

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della  
Ricerca Servizio Automazione Informatica e  
Innovazione Tecnologica

## **Modulo 10**

### Progettazione di reti

**ForTIC**

Piano Nazionale di Formazione degli Insegnanti sulle  
Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione

**Percorso Formativo C**

Materiali didattici a supporto delle attività  
formative  
2002-2004

**Promosso da:**

- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Servizio Automazione Informatica e Innovazione Tecnologica
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Ufficio Scolastico Regionale della Basilicata

**Materiale a cura di:**

- Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Informazione
- Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Elettronica Informatica e Sistemistica

**Editing:**

- CRIAD - Centro di Ricerche e studi per l'Informatica Applicata alla Didattica

**Progetto grafico:**

- Campagna Pubblicitaria - Comunicazione creativa

In questa sezione verrà data una breve descrizione del modulo.

Gli scopi del modulo consistono nel mettere in grado di:

- Progettare una rete locale.
- Verificare attraverso l'applicazione e il confronto tra corsisti il livello di conoscenze e competenze acquisite.

Il modulo è strutturato nei seguenti argomenti:

- **Aspetto fisico**
  - Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura *hardware* , *software* , eccetera.

# Introduzione

## Aspetto fisico

Franco Callegati

Walter Cerroni

Giorgio Calarco

## Progettazione di reti

La progettazione di una rete LAN richiede di affrontare una serie di problemi che almeno in modo generale sono stati tutti trattati nei precedenti moduli. Si va dalla scelta del mezzo trasmissivo e della tecnologia di trasmissione (*wired* o *wireless*), all'*hardware* dei calcolatori e degli apparati di rete, alla progettazione di connessioni in ambito geografico qualora la rete sia composta di più sezioni geograficamente lontane fra loro, alla scelta dei sistemi operativi, alla definizione degli utenti e delle politiche di autenticazione e autorizzazione all'uso delle risorse del sistema stesso.

In questo modulo si intende riassumere con un esplicito taglio progettuale gli aspetti fondamentali della realizzazione di una rete per applicazioni in ambito locale con particolare riferimento alla definizione della struttura della LAN sia dal punto di vista fisico sia dal punto di vista logico.

Riprenderemo dapprima gli aspetti legati alla realizzazione del sistema di cablaggio, per passare poi all'organizzazione logica di una rete a livello di implementazione tramite opportuni *hardware* di rete, introducendo il concetto di *Virtual LAN*, per poi passare all'organizzazione del sistema di indirizzamento a livello *IP* della rete stessa. Come già detto alcuni dei temi presentati sono già stati trattati in altri moduli e vengono qui ripresi in modo organico in una prospettiva progettuale.

## Il cablaggio strutturato - le motivazioni

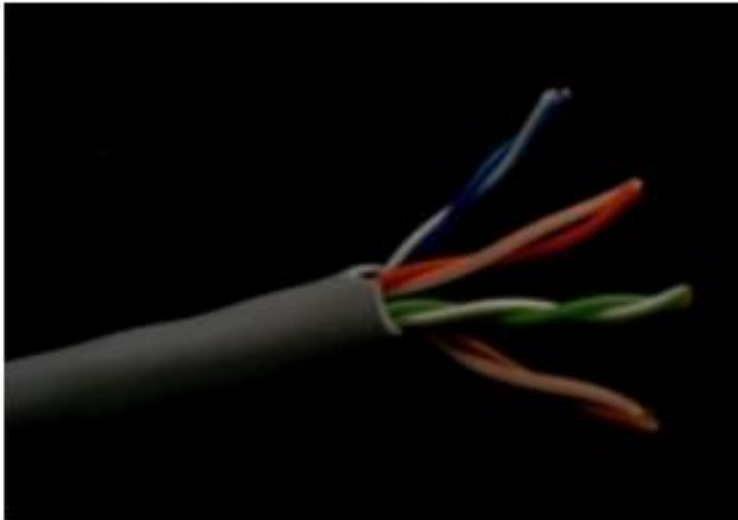
Il cablaggio strutturato si offre come un moderno sistema di realizzazione delle reti concepito allo scopo di integrare, all'interno di un edificio, i vari apparati di comunicazioni: le reti di calcolatori, i terminali telefonici, gli impianti di videosorveglianza, di controllo degli accessi, per l'apertura delle porte, eccetera. Questi strumenti dispongono normalmente di proprie e separate linee di collegamento. Il cablaggio strutturato si propone di superare questa distinzione (che comporta costose ed inutili ripetizioni dei cablaggi), allo scopo di utilizzare un supporto fisico comune per tutti questi dispositivi.

In contesti caratterizzati da possibili modifiche o ampliamenti della rete è altresì sconsigliabile l'adozione di soluzioni di tipo proprietario (cioè adottando schemi di cablaggio proposti da un unico produttore): il reperimento dei materiali necessario per le future modifiche potrebbe risultare difficoltoso o economicamente svantaggioso. Questo tipo di scelta potrebbe anche impedire, in tempi successivi, l'impiego di soluzioni tecnologicamente più evolute. Questa eventualità è tutt'altro che remota: l'esperienza del passato ci insegna come la crescita delle reti sia normalmente molto rapida, contraddistinta da numerose modifiche, afflitta dalla repentina obsolescenza dei prodotti e dalla nascita di nuovi *standard*. È invece opportuno, per colui che si accinge

a progettare una rete di comunicazioni, tentare di eliminare o di limitare i costi per le modifiche dell'impianto dovute alle eventuali variazioni d'impiego dell'edificio o all'innovazione tecnologica.

## Cos'è un cablaggio

Il cablaggio è un'infrastruttura per la trasmissione di segnali all'interno di un edificio e/o tra più fabbricati di un campus. Si compone di un certo insieme di elementi passivi: cavi, connettori, prese terminali, pannelli di permutazione, cavi di raccordo.



Cavo in rame UTP

Cavo in rame UTP



Connettore RJ45 per cavo UTP

Connettore RJ45 per cavo UTP



Pannelli di permutazione (Patch Panel)

Pannelli di permutazione (*Patch Panel*)



Prese terminali

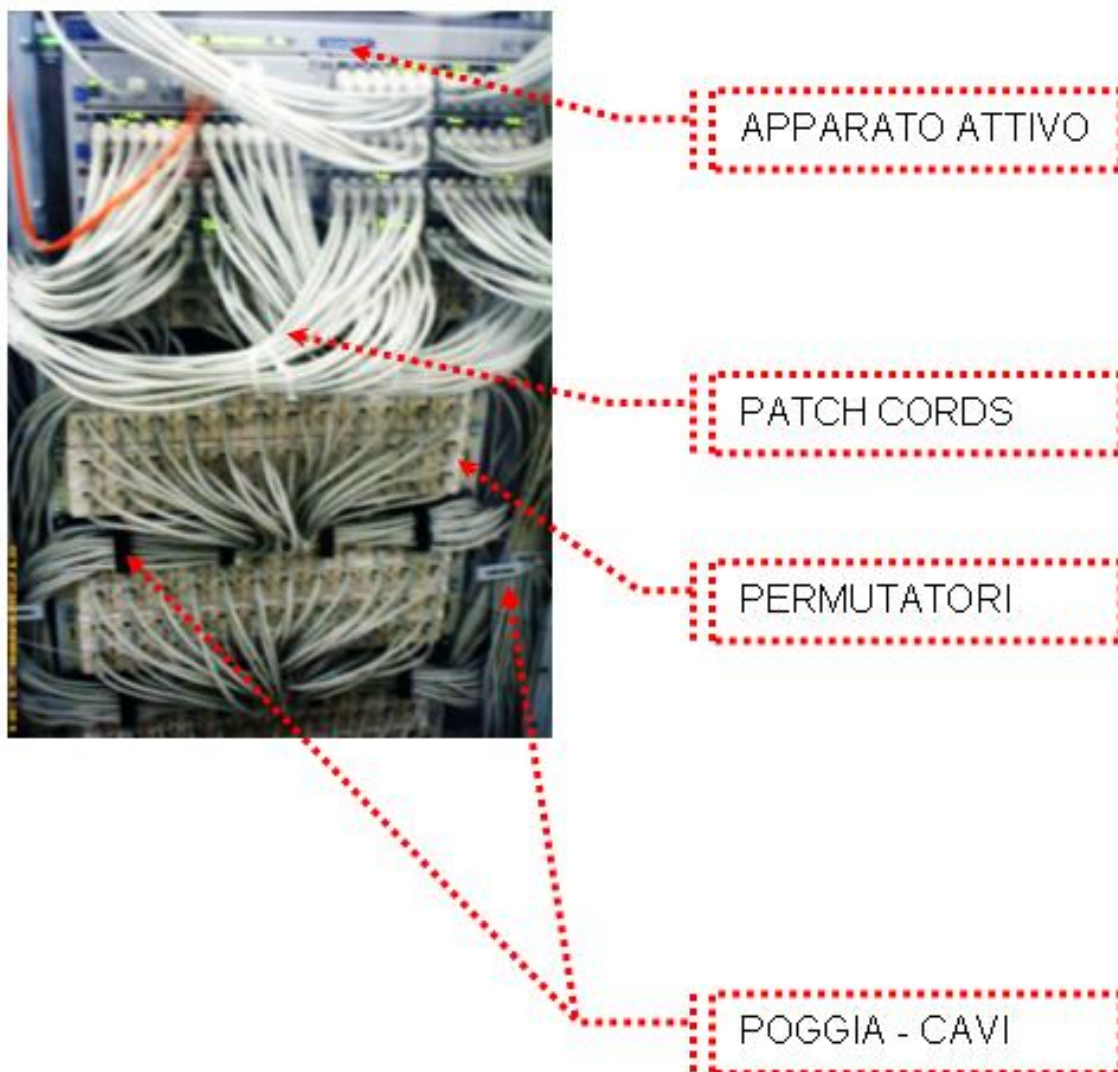
Prese terminali



Cavi di raccordo (Patch Cord UTP)

Cavi di raccordo (*Patch Cord UTP*)

Esistono elementi che non fanno parte del cablaggio strutturato in senso stretto, ma che contribuiscono a realizzare un'infrastruttura di rete. Si possono citare, a titolo di esempio, gli armadi rack per la collocazione dei permutatori e degli apparati attivi. In figura è rappresentato l'interno di un armadio destinato a ospitare un apparato attivo (lo *switch* visibile in alto) e due permutatori (in basso). Sono inoltre raffigurati diversi fasci di *patch-cord* che interconnettono le porte dell'apparato attivo ai permutatori (e quindi alle porte terminali presso l'utenza). Per una migliore organizzazione dello spazio, i *patch cord* sono raggruppati con delle fascette autobloccanti e corrono all'interno di appositi moduli poggia-cavi (lateralmente e orizzontali).

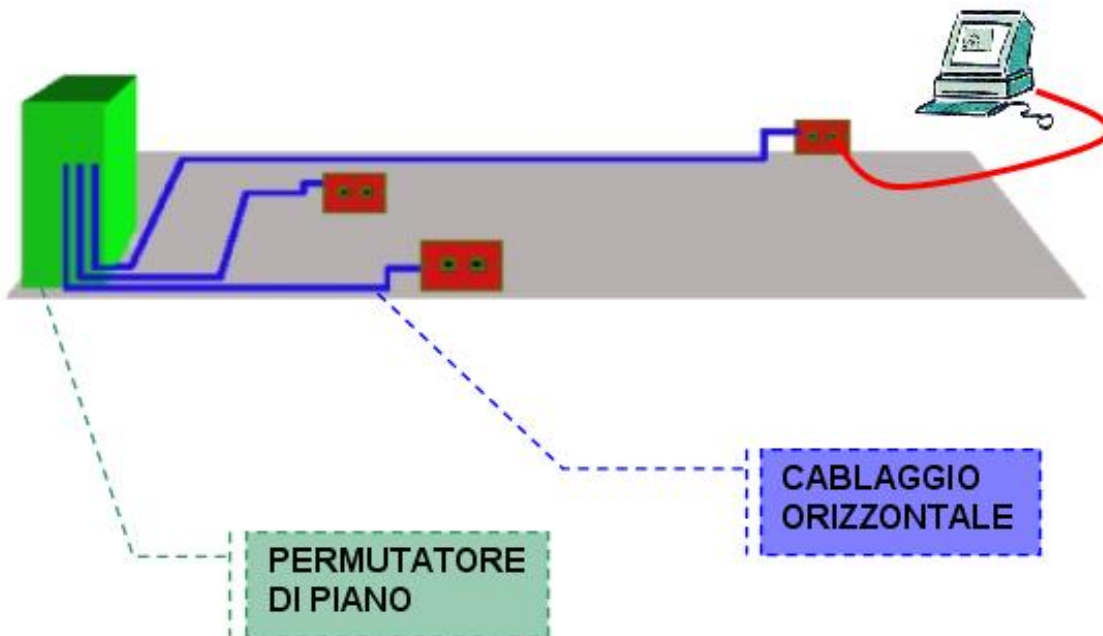


Armadio di rete con un apparato attivo

Immagine di un armadio di rete con un apparato attivo e relativi elementi per la connessione

## Cablaggio orizzontale

È normalmente riferito ad un singolo piano di un edificio.

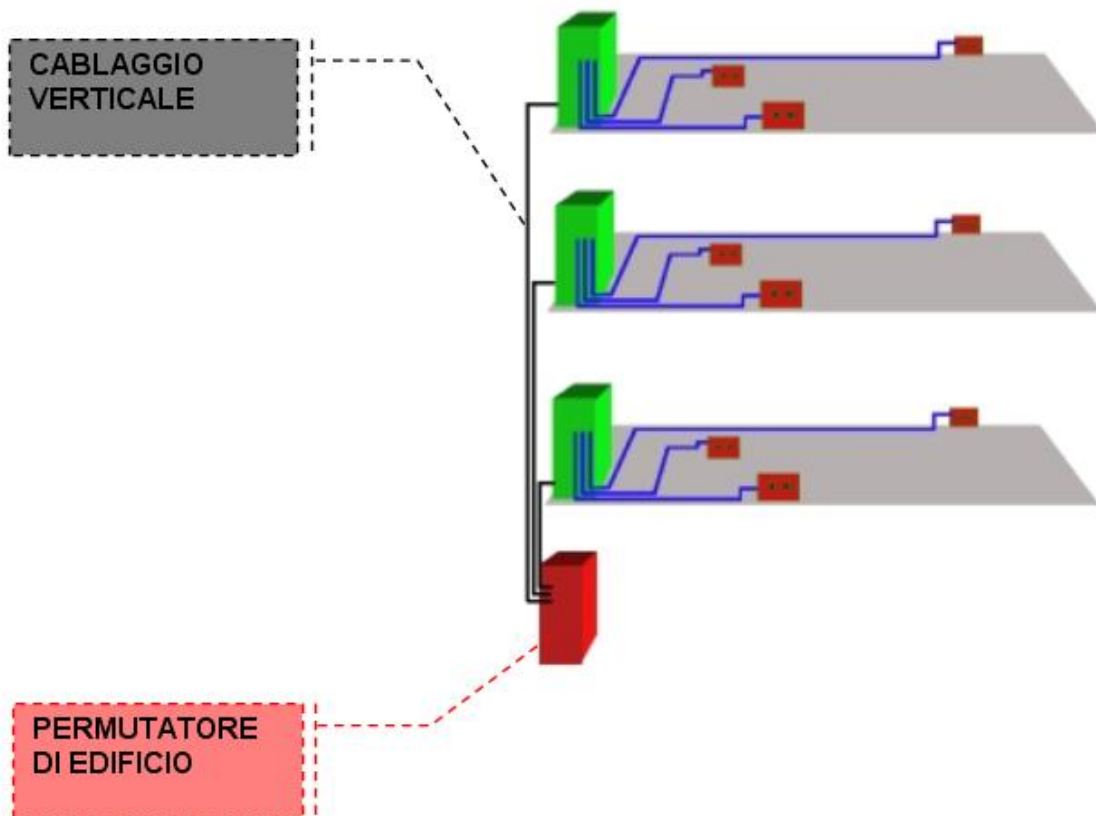


Esempio di cablaggio orizzontale

## Cablaggio verticale

È normalmente riferito al singolo edificio e interconnette distinti cablaggi orizzontali.

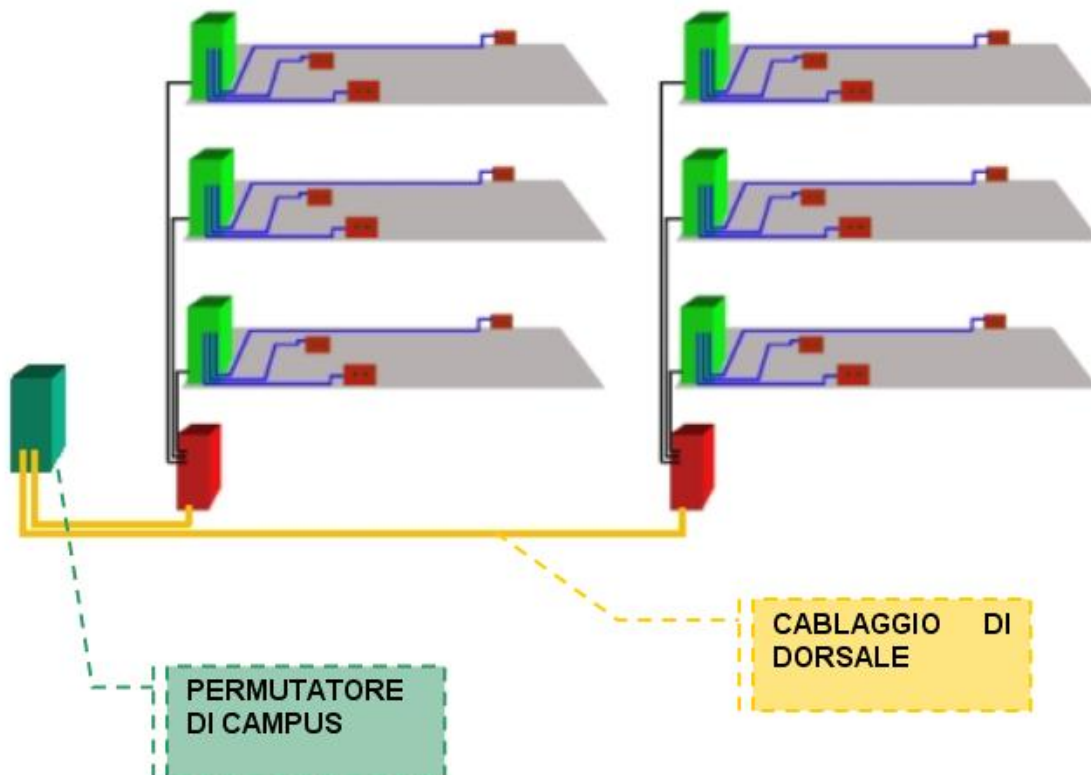




Esempio di cablaggio verticale

## Cablaggio CAMPUS

Interconnette tra loro diversi edifici.



Esempio di cablaggio di campus

## Gli standard attuali

Il rilascio del primo *standard* (EIA/TIA 568) per il cablaggio strutturato risale al 1990: esso fu emesso dall'ente americano EIA e fissò le regole da seguire per la realizzazione di un sistema di cablaggio di tipo generale. Nel 1995 l'EIA pubblicò un primo aggiornamento di questo *standard*, noto con il nome di EIA/TIA 568 A. Questo *standard*, nato per il mercato nordamericano, si diffuse rapidamente in tutto il mondo: a distanza di poco tempo l'ISO (*International Standardization Organization*) pubblicò il primo *standard* per il mercato mondiale, l'ISO/IEC 11801, rifacendosi in gran parte agli *standard* emanati dall'EIA. In seguito, l'Unione Europea, attraverso un proprio comitato, il CENELEC, emanò il proprio *standard* EN 50173, che adottava lo *standard* ISO nel rispetto delle vigenti Direttive europee. È importante notare come questi *standard*, per quanto molto simili, non siano però identici tra loro. Le differenze non riguardano solamente la terminologia adottata, ma anche alcuni vincoli qualitativi sulle prestazioni dei collegamenti. Nella seguente tabella sono illustrate le più importanti specifiche (per i cavi in rame) di ciascuno degli *standard* ora citati.

Standard	EIA/TIA 658 A	ISO 11801	CENELEC EN 50173
Cavi in rame per dorsali o cablaggi orizzontali	Cavo UTP, 4 coppie, 100, guaina in PVC	Cavo UTP, 4 coppie, 100 o 120, guaina a bassa emissione di gas zero-alogeni; Cavo FTP o STP opzionale	Cavo FTP, 4 coppie, 100-120, guaina a bassa emissione di gas zero-alogeni; Cavo STP opzionale
Raggio di curvatura del cavo posato in dorsale	> 10 * (diametro esterno del cavo)	> 6 * (diametro esterno del cavo)	> 6 * (diametro esterno del cavo)
Raggio di curvatura del cavo posato in orizzontale	> 4 * (diametro esterno del cavo)	> 4 * (diametro esterno del cavo)	> 4 * (diametro esterno del cavo)
Prestazioni	Categoria 3 fino a 16MHz Categoria 4 fino a 20MHz Categoria 5 fino a 100MHz	Classe C fino a 16MHz Classe D fino a 100MHz	Classe C fino a 16MHz Classe D fino a 100MHz
<i>Return Loss</i> (perdita per riflessione)	-	10 dB a 100 MHz	10 dB a 100 MHz
Attenuazione massima	23.2 dB a 100 MHz	23.6 dB a 100 MHz	23.6 dB a 100 MHz
ACR minimo	-	4 dB a 100 MHz	4 dB a 100 MHz

Altri *standard* di interesse sono i seguenti:

- CEI 304-14: traduzione in italiano dell'EN50173;
- EIA/TIA569, USA: infrastrutture per il cablaggio;
- EIA/TIA570, USA: cablaggio in ambito residenziale;
- EN50174, europeo: norme per l'installazione;
- ISO/IEC14763, internazionale: gestione e collaudo dei cablaggi.

## Utilizzo del cablaggio strutturato per i servizi di fonia e dati

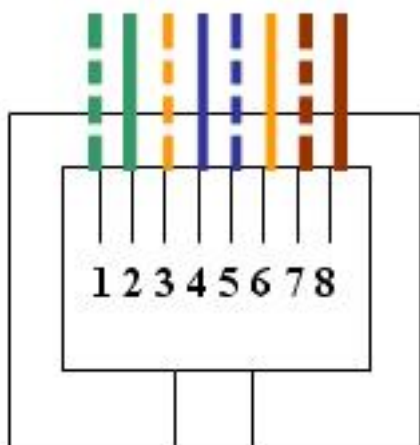
La possibilità di utilizzare un cablaggio strutturato per differenti servizi di fonia e dati dipende fondamentalmente dai seguenti elementi:

- utilizzazione dei pins dei connettori;
- rispetto delle lunghezze massime dei collegamenti;
- inserzione di adattatori.

### Utilizzazione dei pins dei connettori

In figura è illustrato, a titolo d'esempio, l'utilizzo di un connettore di tipo RJ45 per la connessione di un cavo a quattro coppie intrecciate secondo lo *standard* EIA 568A. Lo

*standard* definisce la modalità con cui i fili delle 4 coppie del cavo devono essere associati ai *pin* del connettore (ovviamente in numero di 8).



Esempio di utilizzazione dei pin in un connettore RJ45

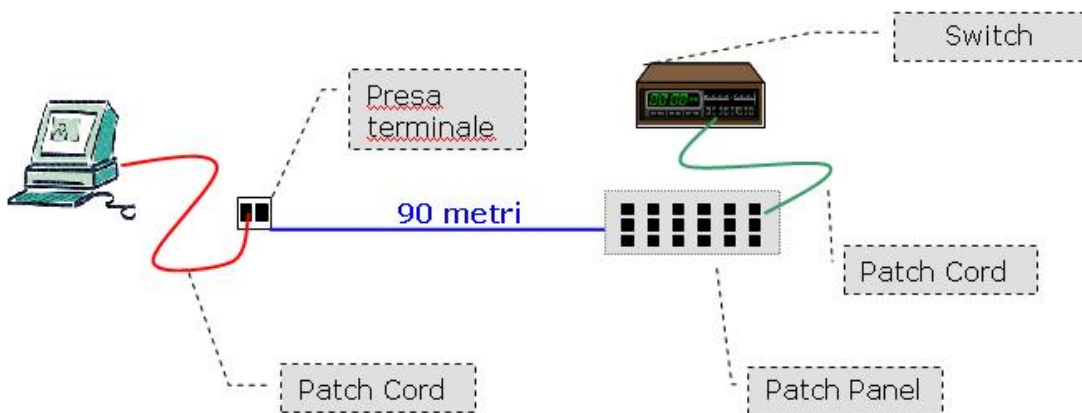
La corrispondenza di ciascun filo con il relativo *pin* deve essere identica sia sulla presa utente sia sul pannello di permutazione (detto anche patch panel). Con questo tipo di connettore è possibile utilizzare indifferentemente apparecchi telefonici, terminali *Ethernet*, ISDN, eccetera. Ovviamente la corrispondenza tra fili e *pin* varia di caso in caso.

Per i terminali *Ethernet* (tipicamente i *personal computer*) operanti a frequenze di trasmissione di 10/100 Mbit/s saranno normalmente assegnati i seguenti *pin*:

- *pin* 1: dati in trasmissione (filo caldo);
- *pin* 2: dati in trasmissione (massa);
- *pin* 3: dati in ricezione (filo caldo);
- *pin* 4: non utilizzato;
- *pin* 5: non utilizzato;
- *pin* 6: dati in ricezione (massa);
- *pin* 7: non utilizzato;
- *pin* 8: non utilizzato.

## Rispetto delle lunghezze massime dei collegamenti

Per quanto concerne il rispetto delle lunghezze dei collegamenti, lo *standard* ISO 11801 stabilisce che la massima lunghezza del cavo di collegamento tra le prese terminali (ossia disponibili all'utente) e l'armadio di distribuzione deve essere di 90 metri.



Esempio di cavo di collegamento e relativo limite di lunghezza




A questa lunghezza devono necessariamente essere sommate le lunghezze dei cavi di raccordo (*patch cord*) utilizzati sia per interconnettere il *patch-panel* agli apparati attivi (*switch* e/o *hub*) sia per il collegamento tra terminale utente (tipicamente un *personal computer*) alla presa, per un totale di 10 metri. Complessivamente un collegamento orizzontale in fibra non deve quindi superare i  $90 + 10 = 100$  metri. È importante rispettare il vincolo imposto dallo *standard* rispetto alla lunghezza massima di 90 metri. In alcune circostanze, ad esempio per raggiungere una postazione particolarmente distante, si potrebbe valutare di utilizzare un cavo di lunghezza superiore ai 90 metri, utilizzando dei *patch cord* di lunghezza inferiore ai 10 metri complessivi. Questo genere di *escamotage* non solo non rispetta la norma, ma potrebbe pregiudicare la flessibilità del cablaggio: se per qualche ragione (ad esempio un riassetto dei locali) fosse necessario cambiare la collocazione del PC in una posizione tale da richiedere un *patch cord* da 5 metri, il *link* complessivo risulterebbe di lunghezza superiore ai 100 metri. In una situazione di questo genere la trasmissione alla massima velocità (ad esempio a 100 Mbit/s) potrebbe essere impossibile o, peggio ancora, aleatoria.

## Inserzione di adattatori

L'inserimento di adattatori consente invece di integrare servizi di comunicazione e mezzi trasmissivi tecnologicamente eterogenei. Una situazione frequente nella pratica è quella in cui il cablaggio strutturato è realizzato con la contemporanea presenza di una tecnologia preesistente. Ad esempio, potrebbe essere utile mantenere attivo presso il proprio edificio un preesistente cablaggio in cavo coassiale *thin-wire*: ad esempio, questa scelta può essere necessaria per permettere una graduale sostituzione delle schede di rete dei PC, compatibilmente con i propri vincoli di tempo e di disponibilità finanziaria. In queste situazioni, l'integrazione del cablaggio preesistente è possibile con l'inserimento di opportuni adattatori, detti *media converter*, in grado di collegare tra loro i diversi mezzi di trasmissione, come una rete coassiale *Ethernet* 10Base-2 ad una presa terminale del cablaggio strutturato.

