioni fra utenti

Un secondo servizio *storico* offerto dalle reti di elaboratori è la comunicazione interattiva fra vari utenti; i ricercatori universitari che per primi cominciarono ad utilizzare efficacemente le reti, avevano infatti bisogno di confrontarsi, a distanza, discutendo sugli argomenti legati ai loro studi.

I vari utenti della rete possono organizzare una conferenza, condividendo una **scrivania virtuale** dove ogni interlocutore può scrivere i suoi messaggi e leggere quelli degli altri; se lo svantaggio di non utilizzare una comunicazione verbale si risolve con dei tempi di attesa più lunghi, i vantaggi di tale modo di dialogare sono evidenti: le informazioni da scambiare possono, infatti, essere di natura *grafica* oltre che testuale.

I moderni sviluppi hanno, inoltre, consentito di colmare anche gli svantaggi, giungendo alla *teleconferenza*, in cui tutte le modalità di dialogo (visiva, verbale, grafica, ecc.) sono concesse.

La facilità di comunicazione ha consentito di sviluppare anche nuove modalità di cooperazione in ambiente lavorativo, quali il *lavoro di gruppo* e il *telelavoro*, che permettono l'interazione fra persone che operano dalle proprie abitazioni o, comunque, da luoghi fisicamente distanti.



3.2.3 File transfer

Il **trasferimento di file** (*file transfer*) consente la copia di file tra due elaboratori collegati in rete. Il servizio è estremamente semplice e richiede unicamente, oltre alla connessione fisica, un programma di file transfer che sappia gestire il *protocollo* di trasferimento (**FTP**, *File Transfer Protocol*).

Gli elaboratori che offrono i file, richiedono un *username* ed una *password* per poter effettuare il trasferimento dei file prescelti; nel caso in cui i proprietari dei file decidano di rendere disponibili le loro risorse software anche ad utenti non registrati si parla di trasferimento **anonimo**: l'utente infatti usa la parola *anonymous* come username e, a volte, il suo indirizzo di posta elettronica come password.

La **modalità anonima** è il metodo più semplice per rendere disponibile e diffondere i programmi *freeware* (privi di licenza d'uso) o *shareware* (in prova prima dell'acquisto). Servizio simile al precedente è quello offerto dalle **banche dati on-line**; queste sono sistemi di *consultazione* che offrono ai loro utenti non file di programmi, ma informazioni relative ad un particolare settore.

Le *ricerche on-line* di dati specifici sono agevolate da particolari programmi di gestione della base di dati che mettono a disposizione degli utenti collegati alla rete un *linguaggio* standardizzato di interrogazione ed un archivio dei termini utilizzabili nelle ricerche detto **thesaurus**.

Altro utile servizio reso possibile dalla rete è il

terminale virtuale (*virtual terminal*), che rende possibile collegarsi e lavorare su di un elaboratore *remoto* (fisicamente lontano) da un qualsiasi altro elaboratore utilizzando un interfaccia a caratteri.

La difficoltà di usare tale modalità viene ampiamente compensata dalla generalità dei sistemi che la possono utilizzare vista le minime richieste di risorse; in tale modo è possibile, ad esempio, consultare la propria posta elettronica da qualsiasi parte del mondo in cui ci si trova.



3.2.4 Posta elettronica



La **posta elettronica** (*electronic mail* o, semplicemente, *e-mail*) è sicuramente il servizio di rete più conosciuto e più usato attualmente; tramite di essa vengono resi possibili gli scambi di corrispondenza fra utenti residenti anche in zone del mondo lontanissime, ma collegati alla medesima rete (ad esempio *Internet*).

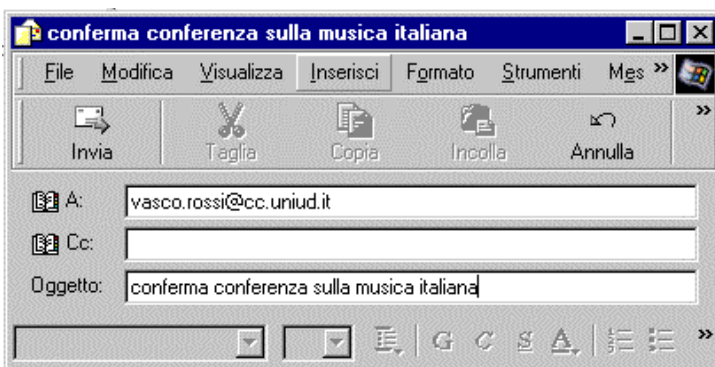
La metodologia di inoltro e la terminologia usata è la stessa della *posta tradizionale*; avremo così un utente, detto **mittente**, che spedisce un **messaggio**, eventualmente dotato di *oggetto*, ad un altro utente, detto **destinatario**, dotato di un proprio **indirizzo**.

Le analogie si fermano a questo punto, mentre i vantaggi della posta elettronica sono molteplici: i tempi di ricevimento dei messaggi, che possono variare dai secondi alle ore in dipendenza del percorso fisico e del carico delle linee, sono comunque notevolmente inferiori a quello della posta tradizionale; anche i costi sono concorrenziali sia rispetto alla posta che al fax o al telefono.

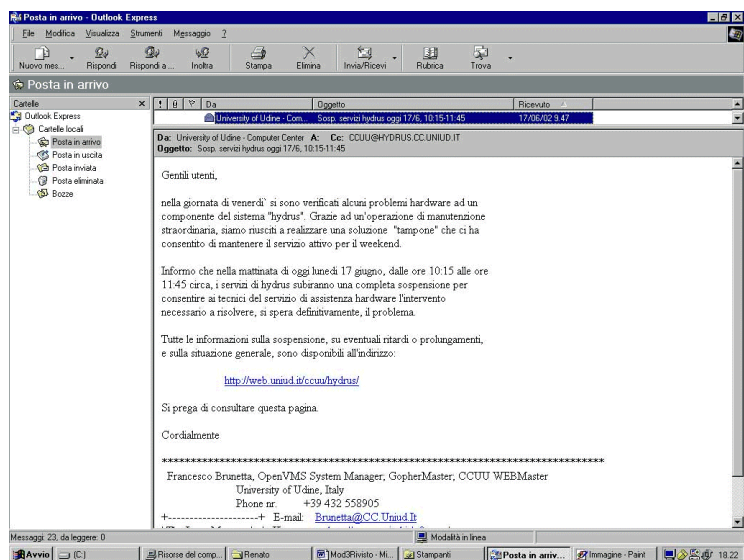
Il messaggio spedito è, inoltre, un file di testo e può essere immediatamente e facilmente utilizzato da un semplice programma di videoscrittura; gli attuali programmi di gestione della posta elettronica consentono, ad esempio, di correggere o integrare il testo ricevuto e rispedirlo al mittente (**Rispondi-Reply**) oppure di inviarlo direttamente ad altri utenti (**Inoltra-Forward**).

Un vantaggio rispetto ai collegamenti interattivi, come una chiamata telefonica, è la possibilità della comunicazione *asincrona*: non risulta necessario che il destinatario sia in casa o che abbia il computer acceso per potergli inviare un messaggio. Esistono infatti dei particolari elaboratori sempre in funzione e collegati alla rete, che si preoccupano di memorizzare i messaggi e di spedirli al destinatario non appena tale utente ne faccia richiesta.