## Prestazioni: Cavi in rame

Sono disponibili in commercio vari tipi di cavi *twisted pair* in rame:

Tipo cavo	Immagine
<p>UTP (<i>Unshielded Twisted Pair</i>), cavo a coppie intrecciate non schermato;</p>	 <p data-bbox="736 537 1248 590">Unshielded Twisted Pair - cavo a coppie intrecciate non schermato</p>
<p>FTP (<i>Foiled Twisted Pair</i>), cavo a coppie intrecciate, avvolte tutte insieme da una lamina di alluminio schermante;</p>	 <p data-bbox="736 961 1265 1014">Foiled Twisted Pair - cavo a coppie intrecciate, avvolte tutte insieme da una lamina di alluminio schermante</p>
<p>STP (<i>Shielded Twisted Pair</i>), cavo a coppie intrecciate, ciascuna coppia è singolarmente avvolta da una calza schermante in rame, a loro volta tutte insieme schermate da una ulteriore calza in rame.</p>	 <p data-bbox="736 1402 1265 1455">Foiled Twisted Pair - cavo a coppie intrecciate, avvolte tutte insieme da una lamina di alluminio schermante</p>

È importante notare che, per i cavi FTP e STP, è necessario connettere a terra il conduttore schermante. Ciò può porre dei problemi rilevanti nel caso in cui gli impianti elettrici non siano stati realizzati a regola d'arte, pregiudicando le prestazioni offerte dal cablaggio.

## Categorie e classi di certificazione

Le categorie definiscono le caratteristiche e le prestazioni offerte da ciascun singolo elemento del cablaggio. I doppini sono distinti in cinque distinte categorie EIA 568 di differenti prestazioni:

- Categoria 1: per la telefonia analogia;
- Categoria 2: per la telefonia digitale e per trasmissioni dati a bassa velocità;
- Categoria 3: per segnali fino a 16 Mhz;
- Categoria 4: per segnali fino a 20 Mhz;
- Categoria 5: per segnali fino a 100 Mhz;
- Categoria 5E (*enhanced*): per segnali fino a 100 Mhz, estensione della categoria cinque per trasmissioni di tipo *Gigabit Ethernet*;
- Categoria 6: per segnali fino a 250 Mhz;
- Categoria 7: per segnali fino a 600 Mhz.

Le classi, introdotte dalla norma ISO 11801, definiscono invece le caratteristiche e le prestazioni offerte da un intero collegamento, inteso come insieme di parti installate. Per ottenere una certa classe di collegamento (ad esempio la classe D), è necessario utilizzare degli elementi appartenenti alla corrispondente categoria (ad esempio la categoria 5E).

Le classi ISO dei collegamenti in rame sono invece quattro:

- classe A: per applicazioni voce e a bassa velocità (fino a 100 khz);
- classe B: per applicazioni a media velocità (fino a 1 Mhz);
- classe C: per applicazioni ad alta velocità (fino a 16 Mhz);
- classe D: per applicazioni ad alta velocità (fino a 100 Mhz);
- classe D2000+ : per applicazioni *Gigabit Ethernet* (fino a 100 Mhz);
- Classe E2000+ (fino a 250 MHz);
- Classe F2000+ (fino a 600 MHz).

## Prestazioni dei cavi in rame

Lo *standard* ISO 11801 segna con precisione la qualità dei collegamenti realizzati con cavi in rame. In particolare, attraverso la definizione della classe D, fissa i parametri da tenere in considerazione affinché il cablaggio possa supportare protocolli di trasmissione che richiedono una larghezza di banda fino a 100 MHz. Per quanto riguarda i cavi di tipo *twisted pair*, la valutazione della qualità deve basarsi sulla misurazione delle seguenti grandezze:

- impedenza caratteristica del cavo;
- attenuazione;
- *return loss*;
- NEXT (*Near End Cross Talk*);
- ACR (*Attenuation to Cross talk Ratio*);

già indicate nella precedente tabella.

L'impedenza caratteristica di un cavo *twisted pair* dipende dalle caratteristiche costruttive del cavo stesso e deve essere pari a 100 Ohm. Questo valore dovrebbe, almeno idealmente, essere costante in tutta la banda di frequenze 0 - 100 Mhz.

L'attenuazione del cavo comporta invece una perdita di potenza del segnale durante la sua propagazione. Essa dipende sia dalla frequenza di trasmissione sia dalla lunghezza del cavo stesso. L'attenuazione di un cavo di lunghezza pari a 100 metri per segnali a 100 Mhz deve essere inferiore a 23.6 dB, mentre nel caso di una trasmissione *Fast Ethernet* (segnali a 31 MHz) l'attenuazione massima di un cavo di lunghezza pari a 100 metri deve invece essere inferiore a 13 dB. Il valore

dell'attenuazione determina ovviamente la lunghezza massima di un collegamento.

Nei cavi *twisted pair* di buona qualità devono anche essere limitati eventuali segnali riflessi. In questo senso, il *return loss* misura le perdite delle componenti riflesse del segnale. Un altro effetto indesiderato presente nei cavi *twisted pair* è il trasferimento di potenza del segnale alle coppie di fili adiacenti (come già accennato il cavo UTP racchiude 4 distinte coppie di fili). Il *NEXT* è il parametro che tiene conto di questo fenomeno ed è definito dal rapporto tra la potenza di segnale indotto e la potenza del segnale trasmesso. È evidente che saranno auspicabili valori del *NEXT* il più possibile ridotti. Il valore massimo del *NEXT*, come vedremo tra breve, è implicitamente definito dal parametro ACR.

La *Attenuation to Cross talk Ratio* o ACR definisce il rapporto che esiste tra la potenza del segnale effettivamente ricevuto (o utile) e la potenza del segnale dissipata su una coppia di fili adiacente. Per questo motivo, l'ACR dovrebbe essere il più possibile elevato. In sostanza:

$$\text{ACR(dB)} = \text{NEXT(dB)} - \text{Attenuazione(dB)}$$

Altri parametri di cui si deve tenere conto sono: ELFEXT, FEXT, velocità di propagazione, resistenza.

In ogni caso, le modalità d'installazione dei cavi contribuiscono notevolmente a modificarne il comportamento: per questo motivo, al termine delle opere di posa, l'installatore deve necessariamente certificarne le effettive prestazioni utilizzando un'apposita strumentazione.

## Posa dei cavi in rame

Il mercato offre al presente diverse soluzioni per la posa di cavi in rame. In generale, è possibile trovare tipi di cavi adatti per pose in ambienti interni ed esterni.

I cavi da posare in ambienti esterni devono essere resistenti all'umidità e all'acqua, ai raggi solari (se aerei) e all'azione dei roditori. La protezione è ottenuta ponendo i cavi all'interno di tubi ad alta resistenza meccanica e in grado di isolarli da eventuali sollecitazioni esterne.

Per quanto riguarda i cavi da posare in ambienti chiusi, è importante tenere conto di alcune norme italiane, quali la UNI/CEI 20-37 (i cavi non devono rilasciare gas tossici o corrosivi ad alte temperature - si tratta di cavi LSOH) e la UNI/CEI 20-22 (i cavi non devono contribuire a propagare un incendio). In alcune situazioni il cavo deve attraversare contemporaneamente sia un luogo chiuso sia un ambiente esterno. Sul mercato sono reperibili anche cavi adatti a soddisfare entrambi i requisiti.

Altre norme UNI/CEI da rispettare nella posa dei cavi sono comprese nella sezione dedicata al Capitolato Generale, in particolare al Capo II art.8 di tale documento.

## La categoria 5 enhanced: Gigabit Ethernet con cavi in rame

Una rete locale in grado di offrire velocità di trasmissione superiori al 100 Mbit/s deve



essere basata su un adeguato sistema di cablaggio. Attualmente la tecnologia Gigabit *Ethernet* consente trasmissioni fino a 1000 Mbit/s utilizzando il cablaggio strutturato in rame. Com'è possibile ciò? Nel caso delle applicazioni *Ethernet* e *Fast-Ethernet* sono utilizzate solamente due delle quattro coppie di fili del cavo UTP. Nel 1999 furono aggiornati gli *standard* EIA 568, ISO 11801 ed EN 50173 contemplando la possibilità di trasmettere a 1000 Mbit/s su un cavo in rame sfruttando tutte le coppie di fili (per un collegamento di lunghezza massima di 100 metri). È però necessario, affinché sia possibile raggiungere queste velocità di trasmissione, che il cavo superi test più restrittivi di quelli normalmente previsti per la categoria 5.

In termini concreti, occorre fissare dei vincoli più rigorosi rispetto ai parametri già esistenti e introdurre alcune nuove grandezze:

- **PSNEXT** (*powersum NEXT*): è la somma dei *NEXT* di tre coppie di fili sulla quarta;
- **PSELFEXT** (*powersum ELFEXT*): il *FEXT* (*Far End Cross Talk*), diversamente dal *NEXT*, rappresenta il disturbo alla terminazione di una coppia causato da un segnale che si propaga in una coppia adiacente. Senza scendere nei dettagli, la differenza tra attenuazione e *FEXT* definisce l'*ELFEXT*. Il **PSELFEXT** è la somma degli *ELFEXT* di tre coppie sulla quarta;
- **DELAY-SKEW**: è la differenza tra i ritardi di propagazione di due segnali che si propagano su coppie diverse di fili;
- **PSACR** (*powersum ACR*): analogamente all'*ACR*, è la differenza (in dB) tra **PSNEXT** e Attenuazione.

È evidente che ciò si tradurrà in una migliore tecnologia costruttiva dei cavi (che per questo motivo sono detti di categoria 5 *enhanced*).

## I cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica offrono prestazioni indubbiamente migliori rispetto ai cavi in rame, in particolare per la larghezza di banda disponibile e per la bassa attenuazione delle potenze in gioco. Oltre a ciò, sono immuni alle interferenze elettromagnetiche e non generano disturbi (per questo motivo sono spesso utilizzate in ambienti ospedalieri). Due fattori ne limitano l'utilizzo: il costo e la difficoltà di posa. Per questi motivi, trovano spesso impiego per i collegamenti di dorsale. Come è possibile notare nella seguente tabella, le norme ammettono l'utilizzo sia di fibre monomodali sia multimodali.

Standard	EIA/TIA 658 A	ISO 11801	GENELEC EN 50173
Cavi in fibra ottica per cablaggio orizzontale o per dorsale	Cavo multimodale 62.5/125 microm con connettori SC per le nuove installazioni, connettori ST per installazioni esistenti; Cavo monomodale 8/125 microm opzionale (solo dorsali)	Cavo multimodale 62.5/125 microm o 50/125 microm (opzionale) con connettori SC per le nuove installazioni, connettori ST per installazioni esistenti; Cavo monomodale 8/125 microm opzionale (solo dorsali)	Cavo multimodale 62.5/125 microm o 50/125 microm (opzionale) con connettori SC per le nuove installazioni, connettori ST per installazioni esistenti; Cavo monomodale 8/125 microm opzionale (solo dorsali)

Le fibre multimodali sono attualmente le più diffuse.

## Prestazioni delle fibre ottiche

Due parametri fondamentali da considerare per la classificazione di una fibra ottica sono il diametro del nucleo (*core* o *kernel*) e il diametro del rivestimento esterno (mantello o *cladding*). Le prestazioni migliori sono offerte dalle fibre con diametro del *kernel* più ridotto, dal quale dipende la attenuazione della fibra. La norma ISO 11801 richiede il rispetto dei seguenti parametri (misurati alla frequenza di 850 nm):

- Larghezza di Banda > 200 Mhz \* Km.
- Attenuazione < 3.5 dB/km.
- Attenuazione dei connettori < 0.75 dB.
- *Return Loss* > 20 dB.
- Perdite per giunzioni < 0.3 dB.

## Tipi di fibre ottiche, classi di connessione e connettori

Lo *standard* ISO 11801 definisce quattro tipi di fibre ottiche:

- OM1 (50 o 62.5 /125 microm): multimodale;
- OM2 (50 o 62.5 /125 microm): multimodale;
- OM3 (50/ 125 microm): multimodale;
- OS1 (6/125 microm): monomodale;

e tre distinte classi di connessione:

- OF-300: per coprire una distanza minima di 300 metri;
- OF-500: per coprire una distanza minima di 500 metri;
- OF-2000: per coprire una distanza minima di 2000 metri.

Le fibre ottiche, per essere connesse ai pannelli di permutazione ottici (detti anche cassette ottici), devono essere dotate di un connettore terminale. Le seguenti figure ne illustrano i tipi più comuni. Lo *standard* ISO 11801 raccomanda l'utilizzo di connettori SC-*Duplex*, costituiti da due connettori SC accoppiati; l'attenuazione introdotta non deve superare gli 0.75 dB; eventuali giunzioni tra le fibre non devono introdurre un fattore di ulteriore attenuazione superiore agli 0.3 dB.

## Posa delle fibre ottiche

Il mercato offre al presente diverse soluzioni per la posa delle fibre ottiche. In generale, è possibile trovare tipi di cavi adatti per pose in ambienti interni ed esterni.

I cavi da posare in ambienti esterni devono essere resistenti all'umidità e all'acqua, ai raggi solari (se aerei) e all'azione dei roditori. La protezione è ottenuta ponendo la fibra ottica all'interno di tubi ad alta resistenza meccanica e in grado di isolarla da eventuali sollecitazioni esterne.

Per quanto riguarda i cavi da posare in ambienti chiusi, è importante tenere conto di alcune norme italiane, quali la UNI/CEI 20-37 (i cavi non devono rilasciare gas tossici o corrosivi ad alte temperature - si tratta di cavi LSOH) e la UNI/CEI 20-22 (i cavi non devono contribuire a propagare un incendio). In alcune situazioni il cavo deve attraversare contemporaneamente sia un luogo chiuso sia un ambiente esterno. Sul mercato sono reperibili anche cavi adatti a soddisfare entrambi i requisiti.

## IEEE 802.3Z: Gigabit Ethernet su fibra ottica

Nel 1998 l'IEEE ha approvato uno *standard Gigabit Ethernet* per trasmissioni su fibra ottica chiamato 802.3z.

Le modalità di trasmissione previste sono due:

- 1000 BASE-SX, per trasmissioni con lunghezze d'onda pari a 850 nm;
- 1000 BASE-LX, per trasmissioni con lunghezze d'onda pari a 1300 nm.

In base al tipo di fibra e alla modalità di trasmissione prescelta, è possibile coprire distanze diverse.

Mezzo trasmissivo	Distanza massima
Fibra multimodale 62.5/125 a 850 nm	220 metri
Fibra multimodale 62.5/125 a 1300 nm	550 metri
Fibra multimodale 50/125 a 850 nm	500 metri
Fibra multimodale 50/125 a 1300 nm	550 metri
Fibra monomodale 6/125 a 1300 nm	5 km

## Apparati attivi

Come si è già visto, gli apparati attivi sono dispositivi utili a far transitare i pacchetti di dati nei mezzi trasmissivi. Esempi di questo tipo di apparecchiature sono gli *hub*, gli *switch*, i *router*, i *transceiver* (o *media converter*) e i *bridge*. Gli esemplari di apparati attivi attualmente in commercio sono numerosissimi. Inoltre, la valutazione dei dispositivi più idonei per la propria rete LAN dipende da numerosi elementi. Le apparecchiature d'interesse sono comunemente due: gli *Hub* e gli *Switch*.

Esistono *hub* adatti a diversi generi di mezzi trasmissivi, ad esempio per il cavo coassiale, che permettono di connettere alcuni segmenti di cavo per realizzare tratte estese, oppure *hub* per cavi *twisted* dotati di 8, 12, 16, 24 porte di tipo RJ-45 e che realizzano la interconnessione di un gruppo di stazioni di lavoro. Essendo solo semplici amplificatori di segnali, gli *hub* non svolgono alcuna funzione di separazione dei percorsi sui dati che ritrasmettono. Per semplicità, se un PC collegato sulla porta

numero 1 dell'*hub* sta trasmettendo, i dati saranno propagati a tutti gli altri PC connessi alle altre porte dell'*hub*. In ultima analisi, i pacchetti si snoderanno in tutta la rete, tenendola inutilmente occupata ed inibendo la possibilità ad altri PC di spedire i dati nello stesso tempo. Gli *hub* sono tuttavia apparecchiature economiche ed adatte all'interconnessione di un numero limitato (20-30) di PC ed a basso volume di traffico.

Lo *switch* invece arricchisce il modo di funzionare di un *hub*, oltre a rigenerare e amplificare il segnale elettrico, registra il pacchetto in arrivo, lo esamina per individuare attraverso quale porta deve arrivare e lo ritrasmette su quella unica porta. L'operazione di registrazione e ritrasmissione dei pacchetti di dati implica l'introduzione di un lieve ritardo, ma consente di trasferire i pacchetti a diverse velocità, senza apparenti effetti di congestione. Uno *switch* con due sole porte è anche chiamato *bridge*. L'utilizzo di *switch* consente quindi di separare i flussi di traffico e di isolare l'impiego di banda ai soli segmenti di rete che congiungono i calcolatori attivi, ottimizzando le prestazioni della rete. Ovviamente, essendo gli *switch* apparati più evoluti degli *hub* sono anche più costosi.

## Alcune possibili classificazioni

Esistono molti modi di classificare gli *switch* (le considerazioni fatte nel seguito valgono anche per gli *hub*). Si cercherà qui di elencare le tipologie più comuni di apparati in commercio in modo strettamente operativo.

Innanzitutto, le apparecchiature possono essere installate in modi diversi. Possiamo quindi distinguere tra apparati:

- da armadio, destinati ad essere collocati all'interno di armadi *rack*;
- da tavolo (o di tipo *desktop*), da appoggiare semplicemente sul proprio tavolo.

Un secondo criterio di classificazione tiene conto dell'espansibilità dei dispositivi, che possono essere:

- *standalone*, ossia in un singolo elemento;
- *stackable*, in grado di essere interconnessi tra loro con un connettore privato ad elevate prestazioni; il pregio di questa tipologia di *switch* è che, pur presentandosi da un punto di vista logico come un unico apparato, sono in realtà espandibili nel tempo a seconda delle esigenze;
- a *chassis*; in questo caso si tratta di un unico dispositivo, dotato di diverse feritoie per l'inserimento di più moduli d'espansione; rispetto ai dispositivi *stackable*, offrono migliori prestazioni (il *bus* di interconnessione dei moduli è interno) e costi complessivamente inferiori ma sono alle volte meno scalabili.

Un ultimo criterio di distinzione degli apparati attivi può riferirsi alla possibilità di gestire questi dispositivi da una postazione remota di controllo. In questo caso è possibile parlare di apparati attivi:

- *unmanaged* (privi di gestione), meno intelligenti, meno costosi ma privi di alcuna possibilità di controllo remoto;
- *manageable* (gestibili), ossia in grado di permettere all'amministratore della rete la configurazione dei parametri di funzionamento e di fornire

informazioni sul loro stato, sul traffico di rete che li attraversa, o su eventi critici che li hanno interessati.

In linea generale, è opportuno impiegare gli apparati da tavolo solamente in condizioni sfavorevoli di usufruibilità degli spazi interni; in caso contrario, la collocazione degli *switch* all'interno degli armadi *rack* è sempre consigliabile. Gli apparati *manageable* sono sicuramente da preferire nel caso di LAN estese e con un elevato numero di postazioni collegate.

## Parametri di valutazione

La scelta di un apparato di rete è sempre un'attività complessa e di cui è spesso difficile prevedere a priori tutte le ripercussioni.

In generale, è necessario vagliare attentamente le seguenti caratteristiche, oltre al costo.

- **Prestazioni:** in linea di principio, i dispositivi dovrebbero poter sostenere il carico immediato di traffico presente in rete ed offrire sufficiente margine di *performance* per fare fronte alle esigenze a medio termine degli utenti. In concreto, per chi si accinge alla progettazione di una nuova rete, questi dati sono ignoti e difficilmente prevedibili. In ogni caso, la scelta dell'apparato dovrebbe tenere conto di alcuni valori normalmente dichiarati dai produttori:
  - *switch fabric speed* (matrice di commutazione interna): offre una misura della capacità massima di traffico che l'apparato è in grado di propagare;
  - *throughput*: numero di pacchetti al secondo che l'apparato è in grado di inoltrare;
  - *latency*: tempo massimo impiegato dall'apparato per far uscire un pacchetto.
- **Affidabilità:** molti *switch* in commercio offrono la possibilità di installare un alimentatore secondario in grado di attivarsi automaticamente nel caso di arresto di quello primario.
- **Aderenza agli *standard* ed interoperabilità:** la capacità degli *switch* di dialogare con apparati forniti da altri produttori.
- **Facilità d'utilizzo (*management* remoto, *monitoring* e *alerting*):** è utile verificare se l'apparato può essere controllato remotamente e attraverso quali protocolli di dialogo (HTTP, Telnet, *Secure Shell*), se può essere configurato in modo da intercettare determinati eventi (ad esempio un picco anomalo di traffico) e segnalarli all'amministratore di rete, se offre il supporto ai protocolli di *management* **SNMP** e RMON.
- **Supporto, assistenza e tempi d'intervento tecnico:** è bene valutare se il produttore offra un supporto telefonico e/o *Web* e in quali orari, per quale periodo gli apparati saranno coperti da garanzia in caso di guasto, quali siano i tempi d'intervento per la sostituzione delle unità guaste.

## Un esempio reale

Nel seguito, a puro scopo esemplificativo, sono elencate le principali risorse offerte da uno *switch* a *chassis* di medie prestazioni:

- Fast path technology: wire-speed switching of intra-module traffic for up to 71.4 Mpps throughput.
- Fast switch fabric: high-performance switch fabric (up to 36.6 Gbps).
- latency: < 10 micros (FIFO).
- Rapid Convergence Spanning Tree Protocol (802.1w): increases network uptime through faster recovery from failed links.
- 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP): support up to 6 trunks, each with up to 4 links (ports) per trunk.
- Cisco Fast EtherChannel (FEC): supports Cisco's proprietary FEC trunking protocol.
- **VLAN**: supports up to 30 port-based **VLANs**, GVRP, and 802.1Q **VLAN** tagging.
- Port security: prevents unauthorized access using MAC address lockdown.
- Secure Shell (SSHv2): encrypts all transmitted data for secure remote access over IP networks.
- Traffic prioritization (802.1p): allows real-time traffic classification into 8 priority levels mapped to 3 queues.
- RMON and switch monitoring (SMON): provides monitoring and reporting capabilities for statistics, history, alarms.
- Stacking capability.
- Cisco Discovery Protocol (CDP): enables real-time mapping of nodes to switch ports.
- Find, fix, and inform: finds and fixes common network problems automatically, then informs administrator.
- Layer 3 static routes: enable **VLAN-to-VLAN** communications and up to 16 external routes - including one default route - in IP networks.
- Lifetime warranty: for as long as you own the product, with next-business-day advance replacement (available in most countries).
- Operating temperature: 32°F to 131°F (0°C to 55°C), relative humidity: 15% to 95% @ 104°F (40°C), non-condensing.
- Dimensions: switch XXXX: 17.4 x 15.3 x 8.75 in (44.2 x 38.9 x 22.23 cm).
- Weight: switch XXXX: 22.9 lb (10.4 kg).

## Reti LAN wireless

La necessità di condividere i dati e le risorse tra più utenti, unita ad un sempre più forte bisogno di mobilità, favorisce oggi la crescita del mercato delle reti LAN *wireless* (letteralmente, senza fili). Anche ambienti come le scuole possono trarre vantaggio, per l'accesso ai dati locali e remoti, dall'utilizzazione di queste tecnologie, usufruendo di prestazioni paragonabili a quelle delle LAN cablate. Spesso poi l'impiego delle frequenze radio (*Radio Frequencies* o RF) è realizzato come un ampliamento di una LAN cablata già esistente, allo scopo di incrementarne l'estensione e la flessibilità. In generale, una rete *wireless* deve essere progettata per fornire all'utente un'opportuna copertura geografica, all'interno della quale sia possibile muoversi mantenendosi collegati al resto della rete locale.

## Scenari di impiego

Le reti *wireless*, secondo lo scenario d'impiego, possono essere:

- *host-to-host*, adatte ad ambienti di estensione ridotta e con uno scarso numero di utilizzatori; ciascun PC (tipicamente di tipo *notebook*) è dotato di una propria scheda *wireless* e si collega direttamente ai PC adiacenti, condividendo le proprie risorse o rendendole disponibili agli altri;
- con *access point* (stazione radio base), offrono un campo d'azione più ampio e possono essere collegate alle LAN cablate. In questo modo gli utenti mobili possono usufruire degli identici servizi di rete normalmente offerti agli utenti fissi. Se necessario, una rete *wireless* può anche essere ampliata semplicemente installando più *access point*. Ciascuno di questi può fare da riferimento per un certo numero di PC *wireless* all'interno di una determinata zona. Le varie aree di copertura (chiamate celle), si sovrappongono parzialmente, così da offrire una certa continuità di copertura agli utenti mobili. Questi, spostandosi da una cella a quella adiacente, si agganciano all'*access point* con il segnale più elevato. Questa procedura di migrazione inter-cella è anche chiamata *roaming* (si tratta di una tecnologia ampiamente utilizzata nel caso delle reti radiomobili cellulari);



Access Point Wireless

- LAN-to-LAN, in grado di collegare via radio due LAN cablate collocate ad una certa distanza e che non sia possibile tecnicamente interconnettere tra loro.

## Tecnologie

Le tecnologie impiegate per le reti *wireless* sono essenzialmente tre:

- A banda stretta, la trasmissione e la ricezione dei dati avviene tra i 430 e i 470 MHz (UHF). Poiché la banda disponibile per il canale è abbastanza limitata, questo tipo di tecnologia offre prestazioni ridotte (tipicamente 9.6 Kbit/s). La concessione d'uso delle frequenze deve essere richiesta al Ministero delle Comunicazioni.
- *Spread Spectrum*, è la tecnologia più diffusa. Ne esistono due varianti: *frequency hopping* (salto di frequenza) e *direct sequence* (sequenza diretta). In questi casi, la banda disponibile è molto estesa: ciò consente di distendere la potenza del segnale su una gamma di frequenze molto ampia, arrecando poco disturbo agli altri utenti radio. Per questo motivo, non è necessario richiedere al Ministero la assegnazione delle frequenze,

anche se purtroppo resta obbligatorio il pagamento di un canone annuale di utilizzo.

- Infrarossi, scarsamente utilizzata in quanto i campi infrarossi si propagano con difficoltà in aria. Per questo motivo la distanza massima percorribile dai segnali è appena di qualche metro.

## Gli standard

A partire dal 1990, il comitato di standardizzazione IEEE 802 ha proposto varie specifiche da rispettare (da parte dei costruttori di apparati *wireless*) allo scopo di garantire il più possibile la interoperabilità dei prodotti. Negli anni seguenti, altre proposte sono state fatte da parte di altri enti, come ETSI o il WLI Forum. Nella seguente tabella sono riassunti i principali *standard* vigenti.

Organizzazione	Standard	Caratteristiche	Banda disponibile
IEEE	802.11	Frequency hopping	2 Mbit/s
IEEE	802.11	Direct Sequence	2 Mbit/s
IEEE	802.11b	Direct Sequence	1, 2, 5.5, 11 Mbit/s
IEEE	802.11 <i>High Speed</i>	Alta capacità	20 Mbit/s
ETSI	<i>HiperLAN</i>	Alta capacità	24 Mbit/s
WLI Forum	<i>OpenAir</i>	Elevata scalabilità	1.6 Mbit/s

## Progettazione di reti wireless

Nel predisporre la realizzazione di una rete *wireless* è di fondamentale importanza tenere in considerazione alcuni vincoli che determineranno la scelta degli apparati, quali il numero di utenti, la copertura degli ambienti, la compatibilità elettromagnetica.

Normalmente gli *access point* in commercio possono rispondere alle esigenze di 20-30 utenti contemporanei.

La copertura radio dipende dalla topologia dei locali. Per questo motivo sarebbe appropriato programmare dei rilievi sul campo utilizzando delle adeguate strumentazioni. Infatti, è assai poco intuibile in quale modo contribuiranno al deterioramento della potenza del segnale gli ostacoli presenti all'interno degli ambienti (muri, scaffali, lampade, tavoli, armadi, eccetera). La portata di un *access point* inoltre può dipendere anche dalla velocità di trasmissione. Nel caso di un *access point* 802.11 a 11 Mbit/s la portata può variare da 25 metri (*indoor*, in ambienti chiusi) a 150 metri (*outdoor*, in campo aperto).

Per quanto riguarda la compatibilità elettromagnetica, in Europa sono vigenti le norme ETSI 300328: queste prevedono una potenza massima di trasmissione di 100 mW EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power* - si suppone l'utilizzazione di una antenna isotropica ideale), un guadagno massimo di antenna pari a 3dB e una potenza massima di alimentazione degli apparati di 50mW.

## Architettura logica di una LAN

Al di là della pura implementazione fisica per mezzo di un sistema di cablaggio, la progettazione di una LAN richiede anche di effettuare delle scelte relativamente all'architettura della LAN stessa. In un ambiente di rete condiviso da utenti appartenenti



a diverse aree amministrative si pone infatti il problema di organizzare la LAN secondo un'architettura che tenga conto di queste divisioni e garantisca la massima funzionalità e sicurezza.

Nelle LAN di prima generazione, tutte le stazioni risultavano connesse alla medesima infrastruttura di comunicazione (cavo) e quindi inevitabilmente le informazioni inviate da una stazione raggiungevano tutte le altre stazioni. Questa caratteristica trasmissione *broadcast* è tipica delle LAN standardizzate in ambito IEEE 802 e viene utilizzata per svolgere varie funzioni di rete (ad esempio il protocollo ARP si basa sulla disponibilità della trasmissione *broadcast*).

A causa della trasmissione *broadcast* nascono però alcuni problemi:

- riservatezza dei dati: in un'unica LAN, utilizzando opportuni programmi di lettura dei dati che transitano in rete (gli *sniffer*) è possibile che per un qualunque utente intercettare i dati di una connessione fra altri utenti;
- efficienza: il traffico *broadcast*, ad esempio i messaggi di ARP *request*, viaggiano per tutta la rete consumando capacità e quindi togliendo risorse alla effettiva trasmissione dei dati, se la LAN è molto vasta la quantità di traffico *broadcast* può risultare molto elevata;
- tolleranza ai guasti: se una interfaccia di rete, a causa di un guasto produce un malfunzionamento sulla LAN (per esempio inizia ad inviare pacchetti senza sosta), questo corrompe il funzionamento dell'intera LAN.

Sulla base di queste considerazioni è quindi desiderabile la separazione fisica della LAN in più di una sezione. Nelle LAN di prima generazione questa separazione si poteva realizzare tramite la posa di diversi mezzi trasmissivi (per esempio diversi spezzoni di cavo coassiale per una *Ethernet* 10BASE5) collegati fra loro tramite uno o più *bridge* capaci di svolgere una funzione di filtro, lasciando passare da una LAN all'altra solamente il traffico strettamente necessario.

Nelle LAN moderne, in particolare *Ethernet*, le stazioni sono connesse alle porte di un apparato attivo, *hub* o *switch*, che si occupa di realizzare l'effettiva comunicazione. La separazione fisica di una LAN in sottoparti distinte può quindi essere realizzata semplicemente utilizzando diversi apparati per diversi insiemi di stazioni. Questo però non è sempre possibile o facilmente praticabile, a causa del fatto che la ripartizione logica della rete solitamente non corrisponde alla disposizione fisica degli utenti, oppure a seguito di spostamenti degli utenti stessi. Può infatti accadere che un piano di un edificio sia condiviso da personale appartenente ad aree logiche diverse, sia che un'area logica sia ripartita su più piani e/o edifici, eccetera.

## Realizzazione di VLAN

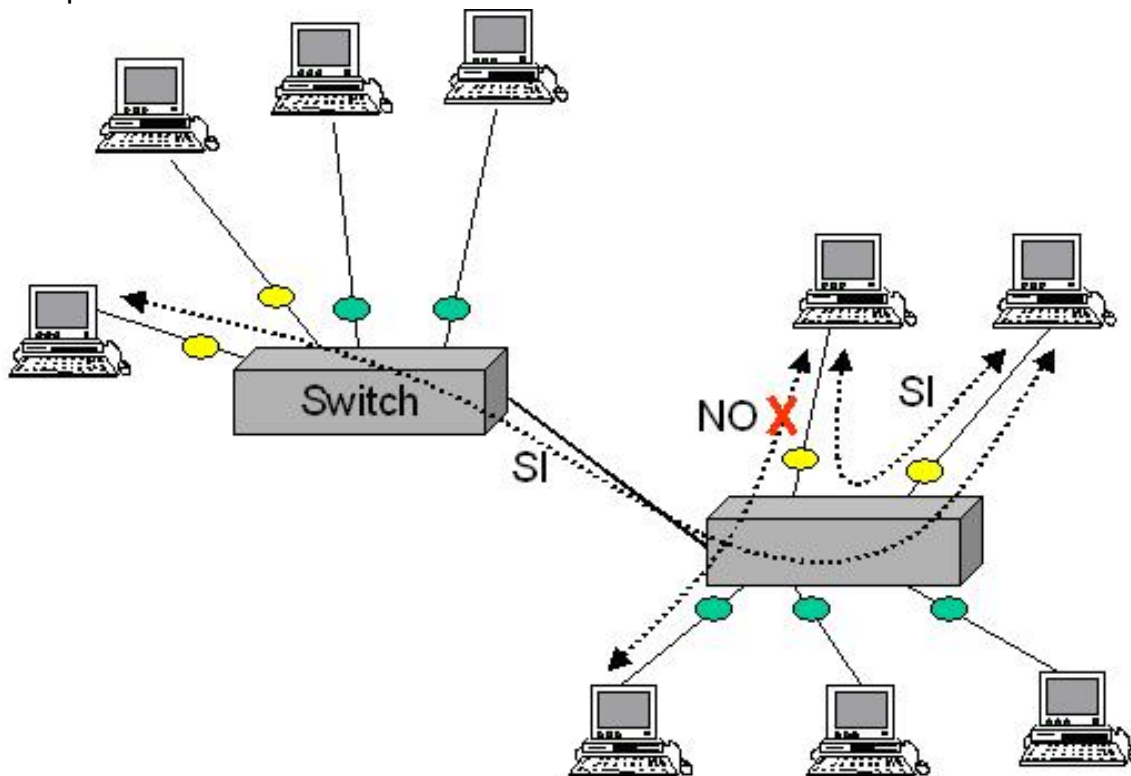
Molti dei moderni apparati di rete permettono di creare delle cosiddette LAN virtuali.

In questo modo è possibile creare con un solo apparato una serie di LAN virtualmente distinte dette appunto LAN virtuali. Sebbene tutti gli *host* delle varie LAN siano connessi tutti al medesimo apparato essi si comportano come se fossero collegati ad apparati distinti e quindi sono virtualmente separati.

La LAN virtuale può essere realizzata utilizzando diverse metodologie che dipendono dal tipo di apparato utilizzato ma anche dalle scelte fatte dal gestore della rete. Di fatto

gli apparati che implementano le **VLAN** svolgono un'azione di filtraggio dei *frame* che può essere basata su:

- porta di provenienza;
- indirizzo MAC;
- protocollo di livello 3 o indirizzo *IP*.



Esempio di 2 VLAN collegate a due diversi switch interconnessi

## Numerazione IP e subnetting

Nel modulo 5 abbiamo visto che gli indirizzi *IP* di 32 *bit* (4 *byte*) sono logicamente suddivisi in due parti; *Net-ID* e *Host-ID*, dove il *Net-ID* identifica la rete, mentre l'*Host-ID* identifica l'*host* all'interno della rete. L'indirizzo con i *bit* relativi alla parte di *host* posti a zero risulta essere l'indirizzo della rete in cui si trova l'*host*, mentre quello con i *bit* di *host* posti tutti a uno indica l'indirizzo *broadcast* di quella rete, cioè quello usato per inviare pacchetti a tutti gli *host* della rete. Quindi il numero di *host* possibili in una certa rete è pari alla dimensione dello spazio di indirizzamento della parte di *host-id* diminuita di 2 unità. Ad esempio:



Struttura dell'indirizzo IP divisa in Net-ID e Host ID

Inoltre in base al numero di *bit* assegnati a *net-ID* e *host-ID*, gli indirizzi *IP* sono suddivisi in cinque classi:

- Classe A - Utili per reti che hanno un numero cospicuo di *host*. Il campo *host-ID* è di 24 *bit*, pertanto possono essere identificati circa 16 milioni di *host* per ogni rete di questo tipo. Sette *bit* sono dedicati al *net-ID*, per un massimo di 128 reti di classe A.
- Classe B - Sono utilizzati per reti di dimensioni intermedie. Il *net-ID* è di 14 *bit*, per cui si possono avere al massimo circa 16.000 reti di classe B, ciascuna con una dimensione massima di circa 65.000 indirizzi (*host-ID* da 16 *bit*).
- Classe C - Sono utilizzati per numerose reti con pochi *host*. Le reti di classe C contengono meno di 256 *host* (*host-ID* da 8 *bit*) e sono individuate da 21 *bit* nell'ID di rete.
- Classe D - Sono riservati al *multicasting*, cioè all'indirizzamento di gruppi di *host*.
- Classe E - Sono riservati per usi futuri.

Lo spazio di indirizzamento va partizionato tra le varie classi di indirizzi, in modo che non vi siano sovrapposizioni tra classi diverse. Questo si ottiene fissando, per ogni classe, particolari configurazioni nel primo *byte*.

<b>Classe A</b>		(0 . 0 . 0 . 0 + 127 . 255 . 255 . 255)	
		127 . 0 . 0 . 0 è riservato al localhost	
	7 bit	24 bit	
0	net ID	host ID	
<hr/>			
<b>Classe B</b>		(128 . 0 . 0 . 0 + 191 . 255 . 255 . 255)	
	14 bit	16 bit	
1 0	net ID	host ID	
<hr/>			
<b>Classe C</b>		(192 . 0 . 0 . 0 + 223 . 255 . 255 . 255)	
	21 bit	8 bit	
1 1 0	net ID	host ID	
<hr/>			
<b>Classe D</b>		(224 . 0 . 0 . 0 + 239 . 255 . 255 . 255)	
	28 bit		
1 1 1 0	multicast group ID		
<hr/>			
<b>Classe E</b>		(240 . 0 . 0 . 0 + 255 . 255 . 255 . 254)	
	27 bit		
1 1 1 1 1	reserved		

Le cinque classi di indirizzi IP

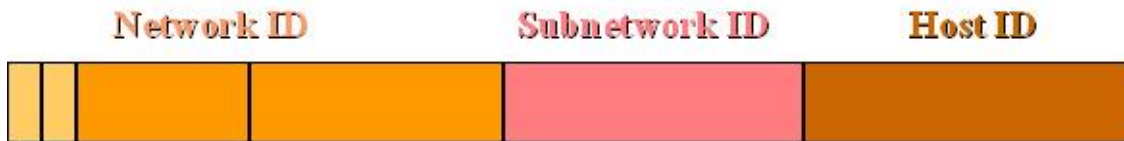
## Subnetting

Una rete *IP* può essere logicamente partizionata in più sottoreti o *subnet*. In pratica questa operazione permette al gestore di una rete *IP* di suddividerla in sezioni logicamente distinte.

Il *subnetting* viene realizzato ripartendo l'*Host-ID* in due parti, una che identifica la sottorete ed una che identifica univocamente gli *host* della sottorete stessa.

Nell'esempio che segue viene mostrato come i 16 *bit* di *Host-ID* di un indirizzo di classe B possano essere ripartiti in 8 *bit* di *Subnet-ID* e 8 *bit* di *Host-ID*. Per convenzione il

*Subnet-ID* deve essere contiguo al *Net-ID* mentre l'*Host-ID* deve occupare la parte più a destra dell'indirizzo *IP*.



Esempio di ripartizione di un indirizzi in Subnet-ID e Host-ID

L'operazione di *subnetting* è locale alla rete *IP* considerata per cui non viene vista al di fuori della rete stessa. Per realizzarla è necessario configurare correttamente il parametro *Netmask* delle interfacce *IP*. La *Netmask* è una sequenza di 32 *bit*. I *bit* aventi valore 1 nella *Netmask* indicano che i corrispondenti *bit* dell'indirizzo *IP* fanno parte del *Net-ID* o del *Subnet-ID*, mentre i *bit* a 0 nella *Netmask* indicano che i *bit* in posizione corrispondente nell'indirizzo *IP* dell'*host* fanno parte dell'*Host-ID*.

Ad esempio per un *host* della rete di classe B 137.204.0.0, che sia suddivisa in sottoreti identificate da 8 *bit* avrà una configurazione dell'interfaccia di rete del tipo:

Numero *IP*: 137.204.60.230 (137.204 *Net-ID*, 60 *Subnet-ID*, 230 *Host-ID*)

*Netmask*:

in formato binario: 11111111 11111111 11111111 00000000

in formato decimale: 255.255.255.0

Oggi è consuetudine riassumere queste informazioni in modo unitario come segue:

- Numero *IP* e *netmask*: 137.204.60.230/24  
ad indicare che 24 *bit* dell'indirizzo sono utilizzati per indirizzi di rete o sottorete mentre 8 sono utilizzati per indirizzo di *host*.

È importante notare che l'operazione di *subnetting* in rete *IP* è solamente logica:

- *host* di diverse *subnet* possono essere sulla medesima rete fisica (LAN);
- *host* della medesima *subnet* possono essere su diverse reti fisiche (LAN).

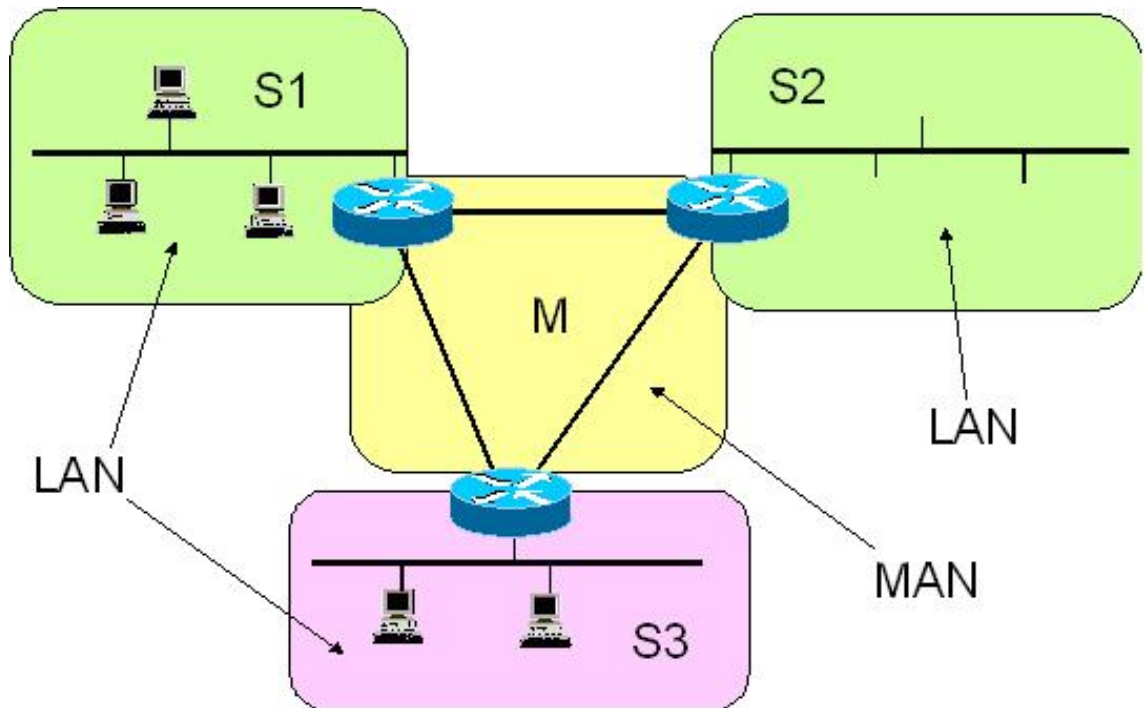
## Esempio di subnetting

Un'azienda di grandi dimensioni possiede tre siti distribuiti su una grande area urbana: S1, S2, S3. Ciascun sito aziendale è dotato di infrastrutture informatiche comprendenti, tra l'altro, una LAN ed un *router* di uscita verso il mondo esterno. Tutti i siti devono essere interconnessi tra loro con una rete *MAN* a maglia completa M. Il protocollo usato è il *TCP-IP*.

I siti sono così divisi:

- S1, S2: 50 *host*;
- S3: 20 *host*.

Si richiede di progettare il piano di numerazione *IP* della rete utilizzando una rete di classe C a cui viene assegnato l'indirizzo 196.200.96.0 comprensiva della numerazione dei *router*, definendo le relative *netmask*.



Architettura della rete dell'esempio mostrante le LAN dei 3 siti (denominate S1, S2, S3), i router ed i collegamenti geografici necessari per l'interconnessione (MAN)

Al progettista, dovendo utilizzare una rete di classe C, vengono messi a disposizione 8 *bit*, su cui creare delle eventuali *subnetwork*. Una possibile scelta della *netmask* è la seguente illustrata in una tabella che mostra il risultato in termini di *netmask*, numero di *subnet* e di *host* per tutte le possibili suddivisioni degli ultimi 8 *bit* dell'indirizzo in *Subnet-ID* e *Host-ID*:

Ultimo byte netmask	#host	#subnets
00000000	254	1
10000000	126	2
11000000	62	4
11100000	30	8
11110000	14	16
11111000	6	32
11111100	2	64

Una possibile soluzione al problema di progetto potrebbe quindi essere la seguente:

**Subnets:**

- 196.200.96.0 (S1)
- 196.200.96.64 (S2)
- 196.200.96.128 (S3)
- 196.200.96.192 (M)

**Netmask:** 255.255.255.192

**Broadcast:**

- 196.200.96.63 (S1)
- 196.200.96.127 (S2)

196.200.96.191 (S3)  
196.200.96.255 (M)

Per cui la configurazione degli indirizzi *IP* di *hosts* e *router* verrà fatta seguendo lo schema che segue:

*Routers LAN:*  
196.200.96.62 (S1)  
196.200.96.126 (S2)  
196.200.96.190 (S3)

*Routers MAN:*  
qualunque indirizzo tra: 196.200.96.193 e .254 (M)

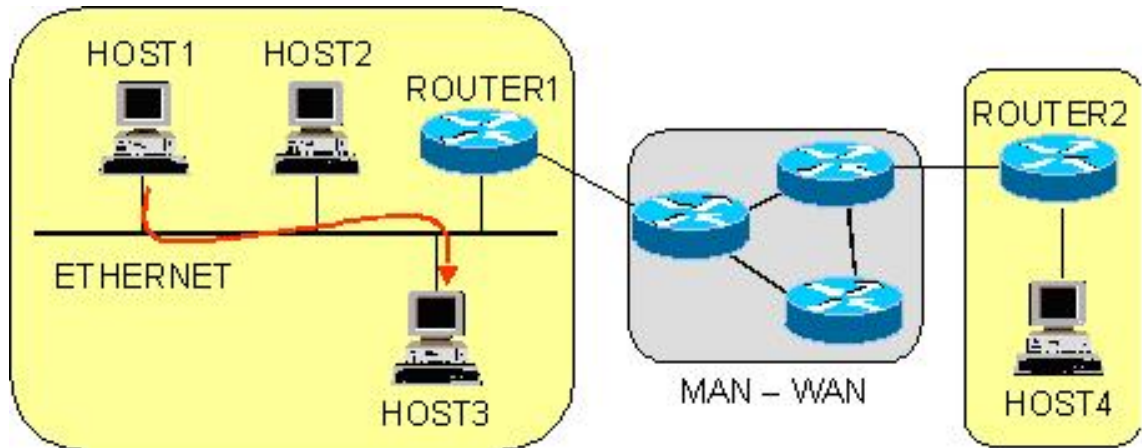
*IP Hosts:* qualunque indirizzo tra:  
196.200.96.1 e .61 per la LAN S1  
196.200.96.65 e .125 per la LAN S2  
196.200.96.129 e .189 per la LAN S3

In questo esempio si è seguita una convenzione non strettamente necessaria ma molto diffusa che vuole che quando ad una LAN è collegato un solo *router* che rappresenta il punto di accesso al di fuori della LAN, all'interfaccia di quest'ultimo si associ il massimo numero *IP* disponibile, ossia quello che nella parte di *Host-ID* contiene la configurazione di *bit* immediatamente precedente a quella di *broadcast* (tutti i *bit* a 1).

## Instradamento diretto ed indiretto

Un datagramma può essere consegnato in due modi:

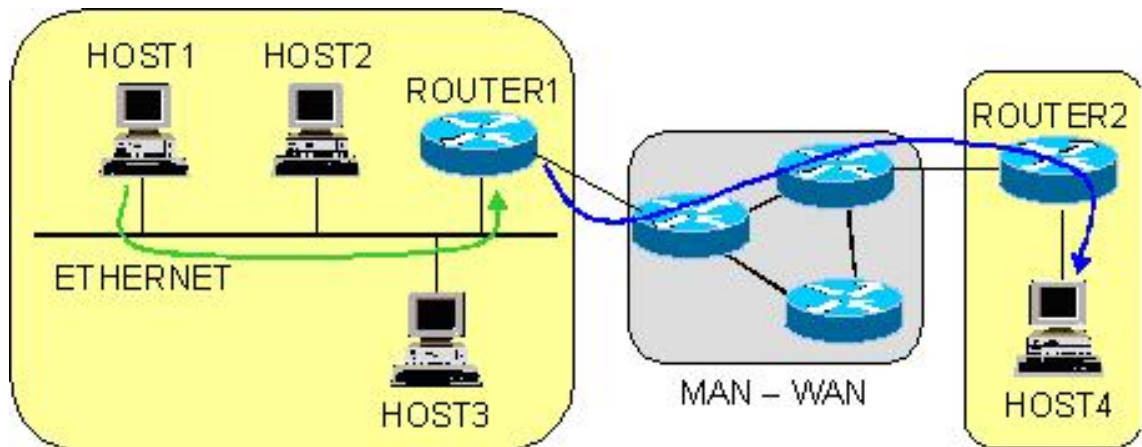
- *Direct delivery:* *host* sorgente e destinatario sulla stessa rete fisica; l'*host* sorgente associa l'indirizzo *IP* dell'*host* destinatario al suo indirizzo fisico (*MAC*) utilizzando il protocollo ARP, incapsula il *datagram* in un *frame*, e lo spedisce direttamente al destinatario utilizzando la LAN.
- *Indirect delivery:* *host* sorgente e destinatario non sulla stessa rete fisica; in questo caso l'*host* sorgente invia ad un *router* i pacchetti da consegnare, sarà poi responsabilità del *router* fare sì che il datagramma raggiunga l'*host* destinazione. Il *router* deve essere collegato alla stessa rete fisica dell'*host* sorgente, per l'invio del datagramma al *router* l'*host* sorgente usa *direct delivery*.



**ARP request** HOST1 chiede l'indirizzo MAC di HOST3  
**ARP reply** HOST3 risponde direttamente a HOST1



Esempio di instradamento diretto fra due host connessi alla stessa LAN



**ARP request** HOST1 chiede l'indirizzo MAC di ROUTER1  
**ARP reply** ROUTER1 risponde a HOST1



Esempio di instradamento indiretto fra due host non connessi alla stessa LAN

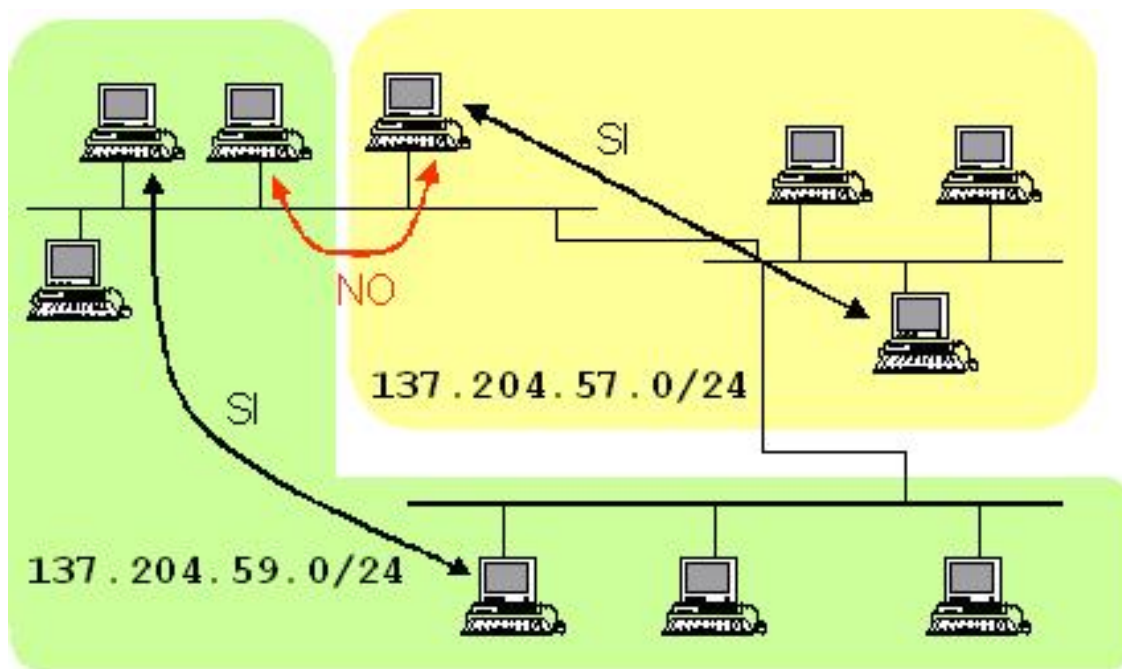
## Interconnessione di sottoreti IP sulla stessa LAN

In generale fra calcolatori appartenenti alla medesima *Subnet IP* la consegna dei

datagrammi avviene in modo diretto. Quando due *host* appartengono a due *Subnet* diverse invece, la consegna dei datagrammi deve avvalersi di un *router* anche se gli *host* sono connessi alla medesima LAN (e quindi sarebbe teoricamente possibile operare con instradamento diretto).

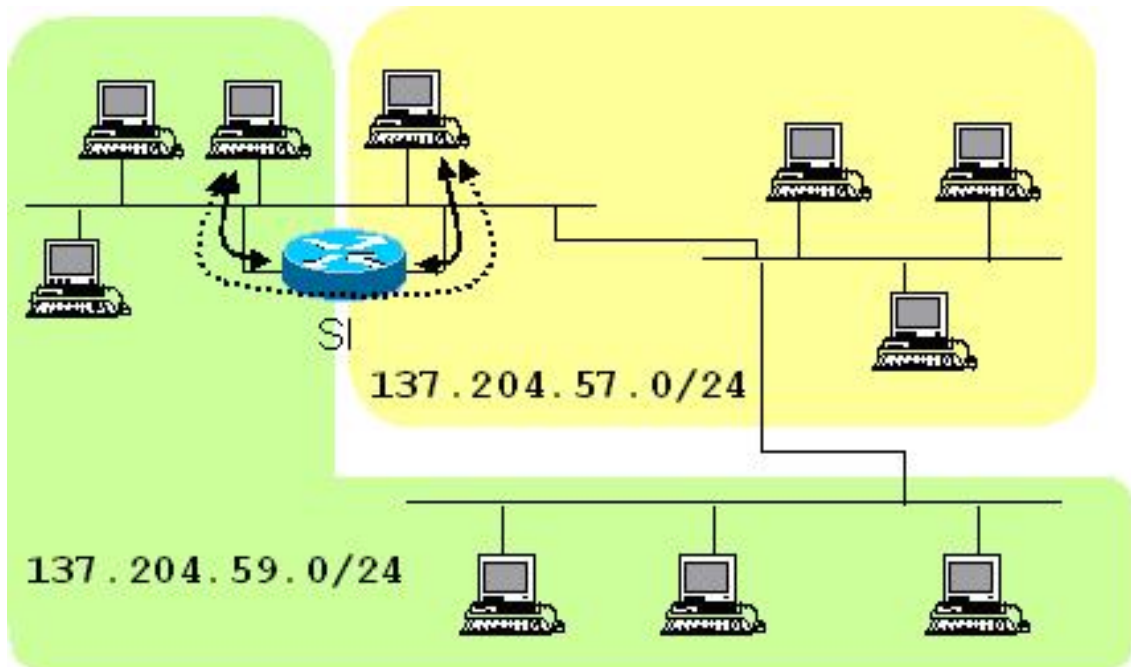
Quindi *host* di diverse *Subnet* non possono dialogare fra loro a meno che non vengano presi opportuni accorgimenti (ad esempio inserendo un *router* sulla LAN), indipendente dal collegamento fisico alla LAN.

La soluzione più usuale per interconnettere della *Subnet* è quella di utilizzare un *router* che faccia da ponte fra le *subnet*, in modo del tutto analogo ai compiti che svolge per interconnettere due LAN separate.



Le subnet 137.204.57.0 e 137.204.59.0 della rete di classe B





Le subnet logiche 137.204.57.0 e 137.204.59.0 della rete di classe B

## Perché il subnetting

La ripartizione di una rete *IP* in più sottoreti viene molto utilizzata in particolare quando si devono gestire reti di grandi dimensioni.