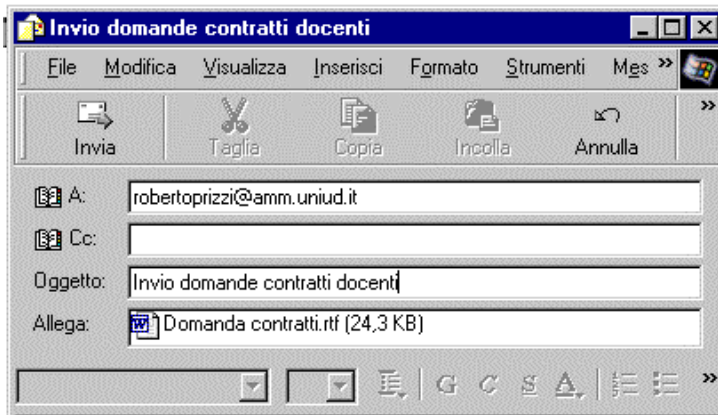
A tale proposito è interessante far notare che il destinatario può richiedere i *suoi* messaggi collegandosi da un qualsiasi elaboratore e citando il suo indirizzo di posta elettronica; è così possibile per un utente in viaggio d'affari in Islanda consultare la propria **casella di posta elettronica** (*mailbox*) situata in Italia.



individua l'elaboratore che si occupa della gestione della casella di posta elettronica (l'equivalente dell'indirizzo postale).



Esempi di indirizzi di posta elettronica sono mario.rossi@uniud.it, paolo.bianchi@libero.it oppure blackjack@inwind.it; non sono ammessi spazi o la mancanza dell'identificativo o del dominio.



Se l'informazione che si vuole inviare tramite la posta elettronica non è un semplice messaggio testuale, i moderni software di gestione permettono di utilizzare la tecnica dell'*attachment*, la modalità che consente, cioè, di *incollare* al messaggio da spedire dei file veri e propri semplicemente indicandone il loro nome; in tale modo diventa possibile la

trasmissione di immagini, suoni o interi programmi da utente a utente del servizio. Le enormi possibilità di diffusione delle informazioni concesse dalla posta elettronica hanno portato alla diffusione delle *mailing list* o **liste di discussione**, meccanismi automatici di gestione di discussioni su tematiche specifiche.

Una *mailing list* è formata da un elenco degli indirizzi di posta elettronica degli utenti che si sono iscritti tramite un semplice messaggio e da un programma residente su di un elaboratore detto *listserver* che si occupa, in modo automatico, di tutte le operazioni di gestione della lista: iscrizione, cancellazione, inoltra di messaggi, ecc.

Grazie alle *mailing list* è quindi possibile inviare un messaggio a tutti i componenti di un gruppo di discussione particolare e ricevere nella propria casella di posta elettronica tutti i contributi degli altri utenti del servizio; ad esempio si può inoltrare una richiesta di informazioni relative ad una particolare auto d'epoca e ricevere le risposte dagli altri membri della *mailing list*.

Esistono mailing list legate a quasi tutte le tematiche possibili, dalla politica all'informatica, dallo sport al lavoro.

Servizio simile alle mailing list è quello offerto dai **newsgroup** tramite *USEnet* o dai *forum*; le operazioni concesse sono le stesse, mentre cambia il metodo di accesso ai messaggi (non viene utilizzata la posta elettronica e possono venire acquisiti solo i contributi che realmente ci interessano tramite la lettura dell'elenco dei messaggi).

3.2.5 Internet

Internet è una rete di calcolatori che collega elaboratori situati in ogni parte del mondo; attualmente consente a centinaia di milioni di utenti di collegarsi gli uni agli altri per scambiare documenti, immagini o semplici messaggi. In realtà Internet è *una rete di reti* e, cioè, collega fisicamente tra loro centinaia di migliaia di reti *locali* di elaboratori.

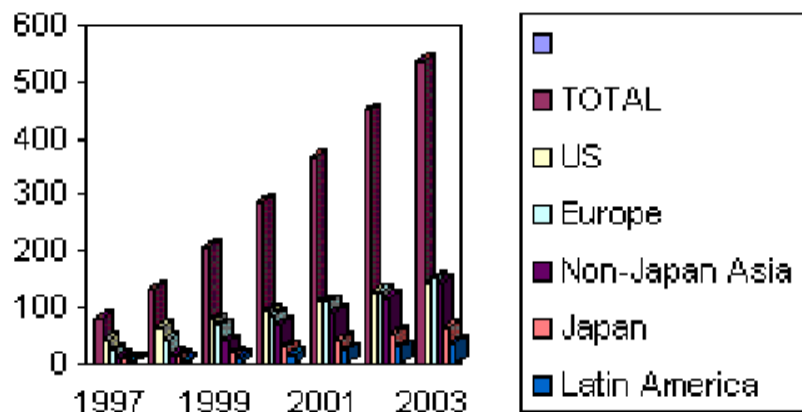
La rete Internet fonda le sue radici in **ARPANET**, la rete militare del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti nata alla fine degli anni Sessanta; nata per collegare 4 importanti elaboratori militari, ARPANET nel 1980 contava già 200 nodi sparsi sulle due sponde dell'Atlantico.



La vera nascita di Internet è datata 1983 quando, dopo che tutte le più importanti università si erano messe in rete per agevolare la diffusione delle informazioni scientifiche e per poter ottimizzare tutte le risorse di calcolo a disposizione, veniva separata da ARPANET la parte militare (MILnet).

Alla fine degli anni 80 il CERN (Centro Europeo per le Ricerche Nucleari) di Ginevra, con lo scopo iniziale di fornire uno strumento di lavoro per gli ambienti di ricerca di tutto il mondo, mette a punto una tecnologia che si rivela fondamentale per lo sviluppo e la diffusione di INTERNET: il **WWW** (*World Wide Web*).

Il **WWW** consiste nell'organizzazione delle informazioni in modo ipertestuale, con la possibilità di passare da un documento ad un altro che si trova anche su un computer diverso e lontano geograficamente; dal 1994 l'utilizzo del WWW, assieme alla diminuzione dei costi



Diffusione utenti collegati, fonte Morgan- Stanley, 2001

di accesso ed utilizzo della rete, ha permesso un incremento esponenziale nella diffusione di INTERNET.

Le modalità di utilizzo di Internet si sono rivelate talmente efficaci ed efficienti che la maggior parte delle reti aziendali e locali nate negli ultimi anni utilizza le tecnologie di Internet anche senza essere effettivamente collegata alla *rete delle reti*; questo tipo di reti, che prevedono, quindi, un'interfaccia comune e i servizi tipici offerti da Internet, prendono il nome di **intranet**.

Per potersi collegare con un altro elaboratore è necessario conoscere il suo *indirizzo*: Internet mette a disposizione due metodi per individuare *univocamente* un nodo della rete.

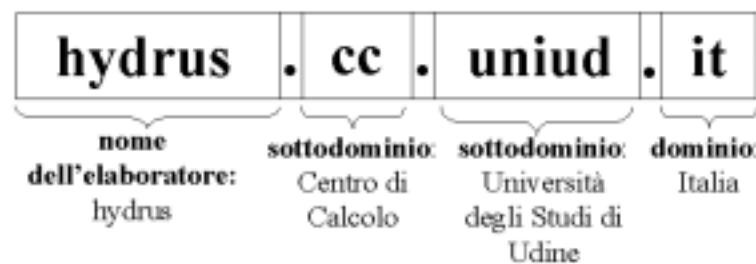
Il primo metodo è l'**indirizzo IP** (*IP address* o *host number*), un codice formato da quattro gruppi di cifre che specifica la rete di appartenenza e il numero del singolo elaboratore della rete. Ogni indirizzo IP ha, quindi, la forma **nnn.nnn.nnn.nnn** dove nnn è un numero che varia da 0 a 255; esempi di indirizzi validi sono *158.107.1.2* oppure *192.127.1.1*.