La ragione è prettamente di tipo logico/organizzativo e si giustifica per le stesse ragioni che portano alla realizzazione di strutture gerarchiche in presenza di grandi organizzazioni. Con il *subnetting* si crea una struttura gerarchica in grado di semplificare compiti di tipo gestionale/amministrativo:

- gli *host* di aree logiche distinte non sono in grado di dialogare in condizioni normali a meno che non sia stato opportunamente configurato un *router* per l'interconnessione, questo può essere importante per ragioni di sicurezza (ad esempio gli *host* di un laboratorio didattico sono separati dagli *host* degli uffici amministrativi);
- la gestione della numerazione può essere demandata a responsabili locali per le varie aree della rete, senza bisogno di coinvolgere l'amministratore;
- il mantenimento delle informazioni relative al piano di numerazione della rete risulta più organico ed ordinato, al fine di evitare errori di doppia assegnazione o perdita di informazioni.

Se da un lato porta questi indiscutibili vantaggi la creazione di sottoreti richiede una attenta e preventiva progettazione del piano di numerazione. Infatti una volta creato uno spazio di 64 indirizzi per una sottorete, risulterebbe problematico scoprire a posteriori che la sottorete deve poter ospitare 80 *host* e quindi non dispone di un numero di indirizzi sufficienti. Questo richiederebbe la creazione di una nuova sottorete, utilizzando indirizzi che potrebbero già essere stati dedicati ad un'altra area logica e determinando quindi dei problemi di carattere gestionale.

È quindi importante:

- Dedicare attenzione all'identificazione delle aree logiche in cui suddividere la rete.
- Censire gli *host* appartenenti alle aree logiche per valutarne la numerosità.
- Prevedere il potenziale tasso di crescita di tale numero di *host*, al fine di progettare le sottoreti lasciando un certo margine per il loro sviluppo.

A fronte dei vantaggi suddetti è bene comunque anche tenere presente che l'organizzazione di una rete *IP* in sottoreti comporta dei costi, da un lato di tipo logico per la realizzazione del piano di numerazione, e dall'altro di tipo fisico in quanto per garantire l'interconnessione è necessario dotarsi di almeno un *router*.

## Supernetting e CIDR

Con l'aumentare delle dimensioni e della complessità di *Internet* ci si è reso conto che l'indirizzamento *IP* sarebbe più flessibile senza l'uso delle classi. In particolare due sono i problemi che si pongono. Si è quindi modificato lo *standard* (e anche l'implementazione del *software* dei *router*), per poter supportare un indirizzamento che non sia rigidamente rispondente alla suddivisioni in classi. È il cosiddetto CIDR o *Classless Inter-Domain Routing*.

Il CIDR permette di creare, oltre alle sottoreti già viste in precedenza delle Super-reti, come aggregazioni di reti *IP*.

Ad esempio per un ente che ha bisogno di circa 2000 indirizzi *IP* una rete di classe B è troppo grande (64000 indirizzi) per cui è più opportuno assegnarli 8 reti di classe C (8 x 256 = 2048 indirizzi). Supponiamo si tratti delle reti dalla 194.24.0.0 alla 194.24.7.0.

Queste 8 reti di classe C possono essere accorpate in un'unica super-rete:

Identificativo: 194.24.0.0/21

*Supernet mask*: 255.255.248.0

Indirizzi: 194.24.0.1 - 194.24.7.254

*Broadcast*: 194.24.7.255

Il CIDR permette di:

- distribuire i numeri *IP* in modo più efficiente e conforme con le effettive necessità;
- semplificare le informazioni da memorizzare nei *router*.

# Approfondimento

## Esempio di progetto di un cablaggio strutturato

**Giorgio Calarco**

*10.1.1 (Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura hardware, software, eccetera)*

### Introduzione

Il progettista, oltre a vagliare le alternative di carattere tecnologico, talvolta deve gestire le procedure amministrative necessarie per la messa in opera di una rete di telecomunicazioni. Nei paragrafi successivi sono resi disponibili alcuni schemi di documenti normalmente utili alla gestione di una gara per la realizzazione di un cablaggio strutturato, quali:

- **il capitolato generale**
- **il capitolato tecnico**
- **la lettera d'invito alla gara**
- **la lettera di comunicazione dell'avvenuta aggiudicazione dei lavori**
- **l'estratto di una certificazione ISO 11801**

### Il capitolato generale

Il documento illustrato nelle pagine successive può essere impiegato come traccia per la realizzazione di un capitolato generale per cablaggi strutturati. Esso è suddiviso in quattro parti, denominate capi, concernenti i seguenti temi:

- **CAPO I.** Oggetto dei lavori, designazione delle opere, offerta e sua presentazione, aggiudicazione e prezzo dei lavori;
- **CAPO II.** Caratteristiche tecniche degli impianti;
- **CAPO III.** Qualità e caratteristiche dei materiali, consegna ed esecuzione dei lavori, verifiche e prove in corso d'opera degli impianti;
- **CAPO IV.** Disposizioni particolari, modo di valutare e collaudare i lavori.

Tale documento è tratto, con varie modifiche e semplificazioni, dalla pubblicazione Il capitolato speciale per gli impianti elettrici, edizione 2000, Buffetti Multimedia. Si ringrazia l'editore per la gentile concessione.

Scarica il documento in RTF: [capitolato\\_generale.rtf](#)

## CAPO I

CAPO I

OGGETTO DEI LAVORI  
DESIGNAZIONE DELLE OPERE  
OFFERTA E SUA PRESENTAZIONE  
AGGIUDICAZIONE E PREZZO DEI LAVORI

## **Art. 1 Oggetto dei lavori**

Trattasi della fornitura in opera di tutti i materiali ed apparecchi necessari per gli impianti di trasmissione dati, da realizzare nell'edificio \_\_\_\_\_ [Inserire il nome del plesso, dell'edificio o del laboratorio].

La forma, le dimensioni e gli elementi costruttivi degli ambienti risultano dai disegni allegati.

## **Art. 2**

Designazione delle opere da eseguire

Gli impianti da eseguire alle condizioni del presente Capitolato devono comprendere la fornitura e la posa in opera dei materiali per la realizzazione di:

- impianti di trasmissione dati.

## **Art. 3**

Definizioni relative agli impianti

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti specificati nell'articolo precedente, si fa riferimento a quelle stabilite dalle vigenti norme ISO/IEC 11801.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario ed utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli del Capo II.

## **Art. 4**

Formulazione dell'offerta

### **4.1 - INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELL'OFFERTA**

Le Ditte concorrenti redigeranno le offerte, tenendo conto di tutte le richieste e preventive indicazioni, di competenza dell'Amministrazione, le quali sono specificate nei vari articoli di questo Capitolato. Ogni ulteriore richiesta o indicazione da parte dell'Amministrazione, formulata a lavori assegnati o in corso dei lavori, potrà comportare modifica del progetto e del relativo prezzo.

### **4.2 - PRESCRIZIONI PER LA PRESENTAZIONE DELL'OFFERTA**

L'offerta, intesa come progetto preliminare ai sensi delle norme di Legge vigenti, dovrà contenere i seguenti documenti:

- Relazione tecnica per ogni impianto con le seguenti informazioni:
  - descrizione sommaria dell'impianto al fine della sua identificazione;
  - dati di progetto.
- Schema generale, in cui siano indicate le principali relazioni o connessioni tra i componenti e i dati preliminari dei componenti principali.
- Planimetrie contenenti il posizionamento dei componenti, compresi i loro collegamenti.
- Il preventivo particolareggiato, con l'elencazione delle varie parti

dell'impianto, comprendenti ogni accessorio con gli elementi che valgano ad individuarlo per qualità e quantità. In tale preventivo saranno indicate le quantità e le qualità dei materiali, nonché tutti gli elementi ed i dati necessari per ben determinare l'impianto.

- Nel preventivo dovranno essere indicati i prezzi parziali per sezioni di impianto, date finite a regola d'arte ed in regolare stato di funzionamento, nel loro insieme ed in ciascuna delle loro parti. La somma dei prezzi parziali anzidetti formerà il prezzo totale a corpo dell'impianto completo in opera. Nella determinazione del prezzo dell'impianto, la Ditta concorrente deve tener conto degli oneri a lei derivanti dallo stato di costruzione dell'edificio, restando inteso che, in caso di aggiudicazione, essa ha l'obbligo di coordinare e subordinare l'esecuzione dei lavori alle esigenze e soggezioni, di qualsiasi genere, dipendenti dalla contemporanea esecuzione nell'edificio di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte, secondo il piano eventualmente predisposto dall'Amministrazione, dandone tempestivo avviso alla Ditta. La Ditta, inoltre, deve tener conto che sono a suo carico, e comunque compresi nel suindicato prezzo a corpo, tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nei seguenti artt. 14 e 19. Nel prezzo totale a corpo richiesto, si deve infine comprendere, ed in ogni modo si intendono comprese, tutte le eventuali forniture ed opere che, all'atto esecutivo, risultino strettamente necessarie al completamento a regola d'arte dell'impianto, in perfetto stato di funzionamento e pienamente rispondenti ai requisiti richiesti. Ciò perché l'Amministrazione non intende, sotto nessun titolo, sostenere altra spesa oltre quella stabilita relativamente al suindicato prezzo a corpo, salvo soltanto l'ulteriore spesa afferente alle eventuali varianti espressamente ordinate per iscritto dalla Direzione dei lavori in corso.
- L'elenco dei principali prezzi unitari, che sono serviti di base per la determinazione del complessivo prezzo a corpo richiesto per l'impianto, che servirà solo nel caso di varianti, in più o in meno, che si rendessero necessarie in corso d'opera. Tali prezzi unitari devono essere comprensivi delle spese di fornitura, posa in opera ed ogni altro onere, nessuno escluso, per fare il lavoro finito a regola d'arte in ogni sua parte.
- Piano di esecuzione dei lavori.
- Una dichiarazione che la Ditta concorrente ha preso visione delle condizioni tutte del Capitolato e che, recatasi sul posto, ha anche rilevato tutte le condizioni e le circostanze in cui deve svolgersi il lavoro.
- Una dichiarazione con la quale la Ditta concorrente si obbliga ad eseguire, per il prezzo totale a corpo indicato nel preventivo di cui alla precedente lettera e) ed alle condizioni tutte del Capitolato, l'impianto come è stato progettato e con le eventuali lievi modifiche che l'Amministrazione, d'accordo con la Ditta, ritenga necessarie. Inoltre la Ditta dichiarerà di assumersi la piena ed incondizionata responsabilità nei riguardi del perfetto funzionamento dell'impianto, con le eventuali modifiche di cui sopra e l'introduzione di eventuali varianti convenute in corso d'opera fra la Ditta e la Direzione dei Lavori. Ciò non esonera in alcun modo la Ditta dalle sue responsabilità, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque

inconveniente che si verifichi nell'impianto stesso e, per causa di questo, nelle strutture ed arredamenti dell'edificio.

- Quando sia richiesto dalla lettera d'invito, la Ditta concorrente dovrà inoltre presentare un preventivo di spesa per la manutenzione dell'impianto per uno o più anni di funzionamento, una volta avvenuta l'ultimazione dei lavori. Tale offerta non impegna, comunque, l'Amministrazione che si riserva la facoltà di affidare la gestione ad altra Ditta, previa dichiarazione che questa sia disposta ad assumerne l'esercizio.

#### **Art. 5**

Presentazione del campionario

Prima dell'inizio dei lavori, a seguito di eventuale richiesta da parte dell'Amministrazione, la Ditta presenterà il campionario di determinati materiali, di normale commercio, che intende impiegare nell'esecuzione degli impianti. Detto campionario sarà ritirato dalla Ditta una volta avvenute le verifiche e le prove preliminari dell'impianto. Resta implicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera la Ditta dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, i materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non risultino corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato.

#### **Art. 6**

Aggiudicazione dei lavori

L'aggiudicazione è vincolata all'accettazione, da parte della Ditta prescelta, delle eventuali modifiche che l'Amministrazione ritenga necessario introdurre e che la Ditta stessa, a seguito di accordo, deve apportare al progetto. In caso di rifiuto da parte della Ditta, l'Amministrazione si riserva il diritto di provvedere ai lavori diversamente. Nel caso in cui nessuna delle offerte presentate soddisfi alle prescrizioni del Capitolato, l'Amministrazione può non scegliere alcuna delle Ditte concorrenti. Le offerte contenenti omissioni il cui ammontare cumulativo sorpassi il 5% dell'importo complessivo sono scartate d'ufficio dall'Amministrazione. Se l'ammontare cumulativo delle omissioni è inferiore al 5% dell'importo dell'offerta, quest'ultimo è aumentato, per il confronto con le altre offerte, dell'ammontare delle parti omesse, stabilito applicando i prezzi unitari più elevati tra quelli esposti dagli altri concorrenti per lo stesso tipo di materiale, apparecchio o prestazione. Per omissione deve intendersi la dimenticanza completa di qualche parte dei lavori, forniture od altre prestazioni stabilite esplicitamente nel Capitolato. Un errore commesso nell'indicazione delle quantità previste, sotto qualunque titolo, non è considerato e la Ditta concorrente rimane interamente responsabile della completa esecuzione dell'impianto.

Le offerte corrette e quelle eventualmente equiparate saranno, allora, confrontate in base ai seguenti criteri [Inserire le percentuali di punteggio che saranno assegnate dalla Commissione aggiudicatrice nel corso della valutazione dei preventivi]:

- valutazione tecnica (\_\_\_%);
- ammontare dell'offerta (\_\_\_%);
- tempo di esecuzione lavori (tempo massimo \_\_\_\_\_ giorni lavorativi) (\_\_\_%);
- oneri annuali d'esercizio e manutenzione (\_\_\_%).

L'Amministrazione avverte della decisione presa le Ditte concorrenti la cui offerta non è stata scelta, come pure fa loro rilevare gli eventuali errori di interpretazione delle clausole del Capitolato che fossero stati commessi nello studio dell'offerta. Nessun compenso spetta a tutte le Ditte concorrenti per lo studio e la compilazione dei progetti presentati.

#### **Art. 7**

Prezzo dei lavori

Per il complesso degli impianti, dati completi a regola d'arte, in conformità all'offerta presentata dalla ditta aggiudicataria e con eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione nonché sotto le condizioni, obblighi ed oneri tutti di cui al presente capitolato, si intenderà, quale prezzo dei lavori, l'importo che verrà corrisposto a corpo, determinato in sede di aggiudicazione, risultante dalla somma di tutti i prezzi di singoli impianti o di singole parti.

## **CAPO II**

CAPO II

CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI

#### **Art. 8**

Prescrizioni tecniche generali

8.1 - REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. (Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle vigenti norme ISO/IEC 11801 e UNI/CEI).

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle norme CEI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM ITALIA;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali.

8.2 - DATI DI PROGETTO

Nella progettazione, oltre ai disegni forniti dall'Amministrazione, dovranno essere presi in considerazione i seguenti dati:

- tensione di alimentazione;
- sistema di distribuzione.

8.3 - PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

Cavi e conduttori:

- propagazione del fuoco lungo i cavi: i cavi devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;
- provvedimenti contro il fumo: allorché i cavi siano installati, in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.
- problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi: qualora i cavi, in quantità rilevanti, siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista, occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

#### 8.4.1 - Tubi protettivi, percorso tubazioni

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

#### 8.4.2 - Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicano le norme CEI 23-32.

I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

## CAPO III

### CAPO III

QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI  
 CONSEGNA ED ESECUZIONE DEI LAVORI  
 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

#### Art. 9

Qualità e caratteristiche dei materiali

#### 9.1 - GENERALITÀ



Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI, alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano, e alle norme ISO/IEC.

## 9.2 - PROVE DEI MATERIALI

L'Amministrazione potrà indicare preventivamente eventuali prove da eseguirsi sui materiali da impiegarsi negli impianti. Le spese inerenti a tali prove non saranno a carico dell'Amministrazione, la quale si assumerà le sole spese necessarie all'eventuale partecipazione alle prove di propri incaricati.

In genere non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ) od equivalenti ai sensi della Legge 10 ottobre 1977, n. 791.

## 9.3 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali dei quali sono stati richiesti campioni non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte dell'Amministrazione. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere. Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto. La Ditta non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dall'Amministrazione, provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere.

### **Art. 10**

Tempi di esecuzione dei lavori

L'Amministrazione concorderà con la Ditta la data di inizio dei lavori. A partire da tale data verrà tenuto conto del piano dei lavori di cui all'art.6. Nel caso in cui mancasse l'intera disponibilità sulla quale dovrà svilupparsi il cantiere o comunque qualsiasi altra causa ed impedimento, l'Amministrazione potrà disporre la consegna anche in più tempi successivi, senza che per questo la Ditta potrà sollevare eccezioni o trarre motivi per richiedere maggiori compensi od indennizzi.

### **Art. 11**

Esecuzione dei lavori

#### 11.1 - MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni dell'Amministrazione, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal capitolato e dall'offerta concordata. L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei lavori o con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre ditte. La Ditta è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio. Salvo preventive prescrizioni dell'Amministrazione, la Ditta ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale.

La Direzione dei lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della Ditta di far presenti le proprie osservazioni e riserve.

#### **Art. 12**

Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato. Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi, eccetera), nonché in prove parziali di isolamento e funzionamento ed in tutto quello che può essere utile allo scopo accennato.

### **CAPO IV**

CAPO IV

DISPOSIZIONI PARTICOLARI E MODO DI VALUTARE E COLLAUDARE I LAVORI

#### **Art. 13**

Documenti facenti parte del contratto

Fanno parte integrante del contratto:

- il presente Capitolato;
- la lettera d'invito all'offerta;
- il progetto, corredato di tutti i documenti indicati nel precedente art. 4 e con le eventuali modifiche richieste dall'Amministrazione ed accettate dalla Ditta in sede di aggiudicazione.

#### **Art. 14**

Osservanza di leggi, decreti e regolamenti

La Ditta ha l'obbligo di osservare, oltre alle norme del presente Capitolato, anche il Regolamento OO.PP. ed ogni altra norma di leggi, decreti e regolamenti vigenti o che siano emanati in corso d'opera, in tema di assicurazioni sociali e di pubblici lavori che abbiano comunque applicabilità nel caso dei lavori di cui trattasi, compresi i relativi regolamenti e le prescrizioni comunali del Comune di \_\_\_\_\_ [Inserire il nome del Comune].

Inoltre la Ditta è tenuta al rispetto del D.L. 19 settembre 1994, n. 626 e successive modifiche sul "Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro" e successive modifiche e decreti. Tutte le spese relative sono, quale onere di contratto, a carico della Ditta e quindi comprese nel prezzo a corpo di cui al precedente art. 8 e nei prezzi parziali indicati nel relativo elenco di progetti di cui al precedente art. 4, lett. e) e nei prezzi unitari indicati nel relativo elenco di progetto di cui al precedente art. 4, lett. f).

#### **Art. 15**

## Cartelli all'esterno del Cantiere

Ai sensi dell'art. 18, comma 8, della L. 19 marzo 1990, n. 55, come modificato dall'art. 24, comma 2, del D.Lgs. 19 dicembre 1991, n. 406, la Ditta ha l'obbligo di esporre uno o due (secondo quanto disporrà il Direttore dei lavori) cartelli all'esterno del cantiere - che dovrà fornire in opera a sua cura e spese - La Ditta è inoltre tenuta al rispetto del D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494 sulle Prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.

### **Art. 16**

#### Trattamento dei lavoratori

- Ai sensi dell'art. 18, comma 7 della L. 19 marzo 1990, n. 55, nei riguardi dei lavoratori dipendenti, la Ditta è tenuta ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai Contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori, anche se la Ditta non è aderente alle associazioni che hanno stipulato i suddetti contratti.

### **Art. 17**

#### Piani di sicurezza

Ai sensi dell'art. 31 del Regolamento, L. 18 novembre 1998, n. 415, la Ditta aggiudicataria dovrà attenersi a quanto disposto in materia di piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori. La Ditta è inoltre tenuta al rispetto del D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494 e successive modifiche sulle Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

### **Art. 18**

#### Tempo utile per l'ultimazione dei lavori

#### Penale per il ritardo

Il tempo massimo per dare ultimati i lavori dell'impianto con l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari dell'impianto resta fissato in quanto disposto al precedente art.6. La pena pecuniaria rimane stabilita nella misura di euro \_\_\_\_\_ [Inserire l'ammontare della pena pecuniaria] per ogni giorno di ritardo.

### **Art. 19**

#### Pagamento dei lavori

Il pagamento del saldo viene effettuato dopo l'approvazione del collaudo, mediante bonifico bancario a gg. \_\_\_\_\_ [Inserire il termine per il pagamento dei lavori] dal ricevimento della/e fattura/e. La Ditta è sempre ed unicamente responsabile della conservazione dei materiali fino al loro impiego e la Direzione dei lavori ha la facoltà di rifiutarne l'impiego e messa in opera e di ordinarne l'allontanamento dal cantiere, qualora, all'atto dell'impiego stesso, risultino comunque deteriorati o resi inservibili.

### **Art. 20**

#### Verifica provvisoria, consegna e norme per il collaudo degli impianti

## 20.1 - VERIFICA PROVVISORIA E CONSEGNA DEGLI IMPIANTI

Dopo l'ultimazione dei lavori, l'Amministrazione ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole.

È pure facoltà della Ditta di chiedere che la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, il funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

## 20.2 - COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dei lavori stessi.

Ad impianto ultimato, si deve provvedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto;
- rispondenza alle norme ISO/ IEC 11801.

In particolare, nel collaudo definitivo, dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano state osservate le norme tecniche generali;
- che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e le preventive indicazioni precisate dall'Amministrazione nella lettera di invito alla gara;
- che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nell'offerta, relative a quanto prescritto nel par. 2 dell'art. 4, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dei lavori;
- che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dei lavori, di cui è detto ai precedenti commi b) e c);
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, in base a quanto indicato nell'art. 5, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria.

### 20.2.1 - Esame a vista

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati

nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

20.2.2 - Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'opposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti messi in opera nell'impianto siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente.

## **Art. 21**

Garanzia degli impianti

Se non diversamente disposto, la garanzia è fissata entro 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo. Per garanzia degli impianti entro il termine precisato, si intende, l'obbligo che incombe alla Ditta di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica, tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio.

## **Art. 22**

Obblighi ed oneri generali e speciali a carico dell'Amministrazione e della Ditta

### 22.1 - OPERE ACCESSORIE E PROVVISORIALI

Salvo differenti indicazioni espresse nel Capitolato, per opere provvisorie comprese nei lavori, debbono intendersi tutte le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, come, ad esempio: apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, murature di grappe, sostegni e simili, ecc. Sono invece escluse dai lavori le opere murarie e di specializzazione edile, nonché quelle altre opere di rifinitura in genere, conseguenti ad impianti ultimati, come: ripresa di intonaci, di tinte, eccetera e tutto ciò che non fa parte del ramo d'arte della Ditta. Le prestazioni di ponti, di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisoria occorrente per l'esecuzione degli impianti, devono far carico alla Ditta, salvo il caso che per la contemporanea esecuzione delle opere edilizie, le anzidette opere provvisorie già esistano in loco, nel qual caso la Ditta potrà fruirne.

### 22.2 - DANNI DI FORZA MAGGIORE

Questi danni devono essere denunciati immediatamente ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i cinque giorni da quello dell'avvenimento.

### 22.3 - MAGAZZINI

Per le opere da eseguire, l'Amministrazione metterà a disposizione della Ditta i necessari locali, ove esistano, per il deposito dei materiali. La Ditta è tenuta a spostare il magazzino entro il termine assegnato, qualora i locali dovessero essere resi liberi.

### 22.4 - DISCIPLINA DEL CANTIERE

La Ditta è tenuta ad osservare e a far osservare al proprio personale la disciplina comune a tutte le maestranze del cantiere. Essa è obbligata ad allontanare quei suoi dipendenti che, al riguardo, non fossero bene accettati all'Amministrazione.

## 22.5 - SICUREZZA DEI LAVORATORI

La Ditta dovrà adottare, nell'esecuzione di tutti i lavori, i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel D.L. 19 settembre 1994, n. 626 e suoi aggiornamenti e nelle altre norme vigenti. Ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni ricadrà pertanto sulla Ditta, restandone sollevata l'Amministrazione, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza.

## 22.6 - DOMICILIO DELLA DITTA

La Ditta ha l'obbligo di comunicare, durante il corso del contratto, le variazioni eventuali del proprio domicilio legale.

### **Art. 23**

Modo di valutare i lavori

Per tutti i lavori esplicitamente contemplati nel progetto allegato al contratto e per quelle maggiori forniture ed opere non previste, ma che si rendano necessarie per dare compiuto l'impianto a regola d'arte, in perfetto stato di funzionamento e rispondente pienamente ai requisiti prescritti, è stabilito il prezzo a corpo fissato dal precedente art. 7.

Tuttavia, se durante l'esecuzione dell'impianto la Direzione dei lavori richiedesse delle varianti che portino un maggiore o minore lavoro, il relativo importo è valutato, per essere aggiunto o detratto dal prezzo a corpo di cui sopra, in base ai prezzi unitari indicati nel relativo elenco di progetto di cui al precedente art. 4. Da parte sua, la Ditta durante l'esecuzione dell'impianto, non può introdurre variazioni al progetto senza averne ricevuta l'autorizzazione per iscritto dall'Amministrazione. Ogni contravvenzione a questa disposizione è a completo rischio e pericolo della Ditta che deve rimuovere e demolire le opere eseguite qualora l'Amministrazione, a suo giudizio insindacabile, non ritenga di accettarle ed, in caso di accettazione, la Ditta, senza alcun aumento del suindicato prezzo a corpo, è obbligata all'esecuzione delle eventuali opere accessorie e complementari che le siano richieste perché i lavori eseguiti corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

### **Art. 24**

Spese inerenti alla gara ed al contratto

Tutte le spese inerenti e conseguenti alla partecipazione e all'espletamento della gara nonché alla stipulazione del contratto, sono a carico della Ditta.

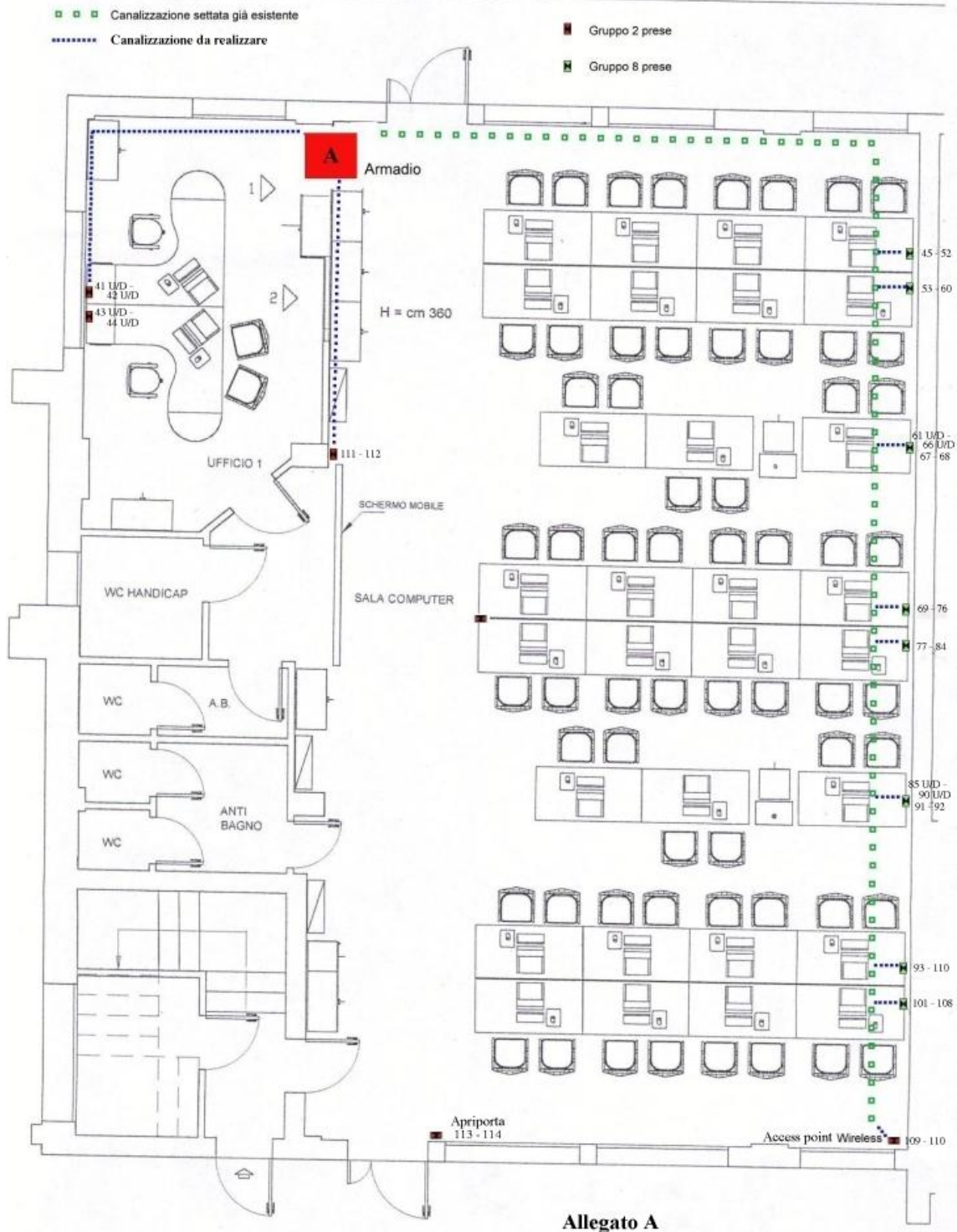
## **Il capitolato tecnico**

I seguenti documenti sono proposti come possibile modello per la redazione di un capitolato tecnico e sono stati realizzati per il cablaggio orizzontale di un laboratorio

informatico con un certo numero di postazioni studente ed un ufficio. Il primo documento contiene un esempio delle planimetrie dei punti utenza da porre in opera; il secondo propone, per lo stesso locale, uno schema delle specifiche richieste per il cablaggio, i componenti passivi e gli apparati attivi.

- **Modello di planimetria**
- **Modello di capitolato tecnico**

## **Modello di planimetria**



Esempio planimetria



## Capitolato tecnico Laboratorio di Informatica

Cablaggio e componenti passivi:

- Numero totale prese dati da installare: 74, a partire dalla presa numero 41 fino alla numero 114;
- cablaggio con cavo cat. 5e UTP;
- frutti lato utente e *patch panel* in cat. 5E, un cavo per ciascun frutto, frutti singoli (ma eventualmente sdoppiabili), due frutti per ciascuna presa;
- etichettatura di ciascun frutto, numerazione rigorosamente come da planimetria, le etichette dovranno riportare la seguente tipologia di numerazione: INFO-XXX (dove XXX rappresenta il numero identificativo del frutto);
- canalizzazioni (come da mappa allegata);
- certificazione strumentale dell'impianto;
- 300 *patch cords* cavo UTP cat. 5e, così ripartiti:
  - 200 da 2 mt;
  - 50 da 10 mt;
  - 50 da 5 mt;
- 30 *patch cords crossed* da 1.5 metri cavo UTP cat. 5e;
- apparati di rete (vedi specifiche successive);
- 4 *patch panel* (5 x 24) cat 5E;
- 4 moduli poggia-cavi orizzontali e 2 moduli laterali;
- 2 moduli di alimentazione da 19" con 6 prese universali *SCHUKO* cadauno (alloggiate posteriormente e non sul frontale);
- 1 armadio *rack* 19" (dimensioni mm 1800x800x800), dotato di 2 elementi di dissipazione del calore (ventole).

### Specifiche degli apparati di rete:

All'interno dell'armadio *rack* dovranno essere installati tutti gli apparati attivi e passivi indicati (*switches*, *patch-panels*, passacavi). È quindi opportuna la scelta di un singolo apparato attivo tale da occupare (in altezza) la dimensione massima complessiva di 100 cm. L'apparato deve risultare uno *switch fabric* a *chassis* modulare *layer 2/3/4* in grado di offrire una banda passante complessiva sul proprio *backplane* almeno pari a 70 Gbps. L'apparato dovrà essere almeno dotato di *management* integrato **SNMP**/RMONv2, permettere il *link* aggregation 802.1q verso uno *switch Cabletron* 6000 preesistente, supportare l'802.1D *Spanning Tree Protocol* e permettere la connettività remota da *client* SSH. Inoltre, l'apparato proposto dovrà essere dotato di alimentatore ridondante integrato.

Nell'immediato, viste le attuali esigenze, è necessario che siano rese disponibili sull'apparato, mediante la fornitura di un adeguato numero di moduli:

- 96 porte da 10/100 Mbps in rame;
- 4 porte da Gigabit *Ethernet* Mbps in rame;
- 1 porta da 100/1000 Mbps in fibra ottica.

In ogni caso, per qualunque esigenza futura, l'apparato dovrà permettere l'installazione aggiuntiva di altri moduli per un numero complessivo di porte 10/100 Mbps in rame pari a centoquarantaquattro (144).

Attività previste:

- posa cavo UTP, installazione armadio di permutazione, apparati ed accessori, installazione e numerazione *patch panels*, terminazione cavi UTP lato utenza e lato armadio, intestazione e numerazione punti utenza, documentazione di certifica, disegni planimetrici;
- posa delle canalizzazioni;

Planimetrie:

Allegato A - sarà comunque cura degli offerenti verificare, durante il sopralluogo, gli schemi proposti e valutare la necessità o l'opportunità di eventuali variazioni.

Scarica il documento in RTF: capitolato\_tecnico.rtf

## Lettera d'invito e lettera di aggiudicazione dei lavori

I seguenti documenti sono proposti come possibile modello per la redazione di una **lettera d'invito** (con la quale si richiede ad una Ditta di partecipare alla gara per la realizzazione di un cablaggio) e di una **lettera d'aggiudicazione dei lavori** (a conclusione delle operazioni di valutazione e selezione delle offerte pervenute).

### Lettera d'invito

Luogo, data

Spett.le

Oggetto: aggiornamento rete dati presso l'Istituto Comprensivo

\_\_\_\_\_

Via \_\_\_\_\_

Comune di \_\_\_\_\_

Vi preghiamo di voler produrre la Vostra migliore offerta per i lavori in oggetto, di cui potete trovare le specifiche tecniche e le modalità di intervento in allegato.

Per ogni delucidazione di carattere tecnico è possibile contattare \_\_\_\_\_ (tel. \_\_\_\_\_, email: \_\_\_\_\_).

Saremo inoltre a vostra disposizione per qualunque chiarificazione in occasione del sopralluogo dei locali interessati dai lavori. Il sopralluogo avrà luogo il giorno \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_, alle ore \_\_\_\_\_. L'offerta dovrà pervenire in busta chiusa a mezzo Raccomandata A.R. entro e non oltre il \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_. Saranno oggetto di valutazione le sole offerte i cui importi risulteranno non superiori a euro \_\_\_\_\_ (iva esclusa).

I lavori dovranno essere programmati in modo da terminare entro e non oltre il giorno \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

Il Capitolato Generale dovrà essere restituito firmato per presa visione e accompagnato

dalla documentazione ivi richiesta.

Distinti Saluti,

Il Dirigente

---

Scarica il documento in formato Word: invito\_gara.doc

## Lettera di aggiudicazione dei lavori

Luogo, data

Spett.le

Oggetto: offerta per i lavori di realizzazione della rete dati dell'Istituto Comprensivo di \_\_\_\_\_.

Gentili signore e signori,

con la presente desideriamo informarvi che in data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ la commissione tecnica composta da:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

si è riunita per la valutazione delle offerte economiche di cui alla ns. lettera prot. \_\_\_\_\_.

Si è proceduto alla scelta dell'offerta economicamente più vantaggiosa, tenendo conto dei seguenti criteri:

- costo economico a corpo dei lavori;
- valore tecnico;
- tempi di realizzazione.

Chiarito ciò, si ritiene che l'offerta economicamente più vantaggiosa sia quella inviataci dalla Ditta \_\_\_\_\_.

Distinti saluti

Il Dirigente

Scarica il documento in formato Word: aggiudicazione\_lavori.doc

## Certificazione del cablaggio

A titolo esemplificativo, è riportato nel seguito un esempio di una certificazione ISO 11801 di un cablaggio strutturato.



Nome Dell'Operatore:  
 Versione standard: 4.8 Versione software: 3.8  
 NVP: 60.0% Soglia Anomalia da Errore: 15%  
 Test Data Schema: N/P

**Sommario del test: PASSATO**

ID Cavo: DEIS-PT 01  
 Spazio Limite: 5.5 dB (NEXT @ Remoto 12-36)  
 Location: FAC.DI INGEGNERIA  
 Data /Ora: 07/31/2002 05:14:12pm  
 Standard Usato: ISO11801 Ch Class D-2002  
 Tipo di Cavo: UTP 100 Ohm Cat 5  
 FLUKE DSP-4000 No. serie: 7533035 LIA013  
 FLUKE DSP-4000SR No. serie: 7533035 LJA012

Schermi collegamenti	1 2 3 4 5 6 7 8 B
<b>PASSATO</b>	
	1 2 3 4 5 6 7 8

Lunghezza (m), Lim. 100.0 [Cop. 78]	40.5
Ritardo prop. (ns), Lim. 555 [Cop. 12]	109
Skew di Ritardo (ns), Lim. 50 [Cop. 12]	3
Resistenza (ohms), Lim. 25.0 [Cop. 45]	0.4
Impedenza (ohms)	
Anomalia (m)	
Attenuazione (dB) [Cop. 12]	0.8
Frequenza (MHz)	100.0
Limite (dB)	24.0

Margini Peggiori Valori Peggiori

PASSATO	MAIN	SR	MAIN	SR
Coppia Peggiora	12-36	12-36	12-36	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	45.6	42.7	37.7	37.0
Freq. (MHz)	29.9	38.4	80.8	98.4
Limite (dB)	39.1	37.2	30.0	30.2
Coppia Peggiora	12	36	12	36
<b>PSNEXT (dB)</b>	35.0	37.7	35.0	35.5
Freq. (MHz)	80.8	63.0	80.8	98.6
Limite (dB)	27.0	30.6	27.0	27.2

PASSATO	MAIN	SR	MAIN	SR
Coppia Peggiora	45-36	45-36	45-36	45-36
<b>ELFEXT (dB)</b>	31.4	31.5	31.4	31.5
Freq. (MHz)	95.6	95.6	98.4	98.4
Limite (dB)	17.8	17.8	17.5	17.5
Coppia Peggiora	45	45	36	45
<b>PSSELFEXT (dB)</b>	55.0	54.0	30.7	29.0
Freq. (MHz)	4.4	4.0	98.2	98.0
Limite (dB)	41.6	40.6	14.6	14.8

PASSATO	MAIN	SR	MAIN	SR
Coppia Peggiora	12-36	12-36	12-36	12-36
<b>ACR (dB)</b>	63.2	63.3	28.9	27.6
Freq. (MHz)	2.7	2.8	80.8	98.4
Limite (dB)	52.4	52.1	5.3	6.3
Coppia Peggiora	12	36	12	36
<b>PSACR (dB)</b>	62.1	61.4	26.7	26.1
Freq. (MHz)	2.7	2.9	80.8	98.6
Limite (dB)	49.4	48.8	5.3	3.3

PASSATO	MAIN	SR	MAIN	SR
Coppia Peggiora	12	12	12	12
<b>RL (dB)</b>	17.0	13.0	17.0	13.0
Freq. (MHz)	59.8	90.6	50.8	90.6
Limite (dB)	12.2	10.4	12.2	10.4

Conformità Network Standards

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
1000BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-16 Active	TR-16 Passive	

## Vincoli normativi per la scelta degli installatori

La liberalizzazione delle comunicazioni su rete fissa ha favorito in Italia il diffondersi di offerte per la fornitura di servizi. Purtroppo si constata però come operino spesso sul mercato imprese alle volte impreparate ad applicare correttamente quelle normative di legge e quegli *standard* tecnici che hanno fatto sì che, sino ad ora, le Telecomunicazioni fossero considerate un servizio pubblico. La Legge demanda però agli utenti l'obbligo dell'ottenimento del collaudo e della certificazione degli impianti interni di fonia e telematica connessi alla rete pubblica, prevedendo sanzioni per gli inadempienti. Anche se la materia è fonte di continua discussione, al momento prevale l'interpretazione secondo la quale gli impianti interni sono soggetti alla Legge 109/91 ed al successivo D.M. 314/92. In pratica, il Ministero delle Comunicazioni rilascia apposita autorizzazione per l'installazione, il collaudo, l'allacciamento e la manutenzione di impianti interni di trasmissione, trattamento o ricezione di informazioni (inclusi i sistemi realizzati mediante reti cablate o *wireless*, in fibra ottica o con altri collegamenti di natura elettromagnetica e laser), solamente alle imprese che hanno dimostrato di essere idonee e rispondenti a specifici requisiti di Legge.

Il Ministero delle Comunicazioni aggiorna semestralmente l'Albo Nazionale delle Aziende in possesso dell'Autorizzazione Ministeriale per la progettazione, realizzazione, collaudo, manutenzione e certificazione degli Impianti Interni di Telecomunicazione. Attualmente l'elenco completo degli installatori autorizzati comprende i nominativi di oltre un migliaio di aziende. La lista completa è disponibile sul sito *Web* del Ministero delle Comunicazioni, all'URL:

<http://www.urpcomunicazioni.it/anagrafe.htm>.

# Numerazione IP

**Franco Callegati**

10.1.1 (Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura hardware, software, eccetera)

## Introduzione all'esercitazione

Si consiglia per lo svolgimento del seguente esercizio guidato di reperire la RFC 1878 sul sito <http://www.ietf.org> e di utilizzare uno strumento per il calcolo delle maschere e degli indirizzi IP.

Un calcolatore *on-line* in linguaggio *Java* è disponibile sul sito: <http://www.geocities.com/chuutoro/Subnetting.html>.

Un *software* installabile direttamente sul proprio calcolatore è il *Network Calculator* reperibile al sito <http://www.wildpackets.com>.

## Esercitzazione su sub-netting/super-netting

La rete IP rappresentata in figura è costituita da 6 LAN interconnesse mediante varie tecnologie (*Ethernet*, *Fast Ethernet* e collegamenti punto punto).

Di ciascuna LAN è noto il numero di *host* (comprensivo del *router* o dei *router* che appartengono alla LAN stessa).

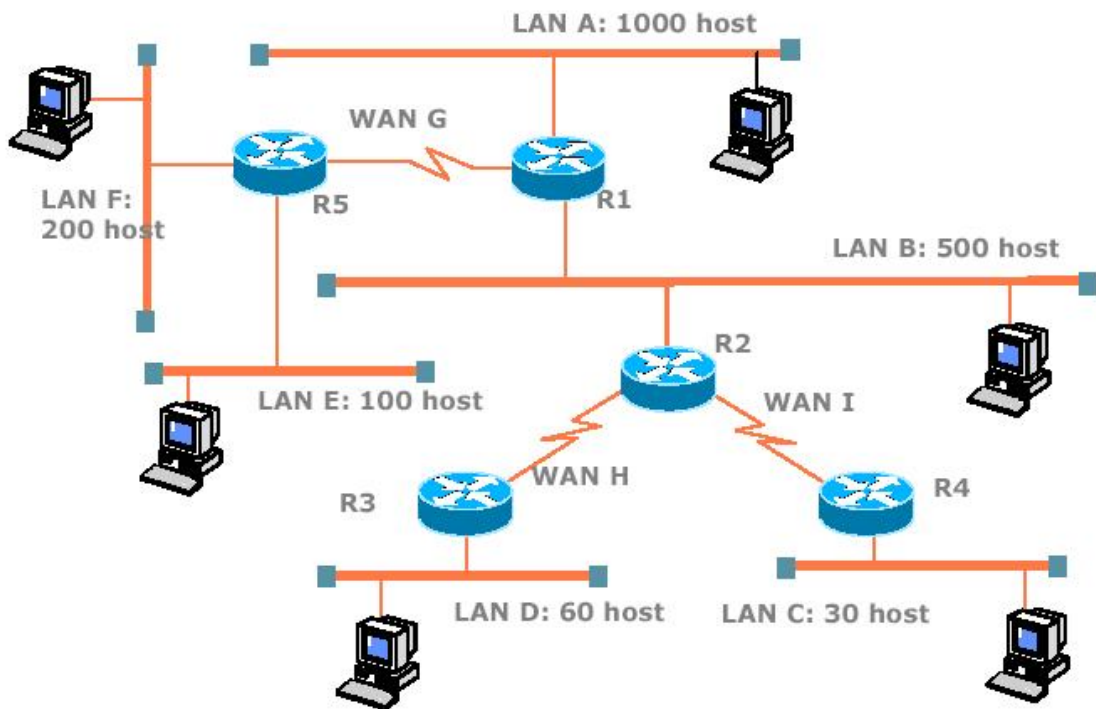
Si dispone dei blocchi di indirizzi contigui da 200.0.0.0/24 a 200.0.7.0/24 (8 blocchi di indirizzi in classe C).

Si chiede di:

- indirizzare tutte le sottoreti;
- calcolare le maschere relative;
- assegnare gli indirizzi alle interfacce dei *router*.

Le ipotesi di lavoro sono:

- impiego di maschere di *sub-netting* e *super-netting* di lunghezza variabile (VLSM);
- divieto di utilizzo delle sottoreti indirizzate con tutti 1 e di quelle indirizzate con tutti 0.



Rete IP

## Soluzione

Utilizzando la notazione *classless* il blocco di indirizzi contigui a disposizione si può identificare col la *supernet* 200.0.0.0/21, che include 2048 indirizzi da 200.0.0.0 a 200.0.7.255.

La suddivisione di questo spazio di indirizzi va effettuato fra le LAN ed i collegamenti punto-punto fra i *router*, conformemente al numero di *host* ed interfacce presenti.

LAN	Net ID / mask-bit	Netmask	Numero Massimo Host
LAN A	200.0.0.0/22	255.255.252.0	1022
LAN B	200.0.4.0/23	255.255.254.0	510
LAN C	200.0.7.192/27	255.255.255.224	30
LAN D	200.0.7.128/26	255.255.255.192	62
LAN E	200.0.7.0/25	255.255.255.128	126
LAN F	200.0.6.0/24	255.255.255.0	254

Da questa suddivisione rimangono liberi 30 indirizzi che possono essere utilizzati per le interfacce dei *router* sui collegamenti punto-punto. In questo caso è consigliabile creare una sottorete da 2 *host* per ciascun collegamento punto-punto, ossia per ciascuna rete WAN. Si potrebbe quindi procedere in questo modo:

WAN	Net ID / mask-bit	Netmask	Indirizzi delle interfacce
WAN G	200.0.7.224/30	255.255.255.252	200.0.7.225 200.0.7.226
WAN H	200.0.7.228/30	255.255.255.252	200.0.7.229 200.0.7.230
WAN I	200.0.7.232/30	255.255.255.252	200.0.7.233 200.0.7.234

Per quanto riguarda gli indirizzi alle interfacce dei *router* verso le reti LAN, per convenzione si utilizzano gli indirizzi *IP* di valore più alto, ossia quelli immediatamente precedenti all'indirizzo di *broadcast* avente tutti i *bit* a 1 nella parte *host*.

L'assegnazione risulta quindi la seguente:

Router	Interfaccia	Indirizzo
R1	LAN A	200.0.3.254
	LAN B	200.0.5.254
	WAN G	200.0.7.225
R2	LAN B	200.0.5.253
	WAN H	200.0.7.229
	WAN I	200.0.7.233
R3	LAN D	200.0.7.190
	WAN H	200.0.7.230
R4	LAN C	200.0.7.222
	WAN I	200.0.0.234
R5	LAN E	200.0.7.126
	LAN F	200.0.6.254
	WAN G	200.0.7.226



# Configurazione VLAN

Giorgio Calarco  
Franco Callegati  
Walter Cerroni

10.1.1. (Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura hardware, software, eccetera)

## Interconnessione del cavo seriale all'apparato attivo



Cavo seriale

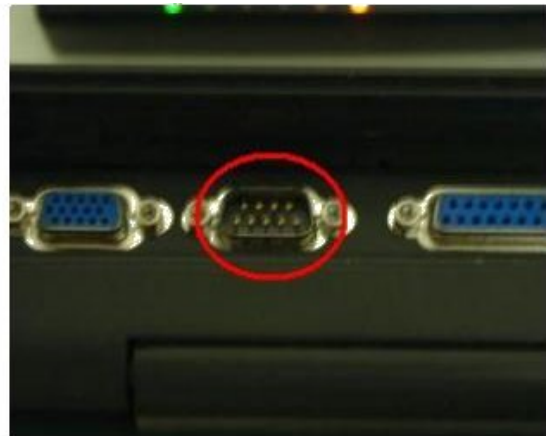
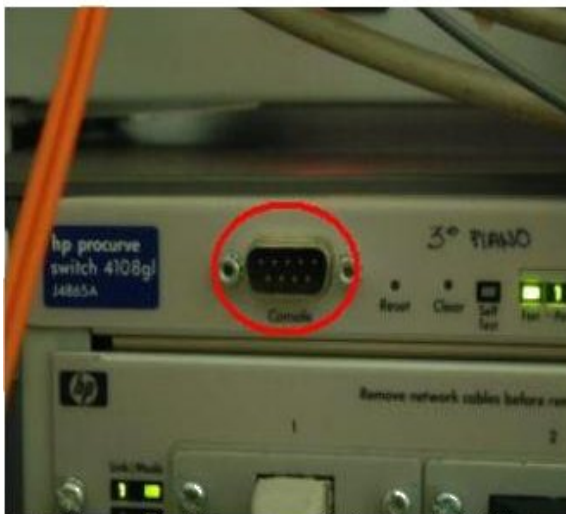


Immagine di un connettore seriale disponibile su un PC portatile



Esempio di cavo seriale disponibile sull'apparato attivo



Interconnessione del cavo seriale all'apparato attivo

Esempio di cavo seriale, immagine del connettore seriale disponibile su di un PC portatile, esempio di connettore seriale disponibile sull'apparato attivo e interconnessione del cavo seriale all'apparato attivo

Prima di occuparci della configurazione in senso stretto di una VLAN, è auspicabile eseguire alcune operazioni preliminari. Gli *switch manageable* in commercio dispongono normalmente di una porta seriale utile per la prima configurazione. In particolare, è possibile assegnare loro un indirizzo IP. In questo modo è ammissibile il loro controllo successivo senza la necessità di recarsi materialmente presso l'apparato (in sostanza utilizzeremo la rete dati stessa per comunicare con l'apparato).

Normalmente queste operazioni si svolgono nel momento in cui è già stata terminata la posa dei cavi di rete. Nel seguito illustriamo quindi come utilizzare il connettore seriale per assegnare l'indirizzo IP all'apparato attivo e in seguito esamineremo come connetterci via *Web* all'apparato per creare una VLAN. Occorre innanzitutto disporre un PC (possibilmente un portatile, per comodità) dotato di una porta seriale, collocarlo nei pressi dell'apparato e interconnetterlo allo *switch* con un cavo seriale. Spesso quest'ultimo è addirittura fornito come dotazione accessoria da parte del produttore dello *switch*.

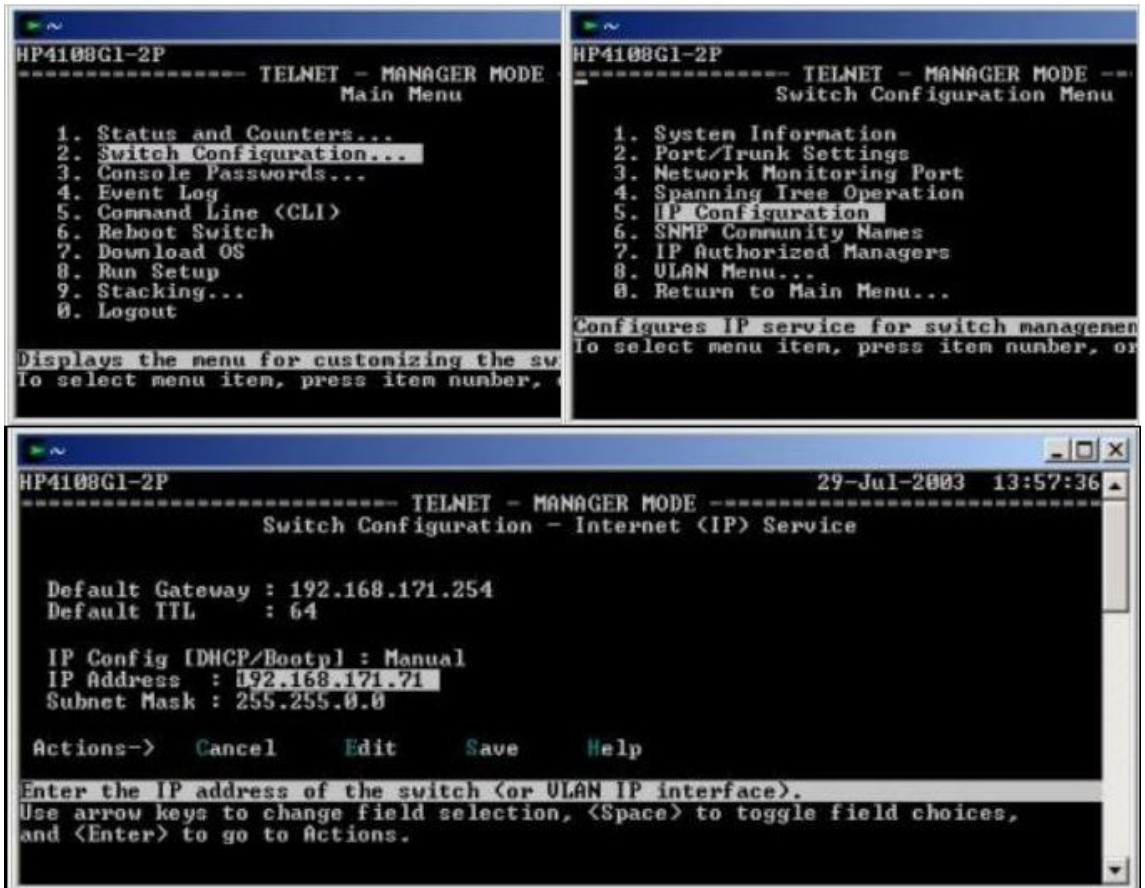
## Collegamento all'apparato



Schermata iniziale di collegamento all'apparato

A questo punto possiamo mettere in funzione sia il PC che l'apparato. Occorre inoltre disporre di un'applicazione *software* in grado di utilizzare la porta seriale per avviare la comunicazione tra PC ed apparato. A questo scopo è normalmente disponibile su sistemi operativi *Windows* l'applicazione *HyperTerminal* (si avvia dal menù Programmi > Accessori > Comunicazioni). Occorre tenere presente che, in questa sede, non è possibile illustrare una procedura di configurazione universalmente valida e, in questo senso, le informazioni successive sono da intendersi a puro titolo esemplificativo. Nonostante ciò, per ampie categorie di apparati attivi le operazioni da svolgere non si discostano sensibilmente da quanto esporremo.

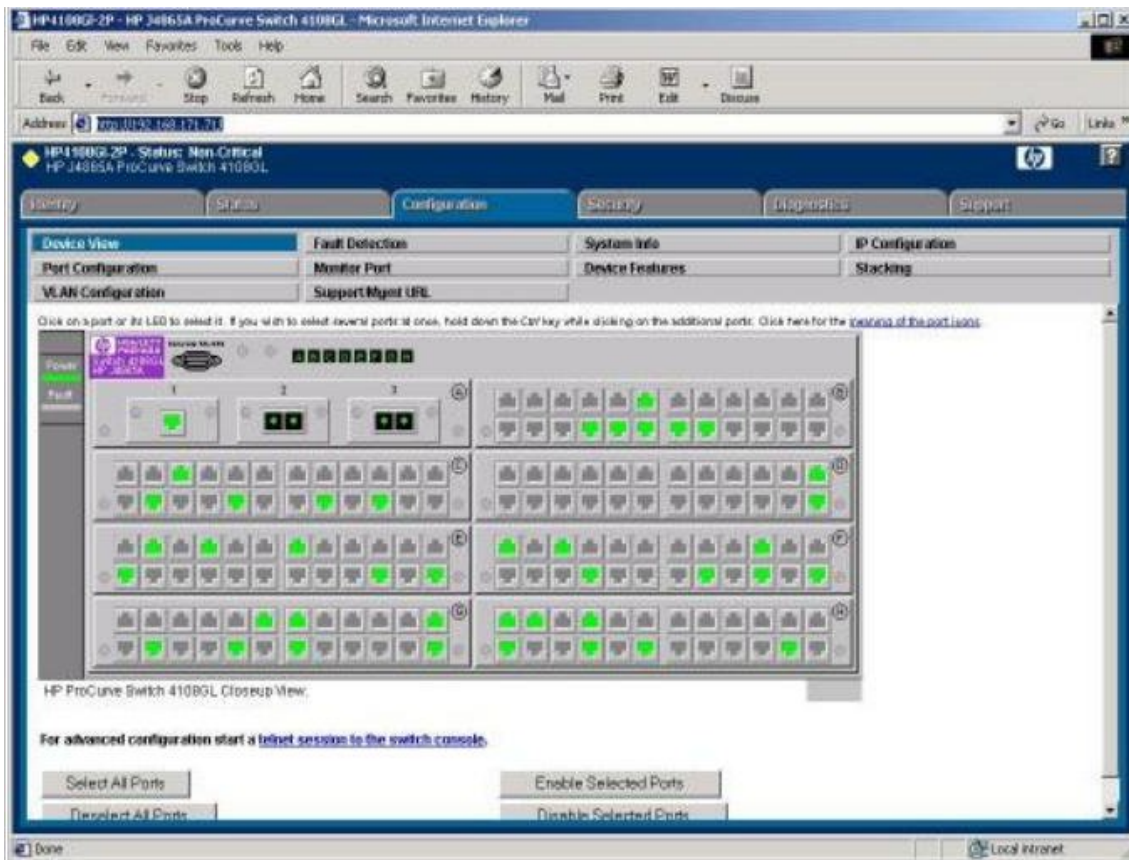
## HyperTerminal



Menù principale di configurazione, Switch Configuration Menu e IP Configuration Menu e assegnazione di un indirizzo IP statico all'apparato

Come illustrato in figura, usiamo *HyperTerminal* per collegarci all'apparato. Entriamo quindi nel menù principale di configurazione e selezioniamo l'opzione *Switch configuration*. All'interno dello *Switch Configuration Menu* è possibile selezionare il sottomenù *IP Configuration*. Nel menù *IP Configuration* è ora possibile modificare diverse opzioni. Nel caso più semplice (assegnazione di un indirizzo IP statico), è sufficiente inserire l'indirizzo IP nella casella di testo *IP Address*. In questo caso particolare si tratta dell'indirizzo privato 192.168.171.71, ma sono ovviamente possibili scelte diverse. Fatto ciò, la configurazione può essere salvata (è sufficiente selezionare *Save* nel menù *Actions*) e si può terminare il collegamento seriale.