La difficoltà di ricordare indirizzi numerici viene superata grazie all'aiuto del **Domain Name System** che consente di tradurre nomi associati ai singoli elaboratori nel corrispondente indirizzo IP. Il *DNS* viene costantemente aggiornato dai gestori delle reti che, ogni volta che *creano* un nuovo indirizzo IP, comunicano il **nome** con cui potrà essere raggiunto dagli utenti di Internet.

L'insieme dei nomi degli elaboratori collegati ad Internet viene raggruppato in **domini** che sono assegnati ciascuno ad un particolare ente che si preoccupa, a livello nazionale, della diffusione del nome e della unicità dello stesso nell'ambito del dominio.

Ogni dominio può venire poi suddiviso in **sottodomini** affidati ad enti locali, in modo da organizzare più organicamente l'insieme delle varie risorse; il procedimento di suddivisione si può ripetere fino ad arrivare al livello di dettaglio voluto.

Ad esempio l'elaboratore di nome **hydrus.cc.uniud.it**, che fisicamente si trova nel Centro di Calcolo della nostra Università, appartiene al dominio "**it**" (*Italia*), ed in particolare al sottodominio "**cc**" (*Centro di Calcolo*) del sottodominio "**uniud**" (*Università di Udine*).



In Europa i domini di primo livello sono *nazionali* ("it" per Italia, "es" per Spagna, "uk" per Regno Unito, ecc.), mentre negli Stati Uniti, vista la complessità della rete, sono *tipologici* ("com" per i siti commerciali, "gov" per gli enti governativi, ecc.).

Come già accennato, la recente, esponenziale crescita di Internet è dovuta principalmente all'introduzione della tecnologia WWW. Questa vera e propria rivoluzione software ha enormemente semplificato il reperimento delle informazioni dislocate nei moltissimi elaboratori connessi alla rete, permettendo di far vedere l'immensa quantità di dati contenuta negli elaboratori della rete come un unico **ipertesto distribuito**.



Un *ipertesto* è un documento elettronico formato da testo, immagini, suoni e filmati, organizzato non in modo sequenziale, ma la cui *lettura* può seguire molti percorsi alternativi. Ciò è consentito dall'utilizzo dei **link**, collegamenti che, associati a

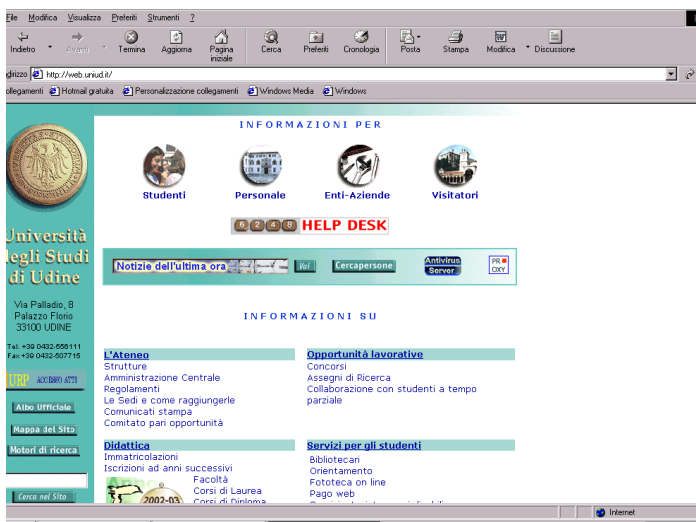
particolari parole o immagini dette **hot word**, permettono al lettore di passare ad un'altra parte del documento, o ad un altro documento logicamente collegato al precedente, semplicemente *clickando* sulla hot word stessa.

Un ipertesto relativo alla presentazione di una ditta, potrà, ad esempio, mostrarci una immagine del prodotto offerto dalla ditta quando facciamo clic sul nome del prodotto stesso, oppure passare a illustrarci il personale in servizio appena il tasto del mouse viene premuto con il puntatore sopra la parola “*organigramma*”.

Il WWW consente quindi di consultare l’ipertesto distribuito spostandosi, in modo trasparente, da un documento contenuto in un elaboratore tedesco ad un immagine fornita da un server australiano ad un suono memorizzato in un computer indiano, con un paio di clic del mouse; INTERNET è “semplicemente” la rete di collegamento che supporta i calcolatori “nodi” dell’ipertesto WWW.

Per fare in modo che tutti gli elaboratori possano passarsi i dati e leggerli nello stesso modo sono stati concordati un protocollo di trasferimento, detto **HTTP** (*HyperText Transfer Protocol*) ed un linguaggio di formattazione, detto **HTML** (*HyperText Markup Language*).

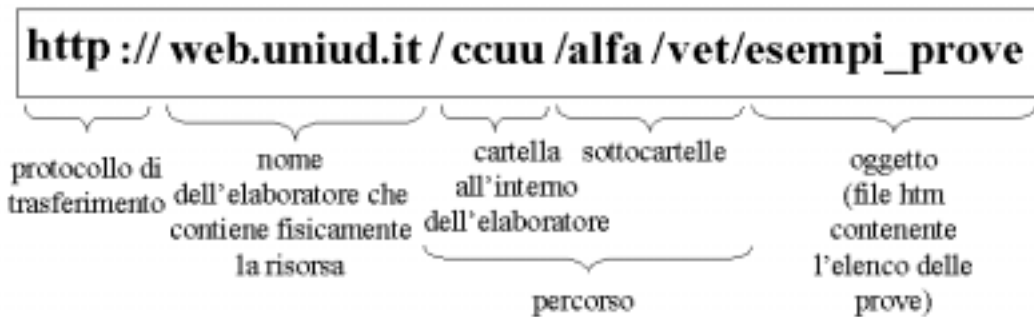
Un particolare programma, residente in ogni elaboratore della rete e detto **browser**, utilizza il protocollo HTTP per raggiungere e recuperare le informazioni e il linguaggio HTML per impaginare il testo e predisporre le hot word. I browser più conosciuti e usati sono *Netscape Navigator* ed *Internet Explorer* che integrano anche le funzionalità per utilizzare gli altri servizi di rete.



Per consentire i passaggi ipertestuali è necessario che ogni oggetto/risorsa della rete sia identificato con un nome particolare; si è sviluppato quindi il cosiddetto **URL** (*Uniform Resource Locator*) che rappresenta il nome con cui la risorsa è conosciuta dalla rete Internet.

La struttura di un URL è la seguente: **tipo://indirizzo/percorso/oggetto** dove *tipo* è il protocollo di trasferimento o il tipo di servizio (http, ftp, file, ecc.), *indirizzo* è il nome dell’elaboratore che contiene fisicamente la risorsa, *percorso* è la localizzazione logica all’interno del computer e, infine, *oggetto* è il nome della risorsa.

Esempi validi di URL sono: <http://web.uniud.it/ccuu/alfa> oppure <ftp://ftp.box.it/mirror/windos>.