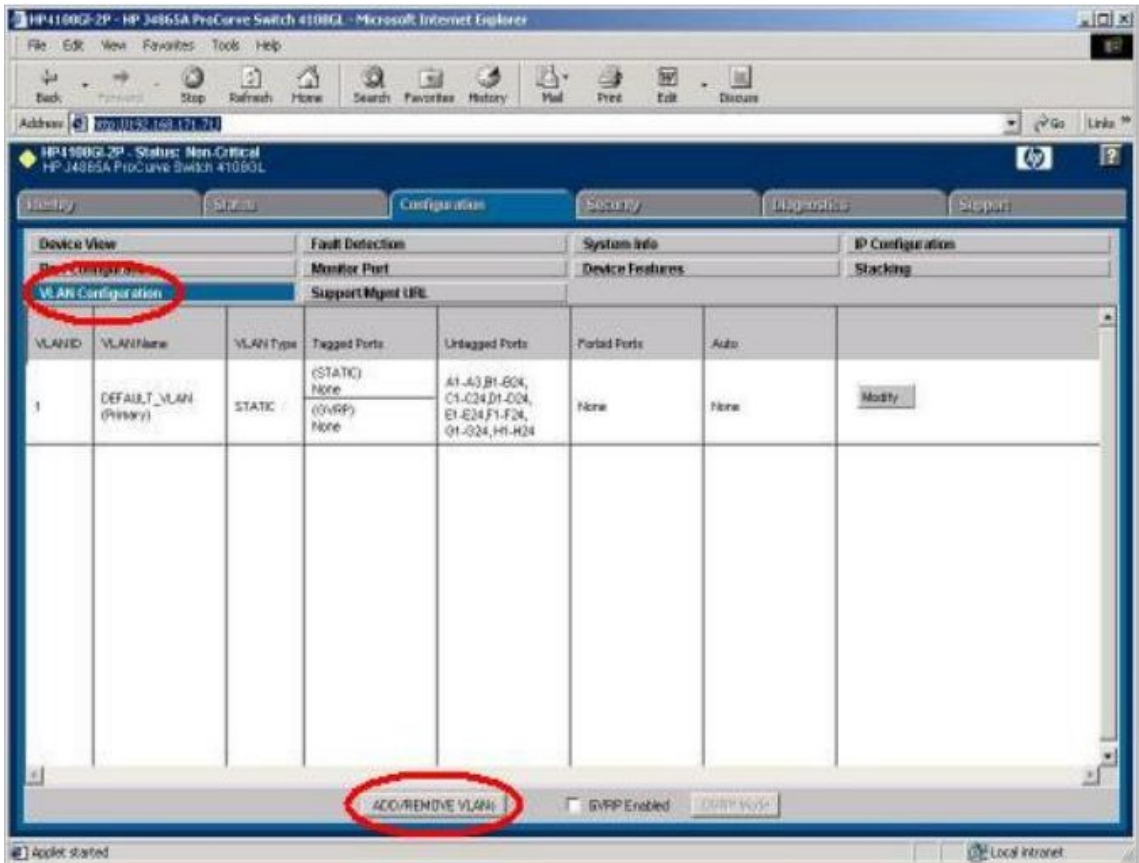
## Interfaccia Web di configurazione dello switch



Interfaccia Web di configurazione dello switch

A questo punto, per procedere con successive configurazioni, possiamo collegarci all'apparato utilizzando un qualunque *Web Browser* o un'applicazione Telnet. Per semplicità nel seguito faremo riferimento alla prima scelta. In questo caso, è sufficiente avviare sulla propria postazione *Internet Explorer* (o un altro *Web Browser*) e selezionare l'URL riferito all'apparato, come ad esempio, `http://192.168.171.71`. Nel seguito procederemo alla creazione di una nuova VLAN (oltre a quella di *default*, sempre esistente) che chiameremo prova, con identificatore di VLAN 802.1Q pari a 75 e a cui riferiremo le porte H13 - H18 dello *switch*. Appena aperta la connessione *Web*, si ha accesso ad un menù grafico di configurazione che ci mostra il funzionamento corrente dell'apparato e vari pulsanti da selezionare nella parte superiore della finestra.

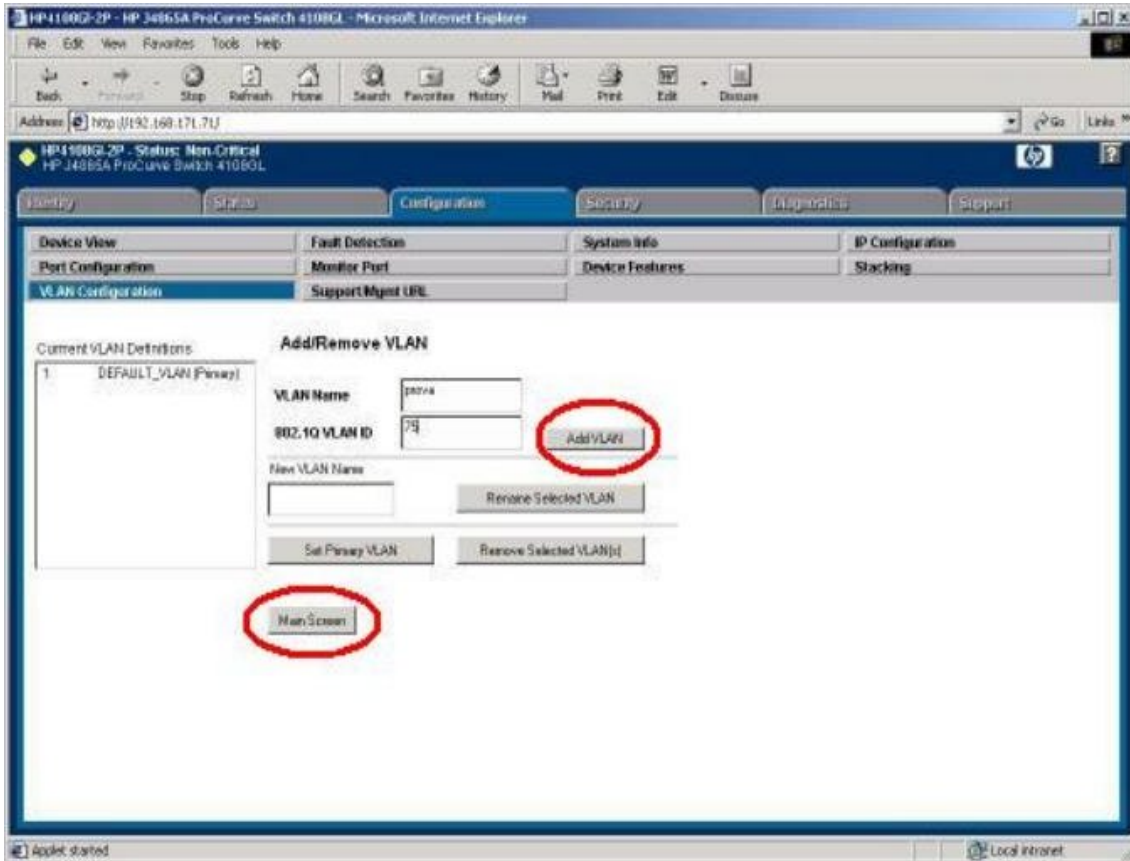
## Interfaccia VLAN Configuration



Interfaccia VLAN Configuration

Selezionando il menù *VLAN Configuration* è possibile procedere alla creazione di una nuova VLAN o gestire quelle preesistenti. Premiamo il pulsante *ADD/REMOVE VLANS* per accedere all'interfaccia di creazione di una nuova VLAN.

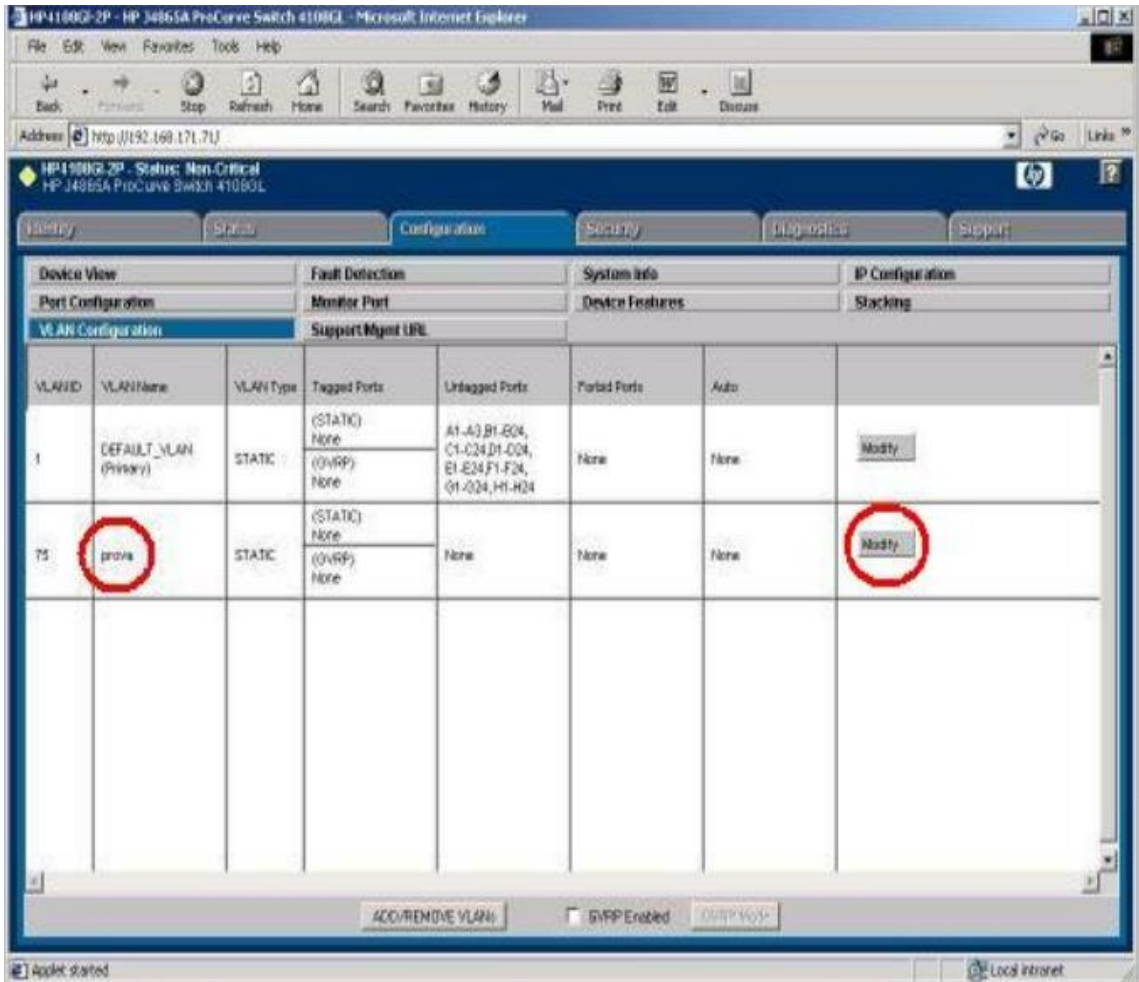
## Interfaccia Add/Remove VLAN



Interfaccia Add/Remove VLAN

Inseriamo il nome prova nel campo VLAN Name e (ad esempio) il valore 75 nel campo 802.1Q VLAN ID. Poi premiamo i pulsanti *Add VLAN* e *Main Screen*. In questo modo ritorniamo al menù principale *VLAN Configuration* da cui è possibile verificare la avvenuta creazione della nuova VLAN prova.

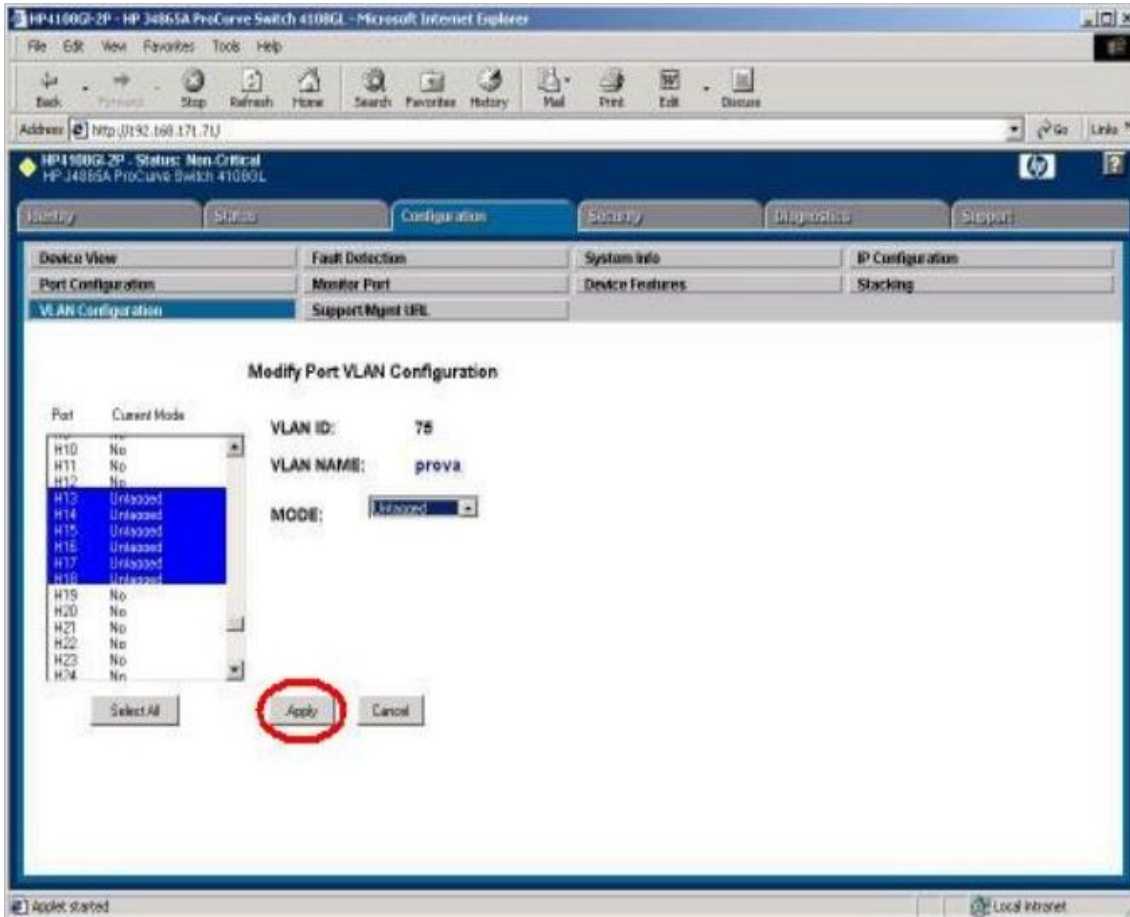
## Nuova VLAN prova inserita



La nuova VLAN prova e' stata inserita

Possiamo ora procedere all'inserimento delle porte dell'apparato all'interno della nuova VLAN. Per ottenere ciò, premiamo il pulsante *Modify*: compare così una nuova interfaccia grafica, chiamata *Modify Port VLAN Configuration*.

## Interfaccia Modify Port VLAN Configuration

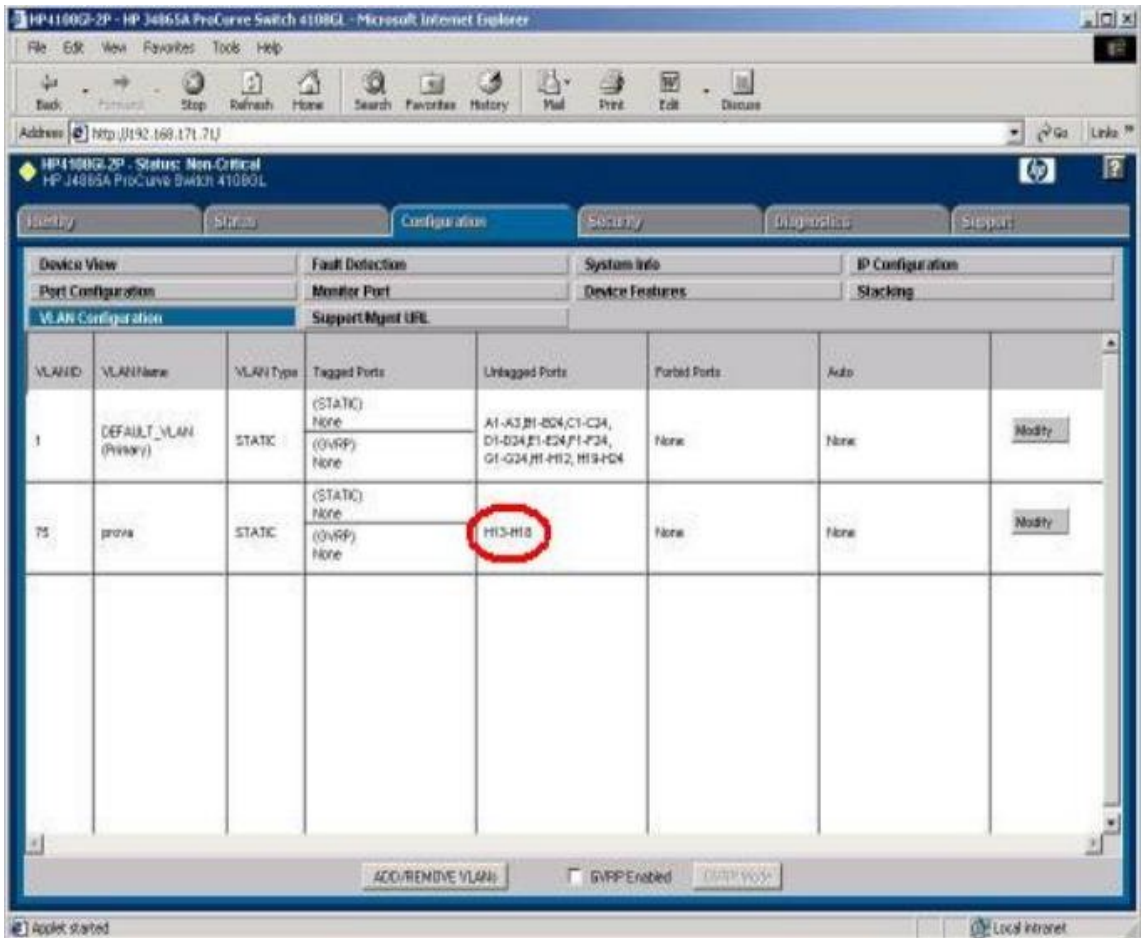


Interfaccia Modify Port VLAN Configuration

Ora è possibile selezionare le porte H13-H18, definirle di tipo *Untagged* e premere il pulsante *Apply* per inserirle nella VLAN appena creata.

## Menù principale di configurazione, VLAN esistenti e porte assegnate





Il menu' principale di configurazione, le VLAN esistenti e le porte assegnate

Si ritorna così al menù principale di configurazione, nel quale è mostrato l'insieme delle porte attribuite a ciascuna VLAN.

# Realizzazione di un cablaggio

Giorgio Calarco

10.1.1. (Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura hardware, software, eccetera)

## Introduzione



Panoramica di un armadio rack

Questo insieme di *slide* vuole offrire una visione panoramica delle operazioni che è necessario svolgere per rendere operativi gli apparati di rete e fornire la connessione agli utenti. terminate le operazioni di posa del cablaggio strutturato da parte dell'installatore, è necessario procedere all'installazione degli apparati di rete all'interno degli armadi *rack* e alla loro interconnessione con le prese degli utenti. A titolo d'esempio prendiamo in considerazione l'armadio *rack* rappresentato in figura.

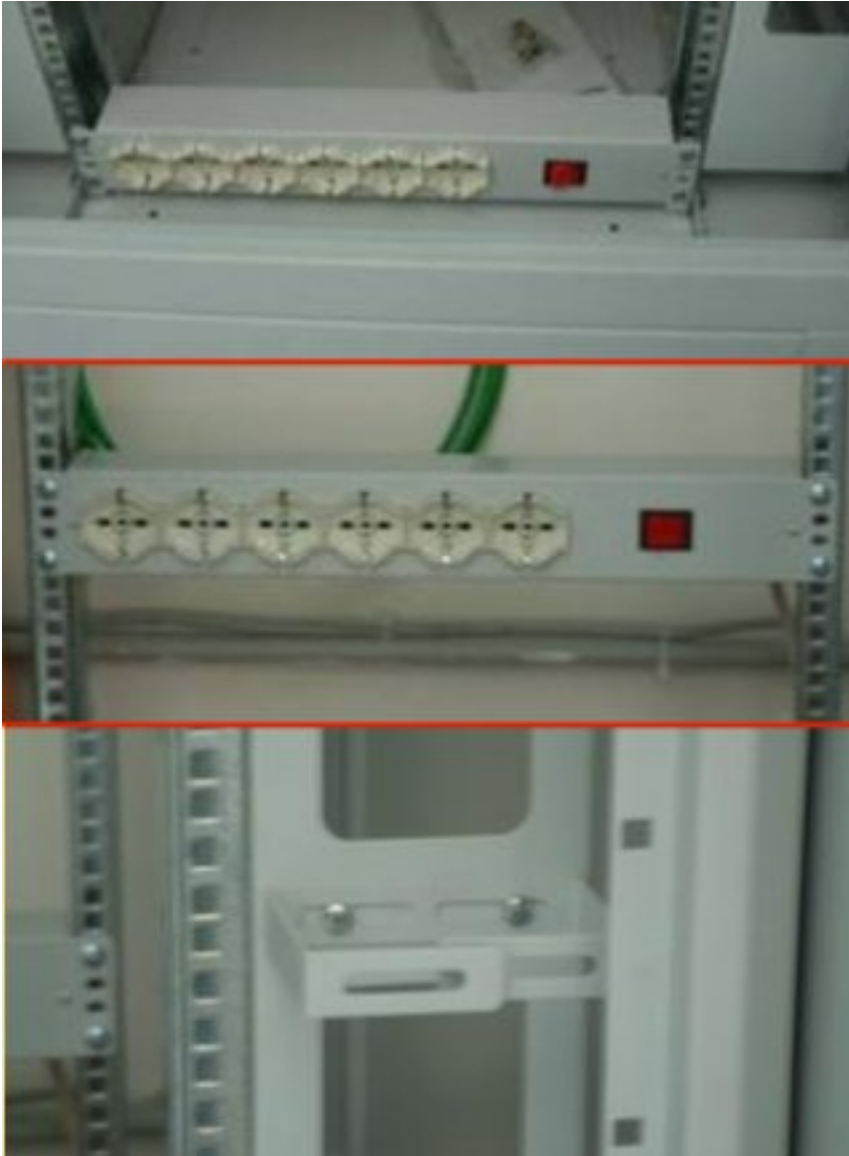
## Costituzione dell'armadio rack



Porta frontale di un armadio rack, porta laterale con serratura laterale e cassetto ottico

Analizziamo in dettaglio la costituzione dell'armadio. Innanzitutto, possiamo notare la porta-finestra, dotata di serratura di sicurezza, posta sul lato frontale. Inoltre, l'armadio è fornito di alcune pareti laterali amovibili, utili per consentire un più comodo accesso all'interno dell'armadio. Spesso, anch'esse sono dotate di una serratura a chiave. All'estremità superiore è presente un cassetto ottico, all'interno del quale sono intestate alcune coppie di fibre ottiche.

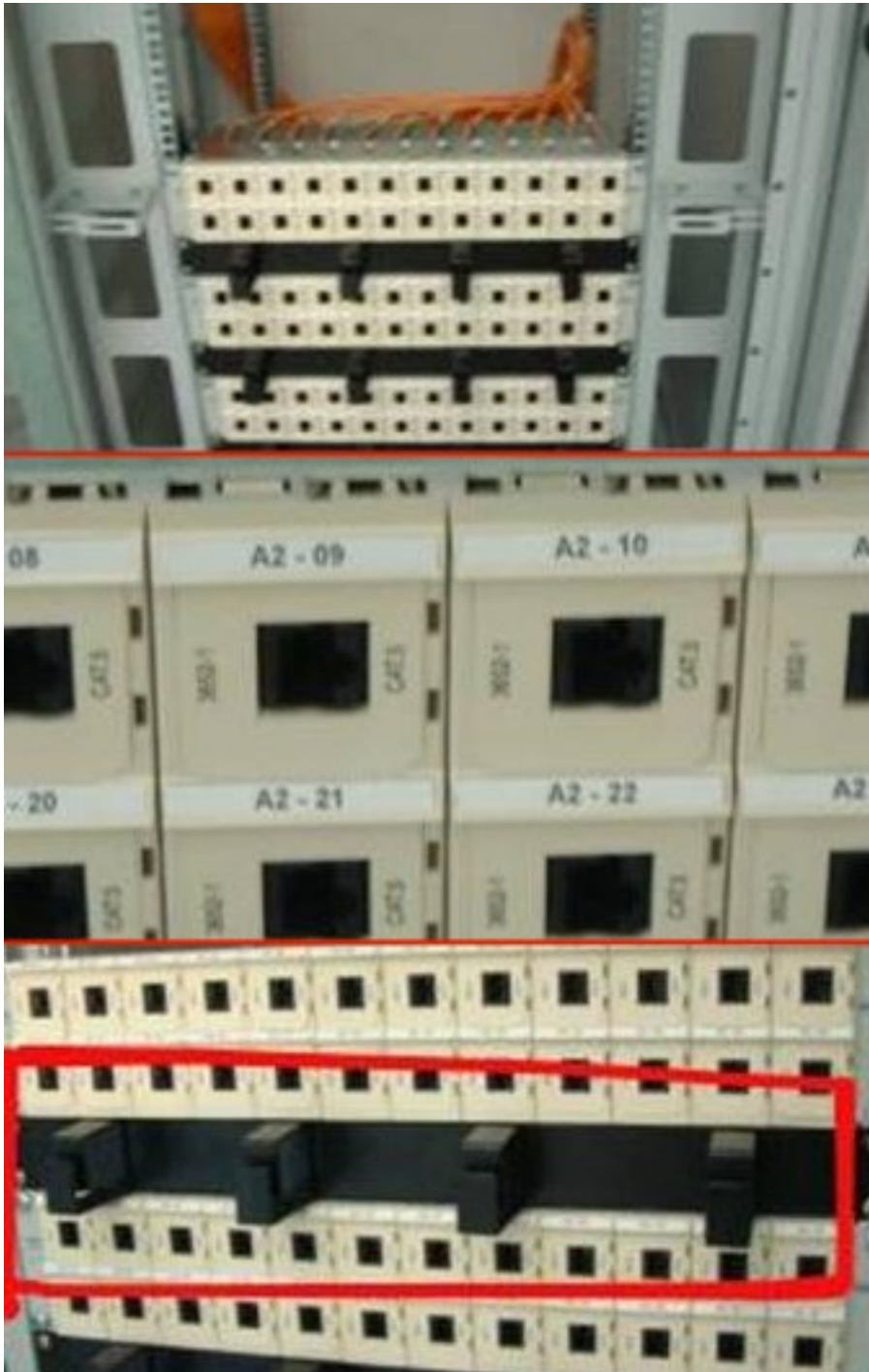
## Moduli di alimentazione e passacavi laterali



Moduli di alimentazione e passacavi laterali

Inferiormente e sul lato posteriore dell'armadio sono collocati due moduli di alimentazione da 6 prese *schuko* universali ciascuna. Lateralmente troviamo alcuni passacavi, utili per trattenere i cavi presenti all'interno dell'armadio.

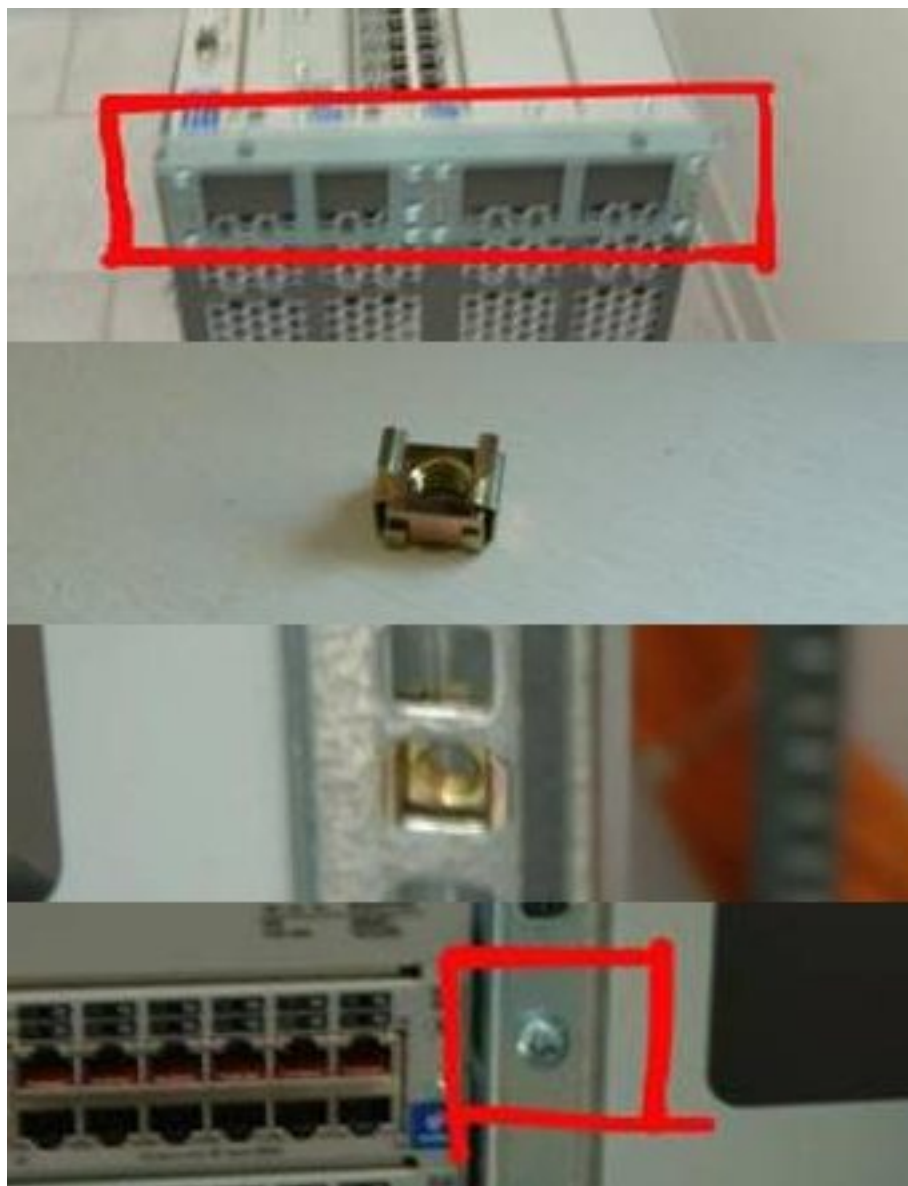
## Patch panel



Patch panel, particolare di un patch panel e poggia-cavi orizzontali

infine, l'installatore avrà avuto cura di sistemare all'interno dell'armadio i *patch panel*. Da ciascuno di questi si diparte un cavo che termina in corrispondenza della presa utente. Su ciascun frutto dei *patch panel* viene apposta un'etichetta numerata identificativa (ovviamente questa numerazione dovrà corrispondere a quella di ogni presa utente). Può anche essere richiesto all'installatore di inserire alcuni moduli poggia-cavi orizzontali.

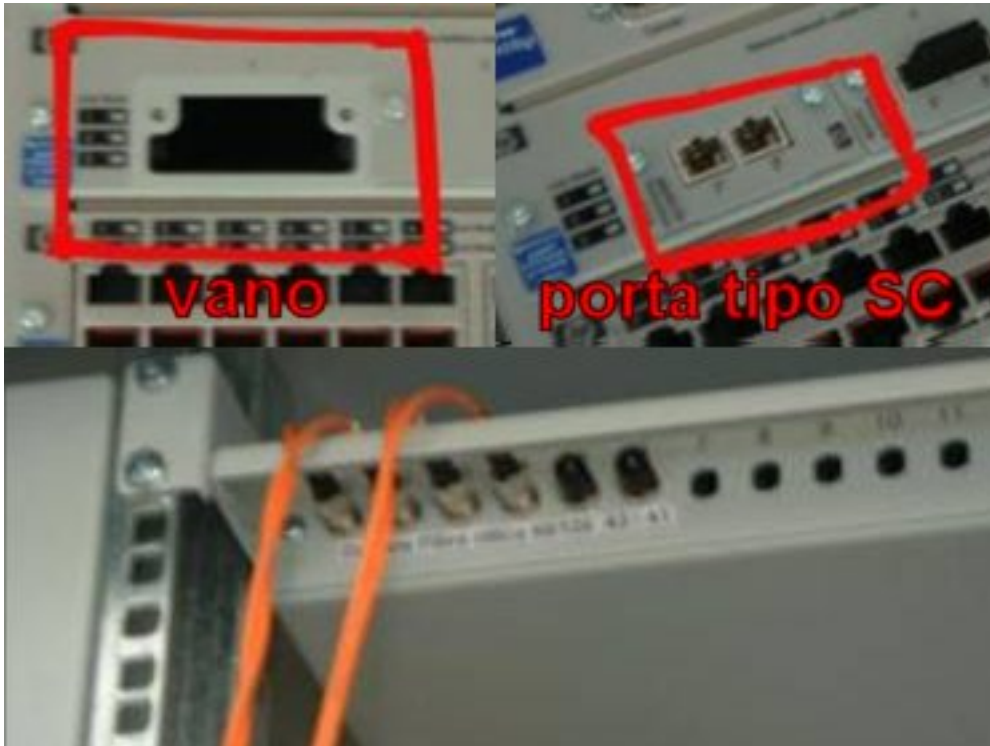
## Apparati attivi e dadi gabbia per rack



Apparato attivo (supporti di fissaggio), dadi gabbia per rack, dado gabbia fissato sulla ghiera dell'armadio e apparato attivo alloggiato all'interno dell'armadio rack

Possiamo procedere alla installazione degli apparati attivi. Questi devono essere preventivamente dotati di appositi supporti per il montaggio all'interno degli armadi *rack*. Un accessorio indispensabile per l'alloggiamento degli apparati è il dado gabbia. Questo è fissato sulla ghiera dell'armadio ed utilizzato per bloccare, con apposite viti, gli apparati attivi.

## Alloggiamenti per componenti opzionali



Alloggiamenti per componenti opzionali, porta SC per fibra ottica e fibre ottiche

Inoltre, esistono spesso degli appositi vani in cui possono essere inseriti alcuni componenti opzionali dello *switch*. Ad esempio, in figura è mostrata una porta opzionale di tipo SC per fibra ottica. In questo modo l'apparato attivo può essere collegato al resto della rete utilizzando la fibra precedentemente intestata all'interno del cassetto. In figura è rappresentata una bretella ottica che raccorda lo *switch* al cassetto.

## Switch installato all'interno dell'armadio

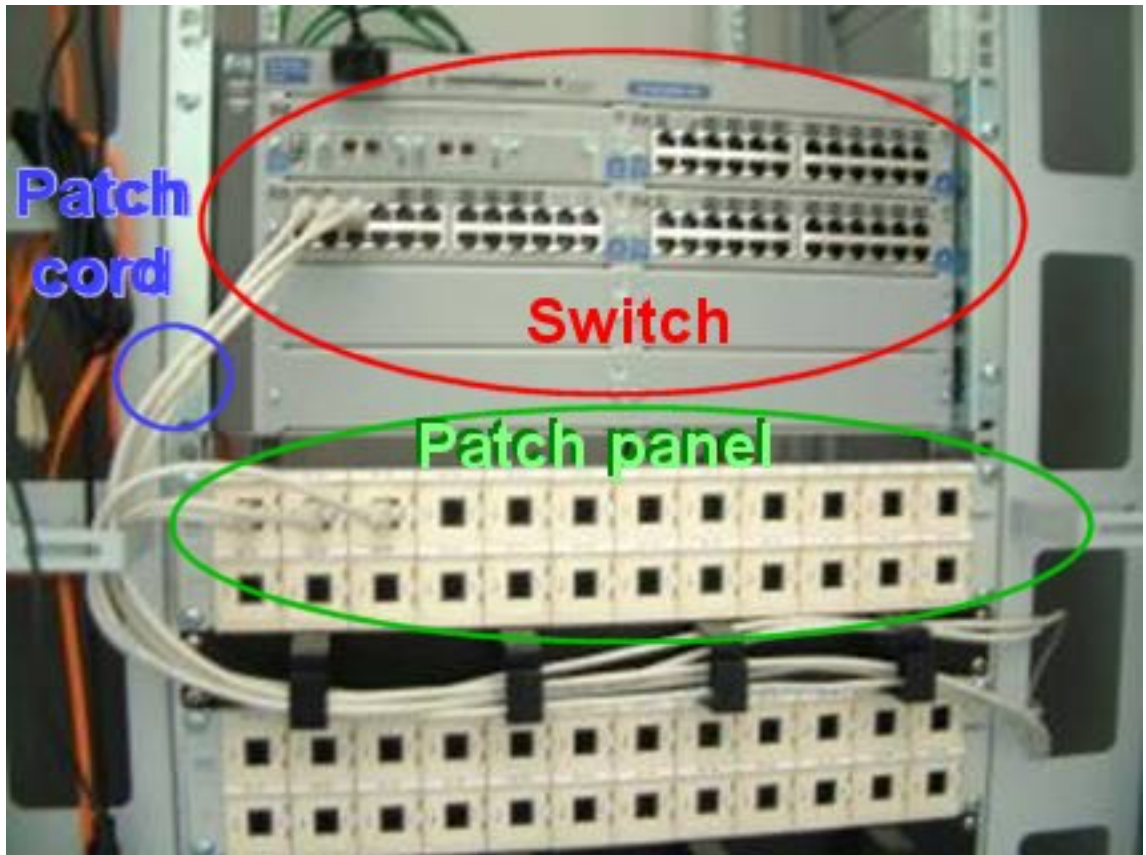


Switch installato all'interno dell'armadio

Giunti a questo punto, questa dovrebbe essere la situazione all'interno dell'armadio.

## **Inserimento dei Patch cord**





Patch cord sull'apparato, sul patch panel e nei moduli poggia-cavi

Ora inseriamo i *patch cord* tra le prese dello *switch* e i frutti dei *patch panel*, avendo cura di riporli sul modulo poggia-cavi e di trattenerli con i passacavi laterali.

**Fine dei lavori**



Inserimento dei patch cord

Spesso è utile assicurare i *patch cord* con qualche fascetta auto-bloccante. Abbiamo così terminato i lavori: possiamo fornire alimentazione allo *switch* e procedere con la configurazione *software* dello stesso.

# Configurazione di Router

**Franco Callegati**

10.1.1 (Progettare una LAN includendo le specifiche di architettura hardware, software, eccetera)

## Interconnessione con la rete fisica

Obiettivo: imparare a rilevare la modalità di interconnessione di un *router* con la rete fisica circostante.

Strumenti necessari: SSH *client*, CHAT di *community* attiva, Microsoft *terminal service client*.

## Richiami: Interfacce di un router

Un *router Cisco* supporta un'ampia varietà di interfacce fisiche. Le più diffuse nelle reti di organizzazioni medio/grandi sono riportate in seguito.

- WAN
  - xDSL
  - V.35
  - OC-3 con prot. ATM (atm0.4)
  - BRI ISDN S/T (bri, bri0/1)
- LAN
  - *Ethernet* (e0, e0)/0
  - *Fast Ethernet* (f0, f0/1)
  - ....

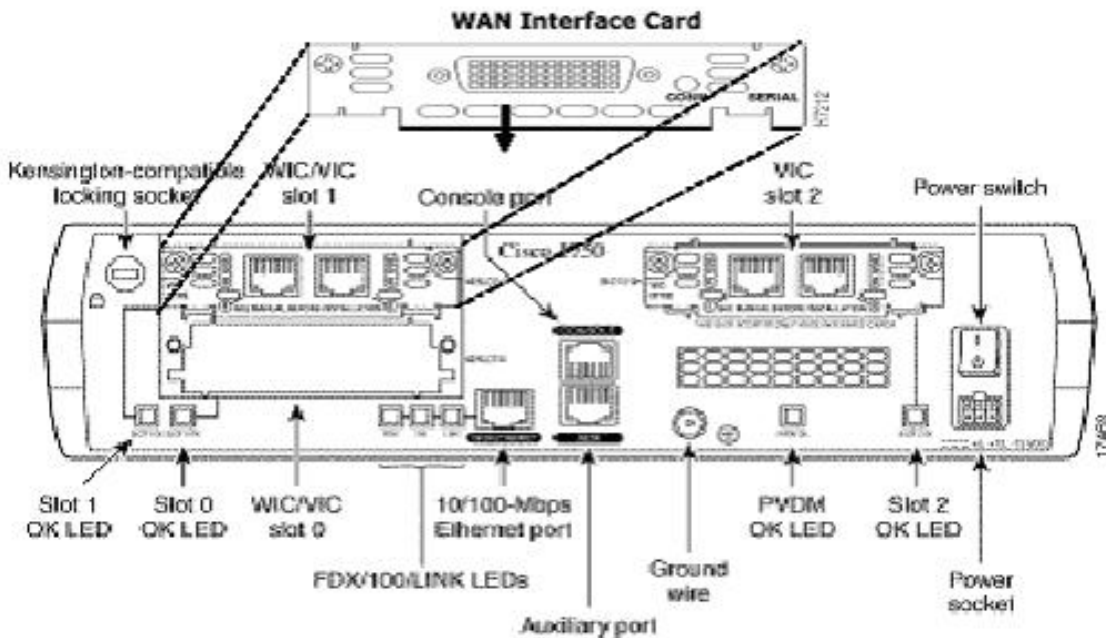
Per una trattazione esauriente di tutte le tipologie si suggerisce di consultare il sito del costruttore <http://www.cisco.com>.

## Richiami: Problematiche di interconnessione di un router con la rete

Il collegamento di un *router* con la rete fisica presuppone l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- identificazione preliminare delle interfacce del *router*;
- collegamento delle interfacce seriali al punto di terminazione della rete geografica (tipicamente un DCE fornito dal *carrier* locale), oppure
- collegamento del *router* con altro *router* co-locato tramite collegamento seriale-seriale;
- collegamento delle interfacce LAN ad apparati di *networking* per LAN (*hub*, *switch*, *bridge*);
- attivazione delle interfacce di linea del *router*;
- eventuale rimozione di problemi del livello fisico;
- utilizzazione di comandi specifici per la verifica delle funzionalità di livello 1 delle interfacce;
- utilizzazione di comandi specifici per il *discovery* delle macchine

interconnesse al *router*.



WAN interface card

## Storyboard per l'esercitazione

Il discente esegue l'autenticazione sulla macchina *GATEWAY* mediante *SSH client*; attiva il *TELNET* sulla macchina *GATEWAY* aprendo una connessione verso la *console* del *router*; imposta, per la sessione sul *router*, la modalità privilegiata con il comando *enable* e immette l'eventuale *password* prevista (tipicamente *cisco*).

## Stato amministrativo delle interfacce

Esempio: l'unica *Ethernet* presente sul *router* da cui è stato estratto l'*output* che segue.

```
Miorouter#show interface e0
Ethernet0 is administratively down, line protocol is down
Hardware is PQUICC Ethernet, address is 00b0.6437.6f2c (bia 00b0.6437.6f2c)
MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec,
Reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of show interface counters never
Queuing strategy: fifo
Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
5 minute input rate 0 bit/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bit/sec, 0 packets/sec
```

0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer  
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles  
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored  
0 input packets with dribble condition detected  
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns  
0 output errors, 0 collisions, 0 deffered  
0 lost carrier, 0 no carrier  
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out  
Administratively down indica lo stato dell'interfaccia.

line protocol is down indica lo stato del livello *data link*.

address is 00b0.6437.6f2c (bia 00b0.6437.6f2c) indica l'indirizzo fisico (in questo caso *MAC*); notare che vengono segnalati due indirizzi *MAC* (il *MAC address* modificabile con opportuni comandi; il *Burned in address* che è quello della ROM della scheda di interfaccia e non è alterabile).

.....

ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00 indica il tipo di protocollo di risoluzione degli indirizzi impostato.

.....

... seguono dati di report relativi al conteggio di eventi specifici che il *router* gestisce (pacchetti ricevuti, pacchetti trasmessi, errori, eccetera).

Per la transizione dell'interfaccia dallo stato amministrativo di fuori servizio a quello di attività, occorre impostare la sequenza di comandi:

```
Miorouter#conf term  
Miorouter(config)#interface e0  
Miorouter(config-if)#no shutdown  
<CTRL-Z>
```

```
Miorouter#write term
```

A questo punto l'impostazione è stata salvata nella configurazione corrente. Per salvarla permanentemente (nella memoria non volatile), in modo da renderla attiva fin dal prossimo riavvio del *router*, occorre dare il comando:

```
Miorouter#write memory
```

## Discovery degli apparati interconnessi

*Cisco* implementa sui propri apparati (*hub*, *bridge*, *switch*, *router*) un protocollo proprietario (CDP, *Cisco Discovery Protocol*) per scoprire quali macchine *Cisco* sono interconnesse con la macchina in questione.

Tale protocollo opera ad un livello superiore al *data link*, ma inferiore al livello *network*. Impiega la tecnica di incapsulamento *standard* LLC/SNAP ma il *protocol type* è di quelli non assegnati a livello internazionale. È ovviamente proprietario anche il formato dei dati trasportati nel campo informativo della struttura di trama. Su segmenti di LAN i messaggi CDP vengono incapsulati in trame *Ethernet* con indirizzo *multicast* di valore

01-00-0C-CC-CC-CC (assegnato internazionalmente a CDP). Nelle trame *Ethernet*, i dati inerenti il CDP vengono incapsulati in modalità LLC/SNAP con i seguenti tag:

DSAP = AA

SSAP = AA

Frame type = 03(*unnumbered*)

OUI = 00 00 0C

Ethertype per CDP = 20 00

Il meccanismo in base al quale opera CDP, se abilitato, è il seguente: ad intervalli di tempo regolari (e comunque modificabili con opportuni comandi di configurazione) il *router* invia delle trame attraverso le sue interfacce (*out*) e legge le trame dalle interfacce (*in*). Le trame ricevute sono utilizzate per compilare una tabella di memoria.

Protocolli di rete	Protocollo <i>Data-Link</i> proprietario <i>Cisco</i>	Il <i>media</i> deve supportare SNAP
<i>TCP/IP</i>	CDP scopre e visualizza	LANs
<i>Novell IPX</i>	informazioni sui dispositivi	<i>Frame Relay</i>
<i>AppleTalk</i>	<i>Cisco</i> direttamente	ATM
Altri	connessi	Altri

I dati trasportati dal CDP sono relativi a:

- identificatore del dispositivo.
- Lista degli indirizzi.
- Identificatore della porta.
- Lista delle *Capability*.
- Piattaforma (*release software* e famiglia a cui appartiene il *router*).

Si sottolinea che tale protocollo fornisce informazioni utili solo se gli apparati di *networking* confinanti sono del tipo *Cisco* ed hanno CDP abilitato.

## Visualizzazione della CDP table:

```
Miorouter#sh cdp entry *
```

```
-----
```

```
Device ID: 2503-2
```

```
Entry address(es):
```

```
IP address: 192.168.68.9
```

```
Platform: cisco 2500, Capabilities: Router
```

```
Interface: Serial0, Port ID (outgoing port): Serial1
```

```
Holdtime:172 sec
```

```
Version:
```

```
Cisco Internetwork Operating System Software
```

```
IOS (tm) 2500 Software (C2500-IS-L), Version 12.0(8), RELEASE SOFTWARE  
(fc1)
```

```
Copyright (c) 1986-1999 by cisco Systems, Inc.
```

```
Compiled Mon 29-Nov-99 13:51 by kpma
```

```
-----
```

```
Device ID: 00267892(ssgrr5000)
```

```
Entry address(es):
```

```
IP address: 195.31.237.221
```

Platform: WS-C5000, Capabilities: Trans-Bridge Switch  
Interface: Ethernet0, Port ID (outgoing port): 2/7  
Holdtime: 174 sec  
Version:  
Ws-C5000 Software, Version McpSW: 2.1(8) NmpSW: 2.1(8)  
Copyright (c) 1995, 1996 by Cisco Systems

## Attivazione del CDP:

```
Miorouter#conf term  
Miorouter(config)#interface e0  
Miorouter(config)#cdp run  
Miorouter(config-if)# cdp enable  
<CTRL-Z>
```

```
Miorouter#write term
```

Questa sequenza di comandi abilita il funzionamento del CDP per l'interfaccia *Ethernet 0*.

Per visualizzare lo stato di configurazione del CDP su una interfaccia (esempio *Ethernet 0*), occorre impostare il comando:

```
Miorouter#show cdp interface e0  
L'output sarà del tipo:
```

```
Ethernet0 is up, line protocol is up  
Encapsulation ARPA  
Sending CDP packets every 60 seconds  
Holdtime is 180 seconds
```

60 seconds è l'intervallo di tempo fra due pacchetti successivi di CDP inviati.

180 seconds è il tempo di vita della *entry* nella tabella corrispondente all'interfaccia configurata (se entro 180 secondi non si riceve un aggiornamento della *entry* mediante pacchetto CDP, la *entry* viene cancellata).

## Disabilitazione del CDP su tutte le interfacce:

```
Miorouter#conf term  
Miorouter(config)#no cdp run  
<CTRL-Z>  
Miorouter#write term
```

## Disabilitazione del CDP su un'interfaccia

Esempio: *Ethernet 0*

```
Miorouter#conf term  
Miorouter(config)#interface e0  
Miorouter(config-if)#no cdp enable  
<CTRL-Z>  
Miorouter#write term
```

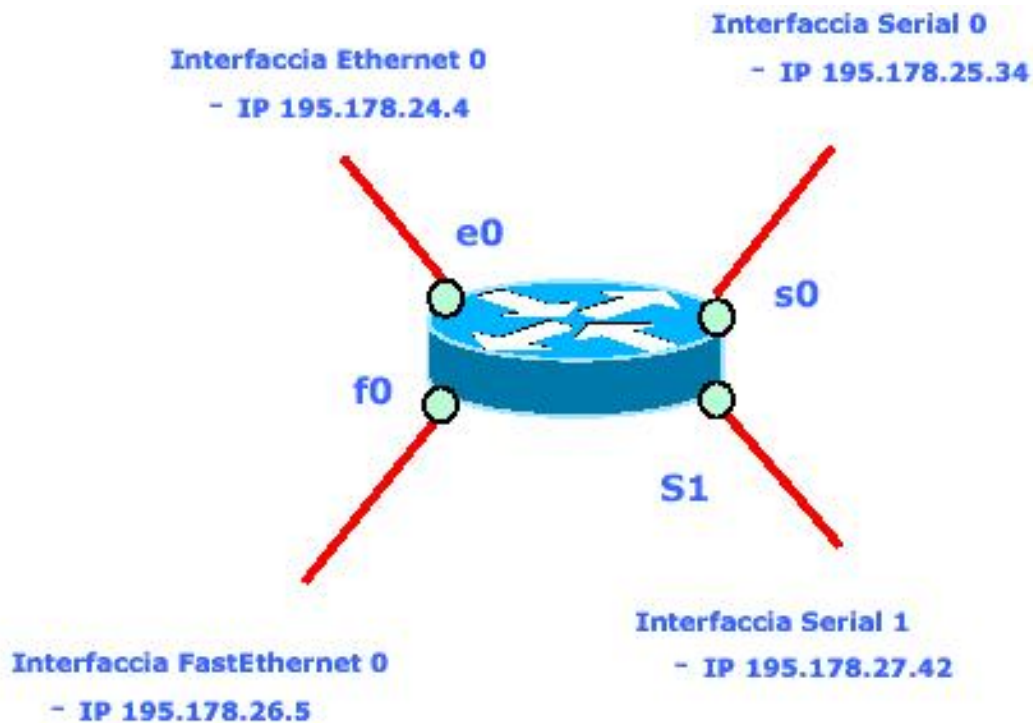
## Assegnazione degli indirizzi alle interfacce di un router

Obiettivo: acquisire le conoscenze teorico-pratiche necessarie ad indirizzare le interfacce di un *router*.

Strumenti necessari: SSH *client*, CHAT di *community* attiva.

### Richiami: Indirizzamento IP

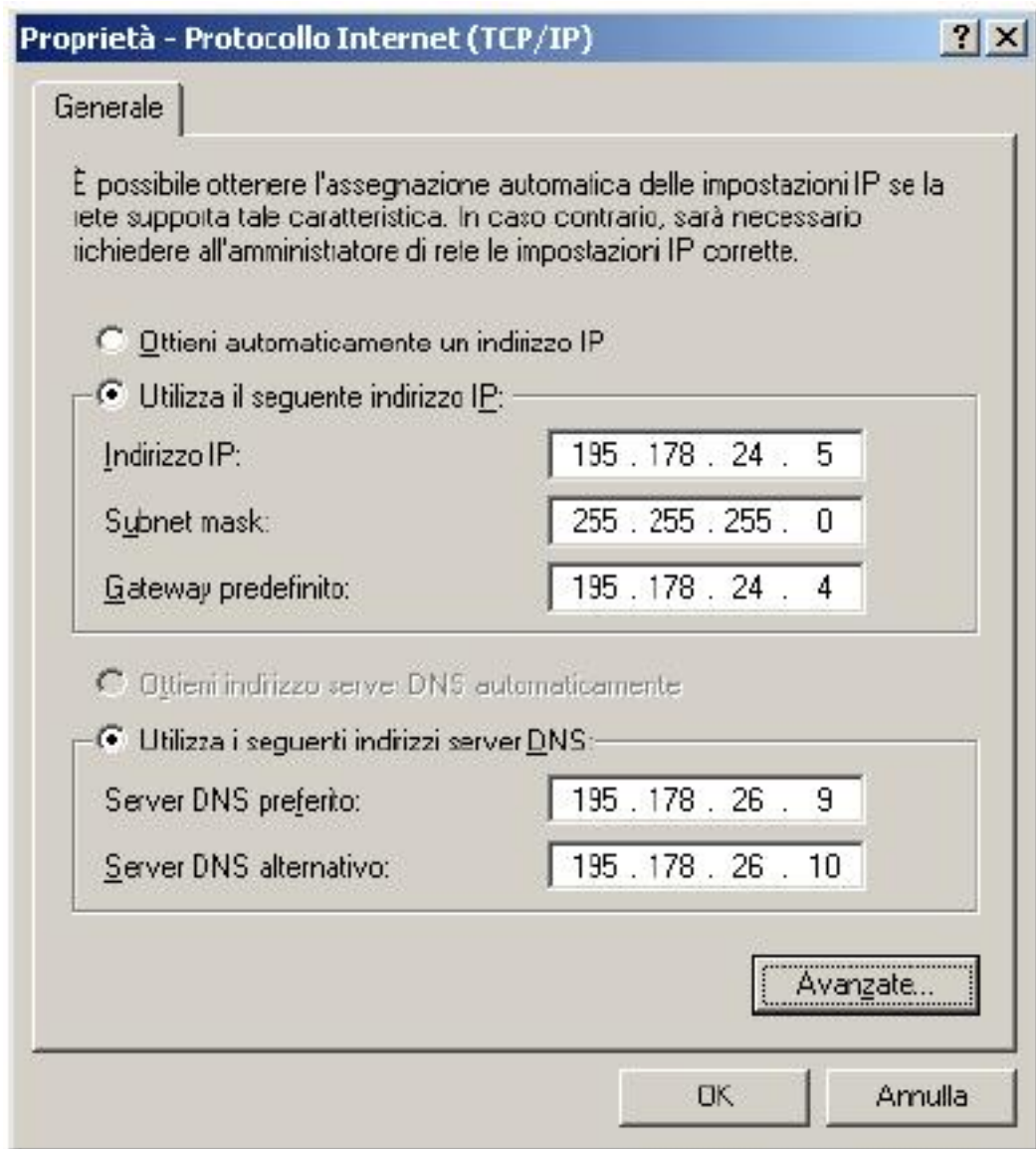
In una rete *IP* pubblica/privata a ciascun *host* viene assegnato un singolo indirizzo. Fanno eccezione a questa regola i *router* di una rete, per i quali è necessario configurare un indirizzo *IP* a ciascuna delle sue interfacce.