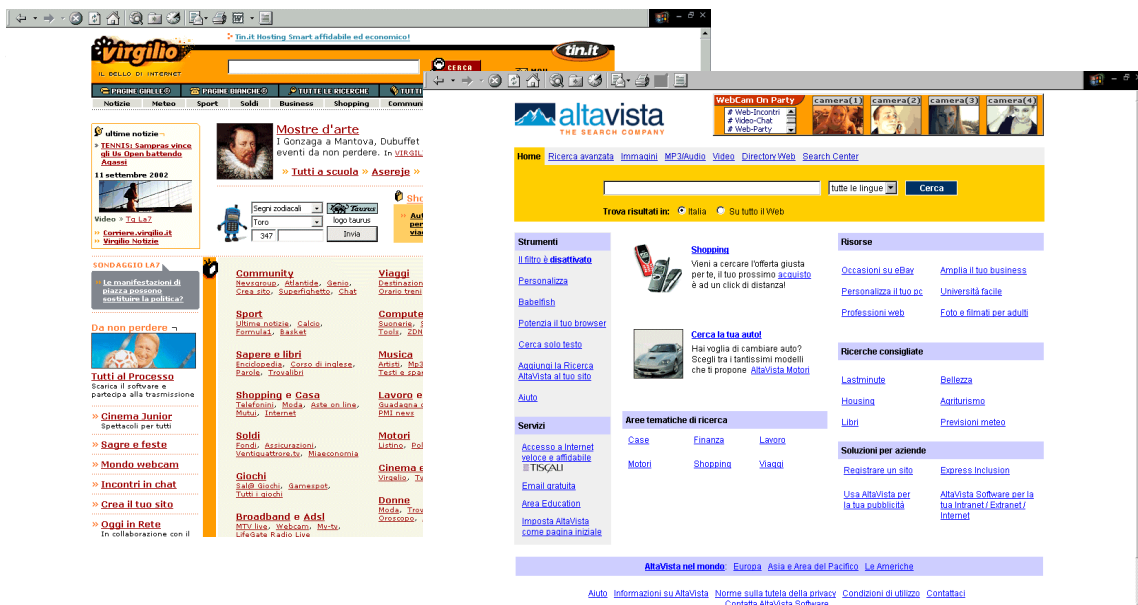
Dato che il contenuto di un documento residente nella rete non può sempre essere completamente esplicitato tramite il suo URL, Internet si è dotato di sistemi più efficaci ed efficienti per reperire le informazioni volute fra i milioni di documenti presenti.

Sono quindi presenti nella rete dei **motori di ricerca**, siti particolari che consentono in modo automatico, attraverso chiavi o parametri, di trovare le pagine logicamente collegate agli argomenti richiesti.

I motori di ricerca sono di due tipi: liste precompilate e motori di ricerca dinamici; nel primo caso gli indirizzi dei siti sono organizzati in modo gerarchico per argomento e l'aggiornamento avviene con l'inserimento dei nuovi indirizzi nella corretta posizione della struttura. Esempi di tali siti sono Yahoo e Virgilio.

I motori di ricerca dinamici sono, invece, dei veri e propri database, costantemente aggiornati in modo automatico tramite l'utilizzo di robot software che scandagliano continuamente la rete alla ricerca di nuovi documenti; esempi di tale tipologia sono Altavista e Arianna.

Le liste precompilate, visto che gli aggiornamenti sono realizzati "manualmente" da esperti, sono più precise ma contengono meno informazioni rispetto ai motori di ricerca dinamici, in cui gli aggiornamenti sono realizzati automaticamente da uno specifico software.



3.3 Tecniche di trasmissione

3.3.1 Mezzi di trasmissione

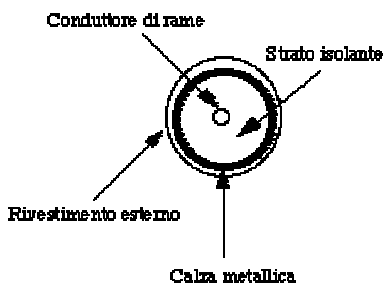
Ogni rete di calcolatori necessita di un supporto *fisico* di collegamento (cavi o similari) per scambiare i dati fra i vari utenti; il **mezzo trasmissivo** utilizzato incide notevolmente sulle caratteristiche della rete in termini di *prestazioni* e di *costo*.

Attualmente esistono tre grandi categorie di mezzi trasmissivi che si differenziano per il fenomeno fisico utilizzato: **mezzi elettrici** (dove viene sfruttata la capacità dei metalli di condurre energia elettrica), **onde radio** (dove si sfrutta la possibilità di trasferire variazioni di corrente elettrica a distanza tramite onde elettromagnetiche) e **mezzi ottici** (che utilizzano la luce per trasferire le informazioni).

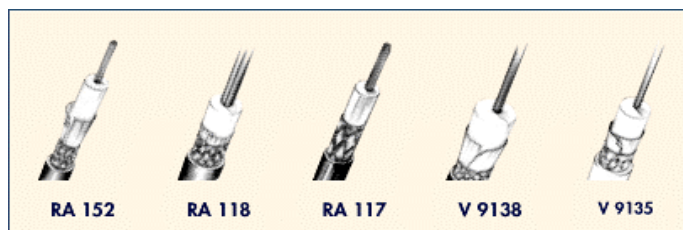
Tutti i mezzi utilizzati hanno la caratteristica di trasportare una qualche forma di energia e quindi sono soggetti a due fenomeni che ne limitano le prestazioni: l'**attenuazione** (dovuta alla resistenza opposta dal mezzo fisico attraversato) ed il **rumore** (la sovrapposizione alle informazioni di segnali provenienti da altri dispositivi vicini).

I mezzi trasmissivi attualmente usati nelle normali reti sono i seguenti:

- **doppino telefonico**: formato da una coppia di fili di rame, permette trasmissioni di dati fino alla velocità di 9600 **bps** (*bit per second*); particolari accorgimenti e l'utilizzo di conduttori incrociati consentono velocità maggiori (fino a 100 Mbps) ed una bassa sensibilità ai disturbi esterni. Di semplice uso (vengono usati i cavi già posati che consentono le conversazioni telefoniche) ed economico, è il mezzo trasmissivo attualmente più utilizzato sia per reti locali che per alcuni tratti delle reti più grandi.



- **Cavo coassiale**: formato da una coppia di cavi coassiali (e non affiancati come per il doppino) è particolarmente insensibile alle interferenze elettromagnetiche e consente trasmissioni fino alla velocità di 10^6 bps. Una volta usato largamente, è oggi in progressivo disuso sostituito dal doppino nelle reti locali e dalle fibre ottiche sulle distanze maggiori.



- **Fibre ottiche**: il supporto fisico dove viaggia la luce è vetro filato in diametri molto piccoli e ricoperto di materiale opaco; con l'attuale tecnologia è possibile ottenere fili di vetro del diametro di poche decine di **micron** (millesimo di millimetro) robusti e flessibili, di una purezza tale da consentire trasmissioni a centinaia di chilometri alla velocità di 10^9 bps. Grazie al fatto che il segnale è portato da impulsi di luce, le fibre ottiche sono immuni dai disturbi elettromagnetici; inoltre le ridotte



dimensioni permettono di inserire in un unico cavo centinaia di fibre.

Già attualmente molto usate, saranno il mezzo del futuro dopo l'abbattimento dei loro alti costi (unico difetto delle fibre ottiche).

- **Ponti radio o satellitari:** le onde elettromagnetiche sono inviate da un trasmettitore e viaggiando ad una velocità prossima a quella della luce, raggiungono l'antenna del ricevente (eventualmente utilizzando uno o più satelliti). Sono usati per collegamenti a grandi distanze visto che, quasi indipendentemente dalle posizioni del trasmettitore e del ricevitore, il ritardo nelle comunicazioni è dell'ordine delle centinaia di millisecondi. L'ostacolo maggiore alla diffusione di tali tecniche è l'elevato costo.