Router di rete

Si ricorda che per un *host* la configurazione dell'indirizzo *IP* per l'interfaccia di rete avviene mediante impostazione di alcune variabili in una *form* (sistema operativo *Windows 2000 Professional*):





Proprietà - Protocollo Internet (TCP/IP)

## Storyboard per l'esercitazione

Il discente esegue *login* sulla *console* del *router*, mediante l'applicazione SSH aprendo la connessione verso la macchina *GATEWAY*, attiva su tale macchina l'applicazione TELNET aprendo una connessione verso la *console* del *router* assegnato; abilita quindi la modalità privilegiata con il comando *enable* ed immette l'eventuale *password* prevista (tipicamente *cisco*).

## Impostazione dell'indirizzo IP su un'interfaccia

Per assegnare l'indirizzo *IP* ad un'interfaccia è necessario:

- abilitare il modo configurazione;

- selezionare l'interfaccia desiderata;
- assegnare l'indirizzo e la maschera di *subnet*.

Con riferimento alla rete della **figura**, si riporta di seguito la sequenza dei comandi per assegnare l'indirizzo all'interfaccia *Ethernet 0*.

```
Miorouter>ena
Miorouter#config term
Miorouter(config)#interface e0
Miorouter(config-if)#ip address 195.178.24.4 255.255.255.0 [secondary]
<CTRL Z>
Miorouter#show interface e0
```

Si lascia ai discenti la configurazione degli indirizzi alle interfacce del proprio *router*.

A titolo di esercizio, è possibile provare ad assegnare lo stesso indirizzo a due interfacce diverse dello stesso *router*, oppure a verificare cosa accade se indirizzi della stessa classe nativa sono stati assegnati ad interfacce distinte con maschere di *subnet* diverse o incompatibili.

Altra prova significativa che i discenti possono condurre consiste nell'assegnare lo stesso indirizzo a due *router* collegati direttamente fra loro tramite interfaccia *Ethernet* o Seriale.

## Configurazione delle interfacce di un router

Obiettivo: imparare a configurare il trasporto di dati *IP* su vari tipi di interfacce fisiche.

Strumenti necessari: SSH *client*, *CHAT* di *community* attiva, *Microsoft terminal service client*.

## Richiami: Processo di incapsulamento

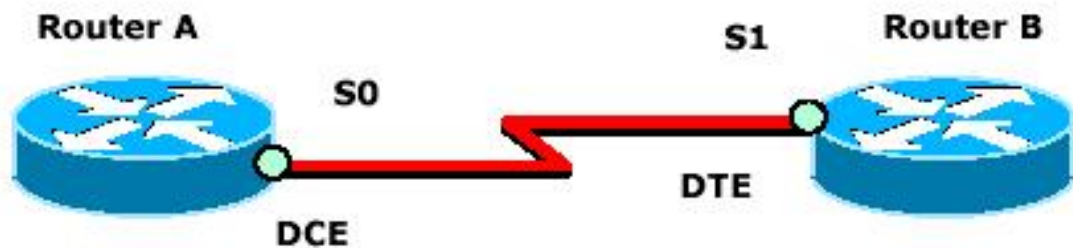
Per essere correttamente trasferito verso il *next hop* un pacchetto *IP* deve essere ospitato all'interno del campo dati di una trama di tipo *data link*. Tale processo di imbustamento prende il nome di incapsulamento.

In relazione al tipo di interfaccia fisica di cui si dispone, occorre configurare su un *router Cisco* la modalità opportuna.

Il tipo di incapsulamento scelto deve essere compatibile con quello che il *router* situato nel punto di *next hop* ha impostato.

## Richiami: Configurazione di un collegamento punto-punto

A titolo di esempio si utilizzerà in questa esercitazione uno scenario di rete molto semplice, costituito da due *router* interconnessi mediante un collegamento diretto numerico, senza modem interposti. Uno dei due *router* verrà pertanto abilitato a funzionare come DCE.



I router A e B

## Storyboard per l'esercitazione

Il discente esegue *login* sulla *console* del *router*, mediante l'applicazione TELNET (è fondamentale la preliminare attivazione della sessione SSH sulla macchina GATEWAY). Attiva la modalità privilegiata con il comando *enable* ed immette l'eventuale *password* prevista (tipicamente *cisco*).

Configurazione per il *router A*:

```
RouterA>ena
RouterA#conf term
RouterA(config)#interface s0
RouterA(config-if)#encapsulation ppp
RouterA(config-if)#clock rate 128000
<CTRL Z>
```

Configurazione per il *router B*:

```
RouterB>ena
RouterB#conf term
RouterB(config)#interface s0
RouterB(config-if)#encapsulation ppp
<CTRL Z>
```

**Nota:** Il comando RouterA(config-if)#clock rate 128000 abilita il funzionamento come DCE all'interfaccia in questione (s0) del RouterA.

Si lasciano ai discenti le fasi di configurazione relative all'impostazione del protocollo CDP per le interfacce seriali interessate.

Si lascia ai discenti la facoltà di variare successivamente la tipologia di incapsulamento, inizialmente sul *router A* (impostando HDLC invece che PPP).

Si analizza successivamente la sequenza degli eventi sulle rispettive *console* dei due *router*.

Si imposta il nuovo tipo di incapsulamento (HDLC) anche sul *router B* e si resta in attesa delle notifiche sincrone.

Si chiede agli allievi di descrivere quanto osservato.

**Nota:** Evitare di impostare l'incapsulamento *FRAME RELAY*, poiché questo richiede l'impiego di uno *switch*.

## Direttive per il routing statico

Obiettivo: imparare a configurare una rete di *router*, di cui siano noti la topologia ed il piano di indirizzamento, in maniera da realizzare connettività *IP* completa, adottando la tecnica del *routing* statico.

Strumenti necessari: *SSH client*, *CHAT* di *community* attiva, *Microsoft terminal service client*.

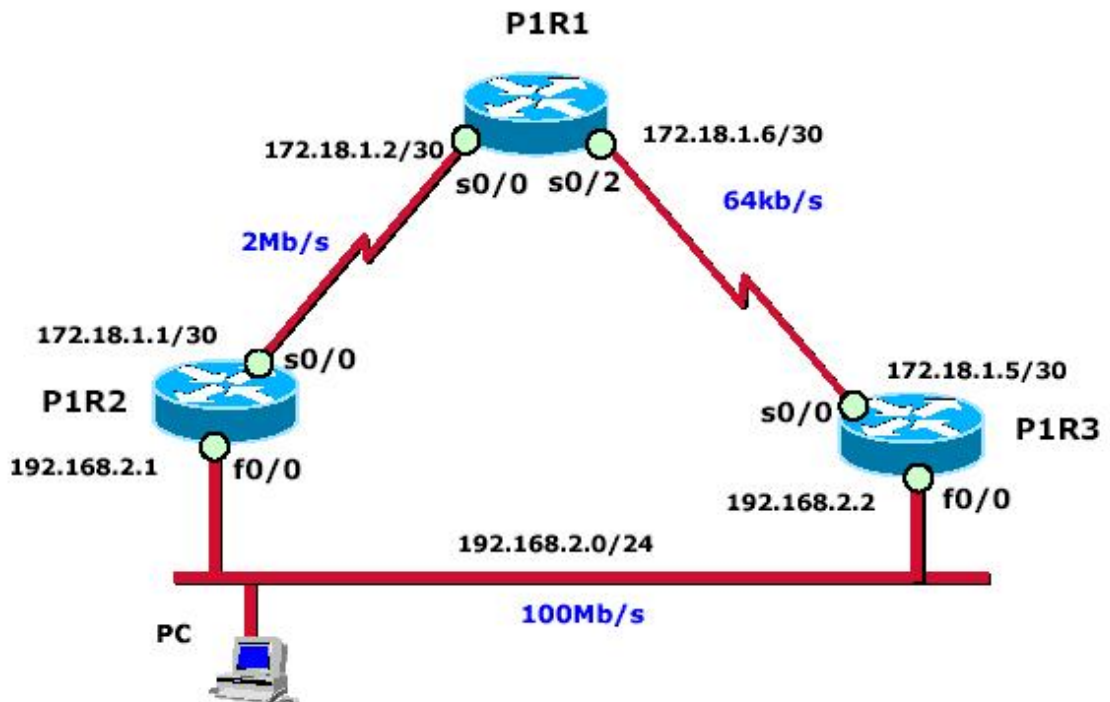
## Richiami: processo di routing

Per ciascun pacchetto ricevuto, un *router* analizza la rete di destinazione, consulta la tabella di *routing*, e decide quale sia la porta di uscita su cui inoltrare il pacchetto. In questo processo possono essere coinvolti meccanismi dinamici (protocolli di *routing* dinamico) oppure semplici *entry* statiche definite dall'operatore in fase di configurazione della rete.

Il processo di *routing* è sempre seguito da un'azione di *forwarding* che prevede l'incapsulamento del pacchetto elaborato, in una trama di formato ed etichetta coerente con il tipo di incapsulamento definito per l'interfaccia su cui il pacchetto dovrà proseguire.

## Caratteristiche della rete assegnata

In figura è rappresentata la rete su cui i discenti opereranno per fornire il servizio di connettività completa.



La rete

## Storyboard per l'esercitazione

Il discente esegue *login* sulla *console* del *router*, previa autenticazione con sessione SSH eseguita sulla macchina *GATEWAY*, attiva la modalità privilegiata con il comando *enable* ed immette l'eventuale *password* prevista (tipicamente *cisco*).

Primo passo:

Impostare le direttive per il *routing* statico tenendo conto del criterio metrico della banda: dovrà essere massima la banda del *path* da origine a destinazione (la banda del *path* è pari alla banda del *link* più lento).

Secondo passo:

Effettuare le prove dalle varie interfacce per verificare la connettività completa; in caso di errori, fare azione di *feedback*, utilizzando gli strumenti diagnostici offerti dalla CLI dei *router* per analizzare i report ed apportare le necessarie azioni correttive.

Si segnala che la connettività risultante dovrà essere *any to any*, e quindi le direttive per il *routing* dovranno essere impostate in maniera congruente su tutti i *router*.

Il comando per impostare una direttiva di *routing* statico è il seguente, e viene fornito a titolo di esempio per il *router* P1R1: per far sì che il traffico *IP* originato dal *router* stesso e diretto verso la rete 192.168.2.0/24, venga istradato verso il *router* P1R2.

P1R1>enable

```
P1R1#config terminal
```

```
P1R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.18.1.1
```

```
....
```

**Nota:** A ciascuna *route* di andata impostata sul *router* origine devono corrispondere le *route* transito nello stesso verso sui nodi di transito e quelle di ritorno su tutti altri *router* posti sul cammino individuato, in modo che la connettività sia bidirezionale.

# Bibliografia

## Libri

### Infrastrutture per reti di calcolatori

A. S. Tanenbaum *Reti di computer - terza edizione*; 1998 UTET/Prentice Hall

W. Stallings *Local and Metropolitan Area Networks - sixth edition*; 2000 Prentice Hall

F. Wilder *A Guide to the TCP/IP Protocol Suite - second edition*; 1998 Artech House

S. Gai *Reti locali: dal cablaggio all'internetworking*; 1995 Scuola superiore "G. Reiss Romoli"

IEEE *Std 802: Overview and Architecture*; IEEE

ISO/IEC 8802.3; ISO

IBM *Token-Ring Network: Architecture Reference*; IBM

ISO/IEC/IEEE *Std 802.5 Overview and Architecture*; ISO

R. Perlman *Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols - second edition*; 1999 Addison Wesley

W. Stallings *ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM*; 2002 Prentice Hall

*Internetworking LANs: Operation, Design and Management*; 1992 Artech House

A cura di S. Giorcelli (TILAB) *Collana ATM*; 1996 UTET

S. Gianotti *ATM*; 1998 HOEPLI

*ATM networks*; 2002 Prentice Hall

### Reti di computer in tecnica TCP/IP

*Internet Architecture: An Introduction to IP Protocols*; 2000 Prentice Hall

*TCP/IP Jumpstart: Internet Protocol Basics - second edition*; 2002

*Internetworking with TCP/IP Vol. 1: Principles, Protocols, and Architecture - fourth edition*; 2000 Prentice Hall

*TCP/IP Protocol Suite - third edition*; 1999

*The Protocols (TCP/IP Illustrated, Volume 1)*; 1994 Addison Wesley

### Reti di computer in tecnica Windows 2000

*MCSE Training Kit - Microsoft Windows 2000 Professional; 2000*

*MCSE Training Kit - Microsoft Windows 2000 Server; 2000*

*Microsoft Windows 2000 Server Resource Kit; 2000*

*Microsoft Windows 2000 Server Administrator's Companion; 2000*

## Gestione di reti

*SNMP, a guide to Network Management; 1993*

*W. Stallings SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2 - third edition; 1999*

*TMN Telecommunications Management Network; 1999*

## Sicurezza e gestione della sicurezza

*Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World; 2000 John Wiley & Sons*

*Giustozzi Segreti spie codici cifrati; 1999 Apogeo*

*Hacking Exposed: Network Security Secrets & Solutions - third edition; 2001*

*Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C - second edition; 1995*

*Building Internet Firewalls - second edition; 2000*

*W. Stallings Network and Internet Security: Principles and Practice - second edition; 1999 Prentice Hall*

## Siti

### Progettazione di reti

*Ministero delle Comunicazioni; <http://www.comunicazioni.it>*

*Albo Nazionale degli installatori di impianti di TLC con Autorizzazione Ministeriale; <http://www.urpcomunicazioni.it/anagrafe.htm>*

*Associazione degli Operatori di Telefonia e Telematica;*

**Riunisce molte delle imprese dotate di Autorizzazione Ministeriale; Assotel è inoltre disponibile per verifiche gratuite della conformità di impianti di TLC preesistenti**

<http://www.assotel.it/>

*Norme in rete;*



**Sito dedicato alla raccolta di norme esistenti in ambito nazionale; offre un motore di ricerca piuttosto flessibile**  
<http://www.normeinrete.it>

## **Infrastrutture per reti di calcolatori**

*ATM forum*; <http://www.atmforum.com>

*RFC 1490: multiprotocol over frame relay*; <http://www.ietf.org>

*Frame relay: normative, documenti di survey, glossario*; <http://www.frforum.com>

*Frame relay: approfondimenti sulla tecnica e sul protocollo*;  
[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/frame.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/frame.htm)

*Approfondimenti su reti frame relay in tecnica Ericsson*; <http://www.ericsson.se>

*Cisco: documentazione su architettura TCP/IP*;  
[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/ip.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ip.htm)

*Helmig (tutorial TCP/IP)*; [http://www.wown.com/j\\_helmig/tcpip.htm](http://www.wown.com/j_helmig/tcpip.htm)

*Specifiche di servizi Internet*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc.html>

*IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers*;

**IEEE**

<http://www.ieee.org/portal/index.jsp>

*Forum DSL*; <http://www.dslforum.org/>

*Tutorial IBM su TCP/IP*;

**IBM**

<http://publib-b.boulder.ibm.com/Redbooks.nsf/RedbookAbstracts/gg243376.html?Open>

## **Reti di computer in tecnica TCP/IP**

*RFC 791 (IP, Internet Protocol)*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt>

*RFC 793 (TCP, Transmission Control Protocol)*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt>

*RFC 950 (Procedura per il supporto del subnetting)*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc0950.txt>

*RFC 1009 (Requirements for Internet Gateways);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1009.txt>

*RFC 1517 (Classless Interdomain routing);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1517.txt>

*RFC 1518 (Classless Interdomain routing);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1518.txt>

*RFC 1519 (Classless Interdomain routing);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1519.txt>

*RFC 1520 (Classless Interdomain routing);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1520.txt>

*RFC 1631 (The IP Network Address Translator);*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1631.txt>

*RFC 768: User Datagram Protocol;*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>

*RFC 791: Internet Protocol;*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>

*RFC 792: Internet Control Message Protocol;*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc792.txt>

*RFC 793: Transmission Control Protocol;*

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt>

## **Reti di computer in tecnica Windows 2000**

*MCP Magazine Online;* <http://www.mcpmag.com>

*Microsoft Web Site;* <http://www.microsoft.com/italy>

*Microsoft Windows 2000 Web Site;* <http://www.microsoft.com/italy/windows2000>

*Windows and .NET Magazine;* <http://www.win2000mag.com>

*Microsoft Technet Technical Plus*; <http://www.microsoft.com/italy/technet>

## **Reti di computer in tecnica Unix/Linux**

*Documenti su Linux*; <http://www.linuxdoc.org/>

*Libri elettronici su Linux*; <http://www.oreilly.com/catalog>

*Aspetti di sicurezza per Linux*; <http://www.seifried.org/lasg/>

*Servizi di rete integrati in ambienti Microsoft (SAMBAs)*; <http://www.samba.org/>

*Documentazione su Linux*; <http://www.pluto.linux.it/ildp>

*Rivista su Linux*; <http://www.linuxjournal.com>

*FAQ sul tema Linux*; <http://www.tldp.org/FAQ/Linux-FAQ>

## **Gestione di reti**

*Request For Comments (RFC)*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/rfc.html>

*International Telecommunication Union*;

**ITU**

<http://www.itu.int/home/index.html>

*SNMP Version 3 (snmpv3)*;

**IETF**

<http://www.ietf.org/html.charters/snmpv3-charter.html>

*HP Openview (Piattaforma HP: overview)*; <http://www.openview.hp.com/>

*HP online manuals*; <http://docs.hp.com/>

*Tivoli (Piattaforma IBM)*;

**IBM**

<http://www-3.ibm.com/software/tivoli/>

*System management Server (Piattaforma Microsoft)*;

<http://www.microsoft.com/italy/smsserver/>

## **Sicurezza e gestione della sicurezza**

*Sicurezza di Windows 2000*; <http://www.microsoft.com/windows2000/security/>

*Smart Card*; <http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/tech/input/smartcard/default.mspx>

*Windows catalog, SmartCard Reader*;

<http://www.microsoft.com/windows/info/smart404.asp?404>; <http://www.microsoft.com/windows/catalog/wcbo>

*Cisco Router Access Control List*;

[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios113ed/113ed\\_cr/secur\\_c/scprt3/scacls.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios113ed/113ed_cr/secur_c/scprt3/scacls.htm)

*Sicurezza di Linux*; <http://www.seifried.org/lasg/>

*TCSEC - Trusted Computer System Evaluation Criteria*;

<http://www.radium.ncsc.mil/tpep/library/tcsec/index.html>

*CERT Coordination Center*; <http://www.cert.org>

*The International PGP Home Page*; <http://www.pgpi.org>

*PGP documentation*; <http://www.pgpi.org/doc/>

## Glossario

**Access List** : indica un elenco di regole di filtraggio del traffico dati, mediante cui è possibile abilitare l'accesso verso reti e applicazioni in maniera selettiva.

Tipicamente una lista di accesso viene configurata su un *router* posto al confine fra reti, in modo da realizzare un punto di controllo del traffico di transito.

**Accounting** : funzionalità di gestione per una rete di TLC, relativa alla misurazione delle risorse fisiche e logiche impegnate in una rete, a scopo di addebito nei confronti dell'utilizzatore. In caso di reti private o locali, l'*accounting* costituisce uno strumento di ripartizione dei costi delle comunicazioni fra settori diversi di un'organizzazione.

**ACE** : *Access Control Entry*. Nella tecnologia delle reti *Microsoft Windows* rappresenta la generica *entry* di una tabella che definisce l'**ACL** configurata per una risorsa. Specifica gli eventi di protezione da controllare per un utente o un gruppo.

**ACL** : Abbreviazione per *Access Control List*, ovvero **Access List**. Nella tecnologia delle reti *Microsoft Windows* rappresenta l'elenco delle regole di accesso ad una risorsa (esempio: cartella del *file system*) e delle restrizioni attive su tale risorsa. Nell'ambito del *networking* il termine indica un filtro sul traffico che un *router* o un *firewall* effettua a scopo di protezione di una rete, di un'applicazione, di una macchina.

**API** : standard per le reti di *personal computer*.

**Chiave privata** : elemento della coppia di chiavi asimmetriche, destinato ad essere conosciuto soltanto dal soggetto titolare, mediante il quale si appone la firma digitale sul documento informatico o si decifra il documento informatico in

precedenza cifrato mediante la corrispondente chiave pubblica.

**Chiave pubblica** : elemento della coppia di chiavi asimmetriche destinato ad essere reso pubblico, con il quale si verifica la firma digitale apposta sul documento informatico dal titolare delle chiavi asimmetriche o si cifrano i documenti informatici da trasmettere al titolare delle predette chiavi.

**Chiavi asimmetriche** : coppia inscindibile di chiavi crittografiche, una privata ed una pubblica, correlate tra loro, da utilizzarsi nell'ambito dei sistemi di validazione o di cifratura di documenti informatici.

**Cifratura** : è un sistema di sicurezza usato per nascondere in modo digitale il contenuto di un messaggio in modo che soltanto il destinatario designato possa decodificarlo.

**CMIP** : *Common Management Interface Protocol*. Protocollo di gestione in ambito OSI. Standard ITU che definisce il formato dei messaggi e le procedure utilizzate per lo scambio di informazioni gestionali con lo scopo di esercire, amministrare, mantenere una rete e fornire servizi.

**Dominio Windows** : Insieme di *computer* forniti di sistema operativo *Microsoft Windows* (95, 98, NT, 2000, XP) collegati in rete. I servizi di rete forniti dalle macchine *server* sono tipicamente sotto il controllo di un'unica entità amministrativa (supervisore del dominio).

**FAT** : *File Allocation Table*. Tabella o elenco predisposto da alcuni sistemi operativi (esempio: *Windows*) per tenere traccia dello stato dei vari segmenti nel disco utilizzati per l'archiviazione dei *file*. FAT è l'acronimo di *File Allocation Table*.

**FAT32** : *File system* derivato dal *file system* della tabella di allocazione *file* (**FAT**). La tabella **FAT32** supporta dimensioni di *cluster* inferiori rispetto alla tabella **FAT**, migliorando l'efficienza dell'allocazione dello spazio sulle unità **FAT32**.

**GUI** : *Graphic User Interface*. Interfaccia grafica di Sistema Integratore, basata sullo standard Motif, garantisce un facile colloquio operatore-sistema.

**LDAP** : *Lightweight Directory Access Protocol*. Protocollo *Internet* per i servizi di *directory*.

**LDIF** : **LDAP** *File Interchange Format*. Rappresenta un formato standard per la descrizione in formato testo, di una *directory* (elenco di informazioni) e delle *entry* in essa contenute.

**LILO** : *Linux LOader*. Si tratta di un componente *software* che consente di effettuare il caricamento del sistema operativo *Linux* su una macchina. Non ha dipendenze rispetto al *file system* e consente di effettuare il *boot* del *kernel* di *Linux* (e anche di altri sistemi operativi) da diverse periferiche di *computer* (*floppy*, CD, HD).

**MIB** : *Management Information Base*. Base di dati strutturata ad albero, contenente le informazioni e le variabili gestite relative ad elementi di rete.

**NETBEUI** : (*NETBios Extended User Interface*) protocollo per la realizzazione di reti di PC, appartenente all'architettura SNA ed usato come protocollo standard nelle reti *Microsoft*.

**NetBIOS** : (*Network Basic Input Output System*).

**NFS** : (*Network File System*) protocollo sviluppato da *SUN Microsystems* che si appoggia sull'architettura di rete *TCP/IP* e consente ad un insieme di elaboratori di condividere i *file system*. È spesso utilizzato dai client in ambienti di reti locali di *computer* per utilizzare porzioni del disco di un *server* come disco di rete. Prevede una parte *client* ed una parte *server*.

**NIS** : *Network Information Service*. Servizio *Internet* mediante il quale è possibile l'amministrazione centralizzata di un numero qualsiasi di *file* di qualsiasi tipo in rete.

**PID** : In ambito informatico indica il *Process Identifier*, ossia l'etichetta attribuita ad un processo residente in un sistema di elaborazione.

**RID** : *Relative Identifier*. Identificatore utilizzato in reti di *computer Windows 2000*. Costituisce la parte del **SID** che è variabile da risorsa a risorsa, nell'ambito del Dominio.

**SID** : *Security Identifier*. Identificatore utilizzato in reti di *computer windows NT* e *Windows 2000* per identificare univocamente un utente, oppure una macchina (una risorsa in reti *windows 2000*) in un dominio di *computer Microsoft*.

**SMI** : *Structure of Management Information*. Formalismo impiegato per descrivere le informazioni di gestione nell'ambito della gestione *Internet/SNMP*.

**SMT** : (*Station Management*) funzionalità di controllo di una stazione FDDI.

**SNMP** : *Simple Network Management Protocol*. Protocollo per lo scambio di informazioni di gestione in ambiente *TCP/IP*. Ad oggi molte implementazioni di **SNMP** consentono la gestione di ambiti anche diversi da reti *TCP/IP*.

**VLAN** : *Virtual Local Area Network*. Rete locale virtuale, realizzata mediante apparati intelligenti in grado di partizionare una molteplicità di stazioni in sottoinsiemi logici ognuno dei quali si comporta come se fosse una LAN distinta e di associare ciascun calcolatore ad una delle LAN virtuali prestabilite.

## Autori

Hanno realizzato il materiale di questo modulo:

**Prof. Franco Callegati**

Franco Callegati è professore associato di Reti di Telecomunicazioni presso il Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica (D.E.I.S.) dell'Università di Bologna. Presso la Facoltà di Ingegneria di Bologna prima ed ora presso la Facoltà di Ingegneria di Cesena ha tenuto e tiene corsi di base di Reti di Telecomunicazioni e corsi avanzati su teoria del traffico e progettazione di reti. Si interessa di problematiche di dimensionamento e progettazioni di reti di telecomunicazione a larga banda e la sua attività di ricerca più recente ha come oggetto le reti ottiche ad altissima velocità, argomento sul quale ha pubblicato numerosi lavori, partecipando a progetti di ricerca nazionali ed internazionali con ruoli di coordinamento.

#### **Dott.Ing. Walter Cerroni**

Walter Cerroni ha ottenuto il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettronica ed Informatica presso l'Università di Bologna. Svolge attività di ricerca nell'ambito dell'analisi di prestazioni di reti di telecomunicazioni e del progetto di architetture per commutazione ottica a pacchetto, collaborando con il gruppo di Reti di Telecomunicazioni dell'Università di Bologna. Svolge attività didattica come collaboratore per i corsi di Reti di Telecomunicazioni nell'ambito sia delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione che del Master in *Management e Information Technology* dell'Università di Bologna, oltre a fornire servizi di consulenza a ditte ed enti di formazione nel settore delle tecnologie dell'informazione.

#### **Dott. Ing. Giorgio Calarco**

Giorgio Calarco è *System & Network Administrator* presso il Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica (D.E.I.S.) dell'Università di Bologna dal 1999. Si occupa attivamente della gestione e manutenzione della rete dati e dei servizi informatici (*Web, E-Mail, DNS, eccetera*) del Dipartimento. Dal 2001 è Dottorando di Ricerca in Elettronica, Informatica e Telecomunicazioni e si interessa di *Open Routing* e Qualità di Servizio su reti *IP*.

Modulo realizzato sulla base di materiali prodotti nell'ambito di un piano di formazione di 12.000 tecnici delle pubbliche amministrazioni e messi a disposizione del MIUR dall'Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione (AIPA).