3.3.2 Codifica dei dati

La trasmissione di informazioni a distanza non sempre è una operazione semplice e sicura, ed il rischio di perdita o di errata interpretazione dei dati non è trascurabile. Per ovviare a tale problema si ricorre alla codifica dei dati.

Normalmente l'informazione è organizzata in byte (sequenze di 8 bit) e quindi la soluzione più semplice per la sua trasmissione sembrerebbe quella di utilizzare 8 canali di trasmissione. In realtà, questo tipo di trasmissione, detto **parallelo**, trova applicazione solo per i trasferimenti dati a distanza limitata (dell'ordine dei pochi metri), come quello tra un elaboratore e la sua stampante.

La tecnica di trasmissione più usata per le reti è quella **seriale** che utilizza un unico canale trasmissivo; l'assenza di necessità di sincronizzazione fra i canali di trasmissione consente velocità enormemente superiori a quelle dei collegamenti paralleli.

L'informazione viene quindi suddivisa in bit e, quindi, la tecnica seriale sposta il problema della codifica dei dati a livelli di sequenze di bit.



Per evitare che il ricevente possa male interpretare i dati trasmessi perché non riesce a riconoscere l'inizio e la fine di ciascun bit ricevuto, si utilizza la trasmissione **sincrona**; i bit dell'informazione sono organizzati in sequenze di lunghezza variabile preceduti da una sequenza di sincronizzazione (ad esempio 01111110) che consente al ricevente di individuare con esattezza l'inizio della parte contenente i bit di informazione.

Per garantire che l'informazione ricevuta sia corretta, si usano anche altri accorgimenti che però costringono all'aumento delle dimensioni dei dati trasferiti; si può, ad esempio, trasmettere più volte i dati (*trasmissione ridondante*) o utilizzare il **bit di parità** che, aggiunto alla fine di una sequenza di bit di dato, ne verifica l'integrità.

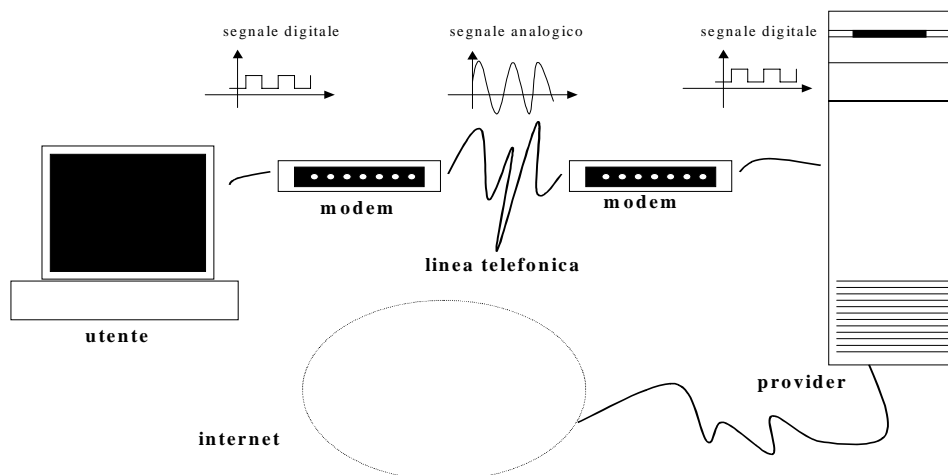
Sistemi più sofisticati consentono, oltre al riconoscimento, anche la *correzione* dell'errore (ovviamente a scapito di maggior tempo di trasmissione e di codifica e decodifica delle informazioni).

Se la trasmissione avviene attraverso un normale doppino telefonico, si pone un ulteriore problema legato alla caratteristica di tali mezzi di essere ottimizzati per l'informazione vocale.

Il segnale contenente le informazioni in partenza dall'elaboratore (di natura **digitale**) deve quindi essere *trasformato* in un segnale (di natura **analogica**) adatto per poter essere trasmesso dalla normale linea telefonica; in seguito, tale segnale deve subire la trasformazione inversa per poter essere recepito dall'elaboratore d'arrivo.

I dispositivi che svolgono tale compito vengono detti **modem** (*modulatore-demodulatore*) e permettono di utilizzare i cavi telefonici per collegare computer situati anche agli antipodi. La velocità di tali apparecchi si misura in bit al secondo; i vecchi modem a 2400 b/s sono attualmente sostituiti da dispositivi che possono *viaggiare* a decine di Kb/s grazie a particolari accorgimenti hardware e software che includono anche sistemi di controllo e correzione degli errori.

Sono in fase di conclusione dei lavori sulla rete telefonica che, utilizzando nuove



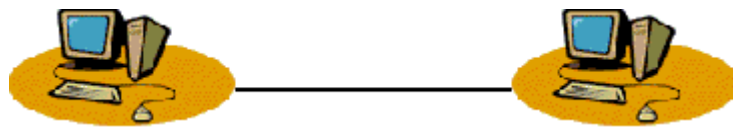
tecnologie di trasmissione, consentono di raggiungere velocità ancora maggiori; la trasmissione digitalizzata tramite **ISDN** (*Integrated Services Digital Network*) e **ADSL** (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) promette velocità fino a 640 Kb/s su cavi normali, mentre **ATM** (*Asynchronous Trasfert Mode*) dovrebbe raggiungere velocità dell'ordine dei Gb/s su **fibra ottica**.

3.3.3 Tipi di collegamento fra terminali

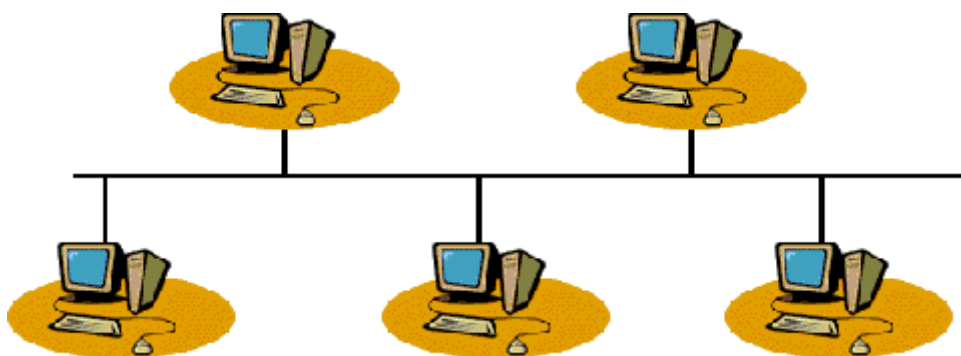
Il metodo con cui la rete rende possibile il collegamento fisico tra i vari elaboratori influenza notevolmente le caratteristiche della rete stessa soprattutto relativamente alla tolleranza ai guasti ed ai costi.

Le principali **topologie** utilizzate sono le seguenti:

- **Collegamento punto-punto:** due elaboratori (*nodi*) vengono collegati direttamente per formare una piccola rete; questo tipo di collegamento è alla base di topologie più complesse quali il collegamento *a stella* o *a maglia*.

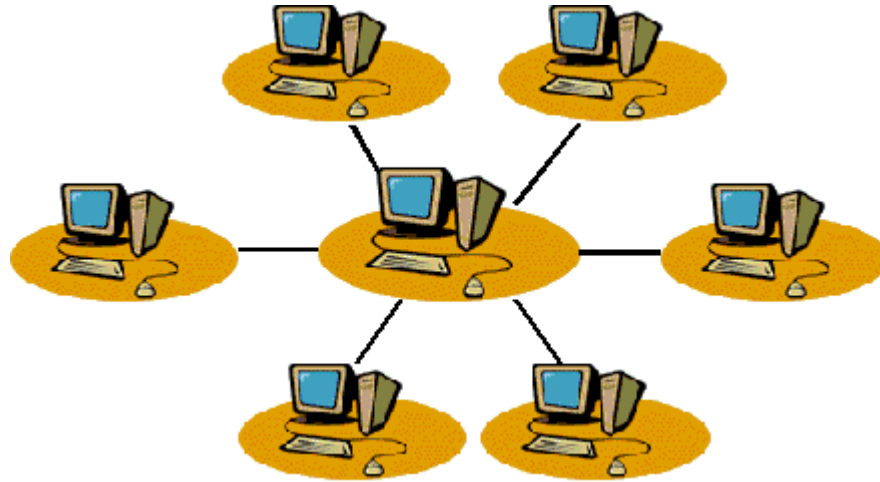


- **Collegamento punto-multipunto:** un singolo canale trasmissivo collega più di due nodi che lo utilizzano in condivisione, un elaboratore (*master*) coordina il traffico su tale canale e l'attività degli altri elaboratori (*slave*); è una topologia a modello "gerarchico" con un elemento principale che controlla gli altri ad esso connessi. Veniva usato per collegare terminali ad un mainframe, attualmente non viene più utilizzato.
- **Topologia a bus:** simile alla precedente, non gerarchica, un unico canale collega tutti i nodi della rete; in questo caso, però, l'utilizzo concorrente del bus viene gestito tramite particolari protocolli. Molto diffusa nelle piccole reti perché molto economica, non risulta tollerante ai guasti: l'interruzione del bus in un punto qualsiasi pregiudica il funzionamento di tutta la rete.

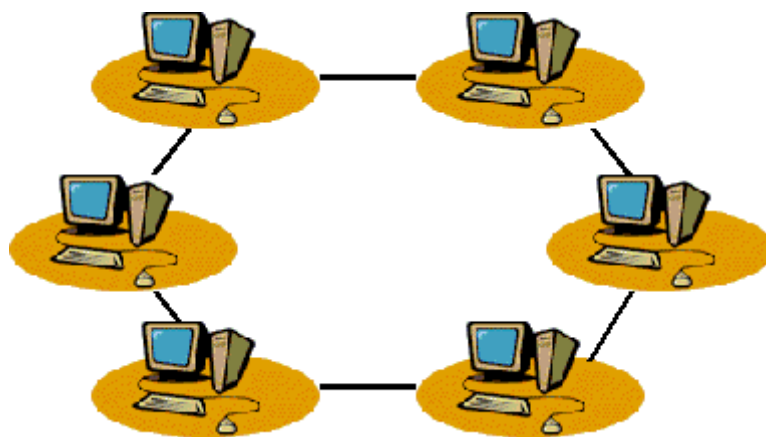


- **Topologia a stella:** gli elaboratori della rete sono collegati mediante canali punto-punto ad un elaboratore centrale che funge da controllore della rete e del traffico su di essa; questa struttura garantisce una facile individuazione dei guasti e permette la continuazione del lavoro sui nodi non interessati dalla interruzione del collegamento; l'elemento centrale diventa però punto critico e deve essere

sovradimensionato per dare garanzie di funzionamento. E' attualmente la principale topologia per reti locali.



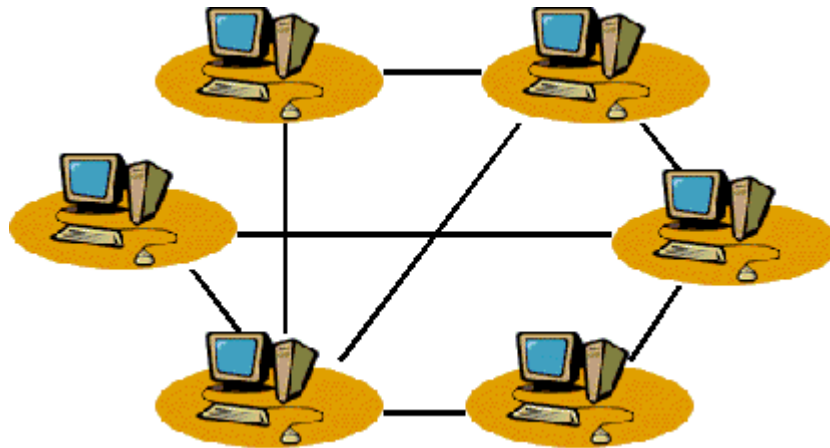
- **Topologia ad anello:** i nodi della rete sono uniti tramite collegamenti punto-punto in modo da formare un anello **chiuso**; i *messaggi* viaggiano nell'anello *in un solo senso* attraverso i nodi fino a giungere alla stazione di ricevitore. In caso di interruzione di un collegamento la rete è **bloccata**; per ovviare a tale problematica, l'anello viene normalmente raddoppiato per consentire il trasferimento dei *messaggi* in entrambi i sensi di rotazione ed ovviare, così, ad eventuali interruzioni.



- **Topologia a maglia:** è una configurazione che sfrutta i collegamenti punto-punto, consentendo, per ogni elaboratore, anche più di due connessioni con altri nodi della rete.

Si parla di maglia completa quando tutti i nodi sono collegati con ogni altro nodo della rete: è una soluzione estremamente efficace perché molto tollerante ai guasti grazie all'esistenza di più percorsi alternativi per raggiungere l'elaboratore selezionato; per contro, la realizzazione è particolarmente costosa.

Le reti geografiche, come Internet, utilizzano la topologia a maglia incompleta, dove, pur essendoci percorsi alternativi, non tutti i collegamenti possibili sono realizzati.



3.4 Reti

3.4.1 Protocolli di trasmissione

Un **protocollo di trasmissione** è un insieme di regole atte a specificare come i vari elaboratori che compongono la rete devono interagire per comunicare e scambiarsi informazioni.

Ogni rete è composta da un misto di dispositivi hardware e di risorse software organizzati in una struttura a livelli, detta **architettura di rete**.

Dato che gli elaboratori che formano una rete possono anche essere di tipologie diverse, vi è la necessità di stabilire con precisione *come* scambiarsi ed interpretare i messaggi ai vari livelli dell'architettura.

Tali specifiche sono state emanate dall'ISO (*International Standards Organization*) e contenute nel modello **ISO/OSI** (*Open Systems Interconnection*); in pratica si tratta di una architettura standard basata su 7 livelli, dal livello hardware ai livelli più astratti, alla quale tutti i realizzatori di reti avrebbero dovuto attenersi. Effettivamente tale teorica struttura non ha mai preso piede perché, in parallelo, se ne è sviluppata un'altra più pratica ed efficace.

Ad ogni modo, il modello ISO/OSI resta il riferimento ufficiale per lo studio e per la progettazione delle reti. I sette livelli che compongono la struttura, sono i seguenti:

7	APPLICAZIONE (Application)
6	PRESENTAZIONE (Presentation)
5	SESSIONE (Session)
4	TRASPORTO (Transport)
3	RETE (Network)
2	COLLEGAMENTO DATI (Data Link)
1	COLLEGAMENTO FISICO (Physical)

Per ogni livello vengono definiti i servizi offerti, particolari protocolli di comunicazione e tutti i dettagli operativi che permettono il funzionamento della rete.

Il *settimo livello*, ad esempio, riguarda le applicazioni dell'utente e contiene quindi le specifiche dei programmi che consentono all'utente di attuare la condivisione delle risorse, il trasferimento di file, la gestione di database, ecc.; il *terzo livello*, invece, si occupa del modo in cui il messaggio viene trasferito dal computer di partenza a quello di arrivo attraverso il percorso più adatto e della ricerca di percorsi alternativi in caso di guasti. Il *livello più basso* è deputato alla definizione degli aspetti elettrici e meccanici dei collegamenti fisici fra i nodi della rete (per esempio la comunicazione tra macchine diverse, a livello hardware, implica l'assunzione, in riferimento all'interpretazione dei segnali elettrici da riconoscere come 0 o come 1, di "soglie" comuni di tensione che discriminino tali segnali. Due macchine possono "mettersi d'accordo" decidendo che 5 volt corrisponde a uno 0 e che 27 volt corrisponde a 1)

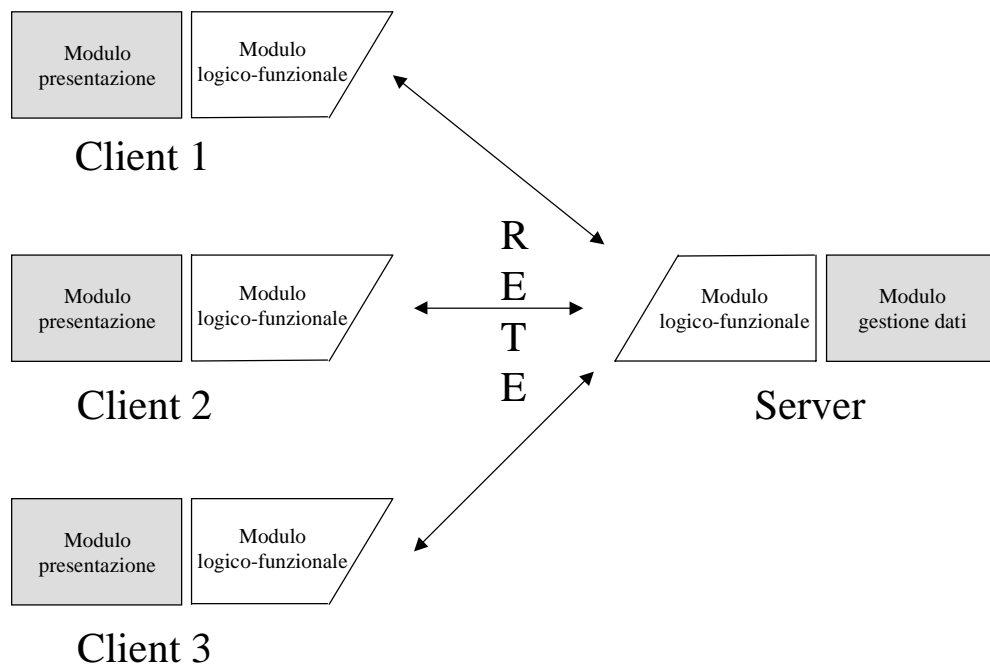
Come accennato precedentemente, lo standard ISO/OSI non è quello effettivamente rispettato dai produttori; lo straordinario sviluppo della rete *Internet*, avvenuto proprio mentre era in fase di realizzazione il processo di definizione delle specifiche ISO/OSI, ha imposto come standard **ufficioso** la propria architettura di rete basata sul **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*).

Il TCP/IP, detto anche Internet Protocol Suite, è una architettura che lascia più libertà al costruttore di dispositivi hardware non definendo particolari protocolli per i due livelli inferiori (normalmente ci si attiene ai corrispondenti livelli ISO/OSI); i protocolli IP e TCP sono i corrispondenti dei livelli Rete e Trasporto (3 e 4) del modello ISO/OSI e i tre livelli superiori di quest'ultima architettura sono riuniti in un unico livello che ospita i protocolli relativi ai vari servizi offerti all'utente finale (FTP per il trasferimento file, SMTP per la posta elettronica, HTTP per il WWW e altri).

In pratica, il modello *client/server* rappresenta un tipo di elaborazione distribuita, dove ogni programma può essere suddiviso in 3 parti logiche:

- 1) un modulo di *presentazione* (normalmente grafica)
- 2) un modulo *logico-funzionale* (la parte che specifica i compiti del programma)
- 3) un modulo di *gestione dati*.

Il primo modulo e una parte del secondo formano il *front-end*: questa parte risiede sul client e viene da esso eseguita sfruttando le capacità grafiche del personal computer; il *back-end*, formato dalla parte rimanente del programma, risiede sul server e sfrutta la sue notevoli capacità di memoria e computazionali. Il modulo di back-end può servire, in contemporanea, più moduli front-end e, in definitiva, più utenti connessi alla rete.



Particolari **banche dati** possono fornire un appropriato esempio di architettura client/server: ogni utente che vuole utilizzare le informazioni della banca dati deve installare sul proprio PC solo un programma che accetti le sue richieste (fornendo un'interfaccia grafica, questa parte logica è il modulo di presentazione), le invii alla banca dati e visualizzi i risultati delle ricerche (parte del modulo logico funzionale); il server della banca dati si occuperà di gestire la base dati e di effettuare le ricerche.

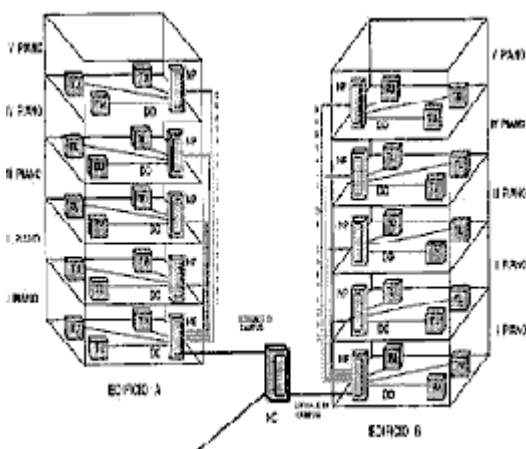
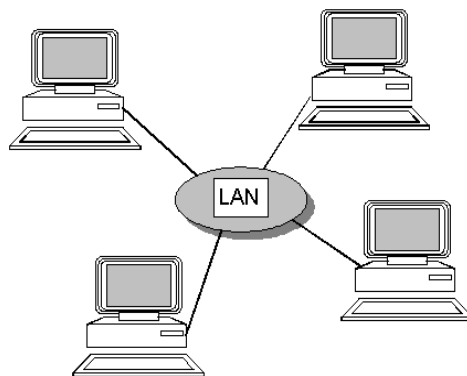
I moduli front-end e back-end non sono applicazioni a se stanti, ma necessitano una dell'altra per svolgere il loro compito.

I vantaggi di tale struttura risiedono nella *flessibilità* del sistema, nella sua *modularità* e nell'aumento delle garanzie di *sicurezza* e *integrità dei dati*; per contro sono necessarie una progettazione del software molto attenta e l'utilizzo di reti ad alta velocità.

3.4.3 Reti locali (LAN)

Una rete locale o LAN (Local Area Network) è un gruppo di elaboratori e di altri dispositivi elettronici interconnessi che si trovano all'interno dello stesso edificio ed utilizzano mezzi trasmissivi dedicati e privati.

Una normale LAN è quindi una *piccola* rete (da 2 a 30 utenti), che comunque non attraversa il suolo pubblico con i propri mezzi trasmissivi; ciò esonera il sistema dal puntuale rispetto degli standard della telefonia e della trasmissione dati pubbliche.



Le prime LAN (fine anni '70) avevano topologia a bus o ad anello e utilizzavano cavi coassiali per realizzare le connessioni; attualmente le reti sono strutturate secondo lo schema a stella sfruttando gli economici doppini in rame o le veloci fibre ottiche.

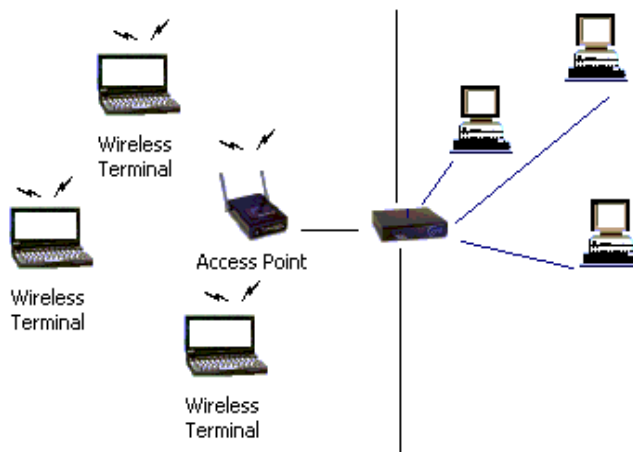
Le reti locali stanno diventando così comuni che nella costruzione o ristrutturazione di edifici si effettua normalmente quello che si chiama **cablaggio strutturato** dell'edificio, la predisposizione cioè di tutti i collegamenti di cui potrebbero avere bisogno gli utenti che andranno ad occupare gli uffici;

l'inserimento di un nuovo nodo nella rete si risolve semplicemente collegando il cavo di rete dell'elaboratore alla presa predisposta, in modo analogo al collegamento di una apparecchiatura telefonica o elettrica.

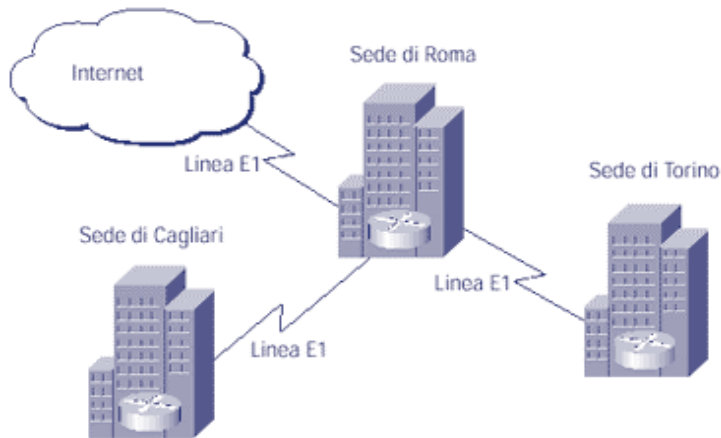
Quando la rete locale diventa fisicamente molto grande e le distanze fra gli elaboratori aumentano considerevolmente, vengono inseriti nella struttura della rete dei dispositivi (quali *hub*, *bridge* o *switch*) che consentono di potenziare il segnale che fluisce attraverso i cavi in modo che raggiunga in maniera comprensibile il destinatario.

I progressi tecnologici degli ultimi anni hanno reso possibile la costruzione di reti prive di cablaggi, nella quali i nodi comunicano fra di loro attraverso onde radio o raggi infrarossi.

Le **wireless** (*senza fili*) LAN si rivelano utili quando non sia possibile posare cavi (ad esempio in edifici storici), oppure nel caso in cui si voglia consentire il funzionamento della rete con l'elaboratore e l'utente in movimento (magazzini, ospedali, sale conferenze, etc.).



3.4.2 Reti geografiche (WAN)



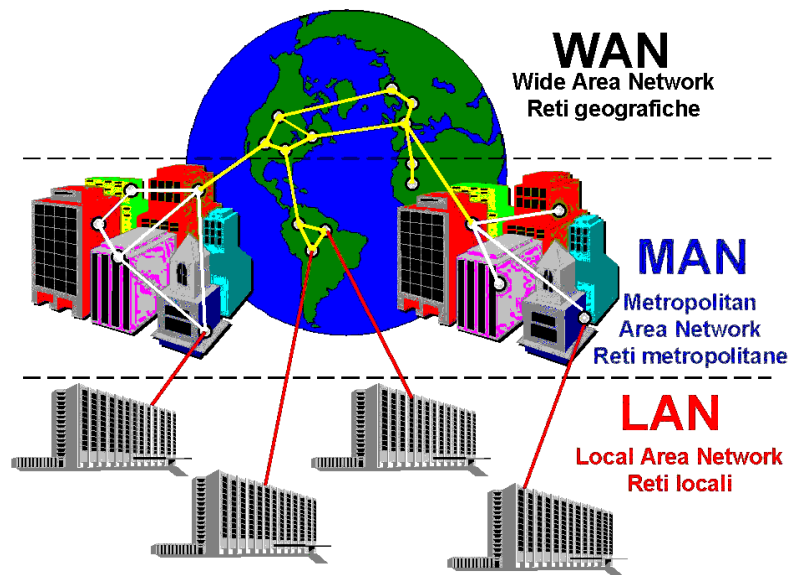
Una rete formata da nodi che si trovano a notevoli distanze e che utilizzi canali trasmissivi che attraversano il suolo pubblico viene detta **WAN** (*Wide Area Network*). Le problematiche di una WAN sono molto diverse di quelle di una LAN sia a causa dei vincoli imposti dagli enti preposti al controllo delle telecomunicazioni, sia per i diversi mezzi trasmissivi che il messaggio deve attraversare prima di giungere al destinatario

Nelle reti geografiche vengono usati tutti i mezzi trasmissivi disponibili, dai doppi telefonici alle fibre ottiche, utilizzando anche le più moderne tecnologie satellitari; i veloci canali trasmissivi sono logicamente suddivisi in molti canali *virtuali* a più bassa velocità per poter soddisfare un'utenza molto numerosa.

A metà via tra LAN e WAN si situano le reti **MAN** (*Metropolitan Area Network*) che utilizzando tecnologie simili a quelle delle reti locali, avendo però mezzi trasmissivi messi a disposizione da un gestore pubblico.

In effetti una WAN è formata dalla connessione di un elevato numero di elaboratori singoli, reti locali e MAN e la sua efficienza si misura nel modo in cui permette la comunicazione fra le varie reti di base.

La topologia tipica di una rete geografica è *a maglia incompleta* in modo da consentire il funzionamento anche nel caso in cui qualche collegamento non fosse disponibile.





Dato che i canali trasmissivi sono pubblici, l'utente finale di una WAN (come quello di una MAN) deve rivolgersi ad un gestore pubblico di trasmissione dati (*network provider*) per poter accedere alla rete stessa; tutti i problemi relativi al rispetto delle norme e alla modalità di instradamento dei dati sono di pertinenza

del network provider rendendo trasparente all'utente l'utilizzo della rete.

Ogni network provider deve avere un dispositivo, detto **router**, che si occupa di ricevere i dati dall'utente e di fornirli al destinatario scegliendo il percorso ottimale; per far ciò si utilizza il **DNS** (*Domain Name Server*), il servizio di rete che utilizza apposite tabelle su cui sono riportate le corrispondenze fra indirizzi IP e URL dei vari elaboratori della rete.