

4

IL CABLAGGIO STRUTTURATO DEGLI EDIFICI

4.1 INTRODUZIONE

La trasmissione di segnali all'interno degli edifici riveste oggi un'importanza tale da richiedere la presenza di infrastrutture permanenti al pari di quelle idrauliche o di alimentazione elettrica. La costruzione o la ristrutturazione di un edificio è un'occasione preziosa per predisporre un impianto tecnologico per la trasmissione dell'informazione in tutte le sue varie forme (figura 4.1): reti locali, immagini video, telefonia, allarmi, ecc. Tale impianto tecnologico prende il nome di *sistema di cablaggio*. Questo capitolo affronta il problema della progettazione razionale di sistemi di cablaggio multifunzionali (sistemi di cablaggio *strutturato*), analizzando sia gli standard internazionali, sia i principali prodotti disponibili sul mercato.

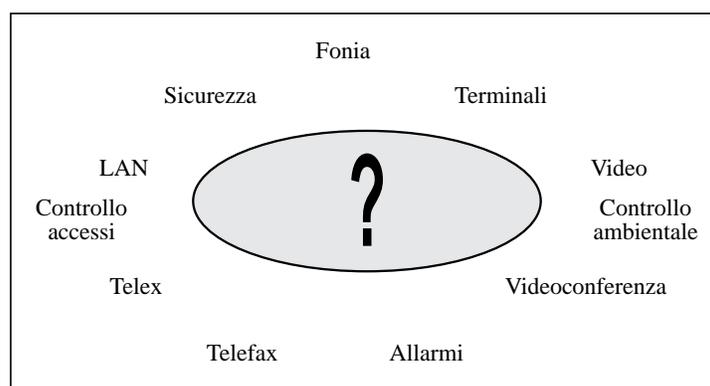


Fig. 4.1 - Cosa integrare.

Le normative sui sistemi di cablaggio definiscono metodi per cablare un gruppo di edifici costruiti su un comprensorio (campus), cioè su un singolo appezzamento di suolo privato o su un insieme di appezzamenti vicini collegati da opere edilizie permanenti (sovrappassi o sottopassi).

Le normative descrivono:

- le caratteristiche dei mezzi trasmissivi e dei componenti passivi (connettori, permutatori, giunti meccanici, terminatori, prese utente, adattatori, ecc.), in relazione alle velocità trasmissive desiderate;
- le topologie di cablaggio ammesse (stella, anello, bus, maglia) e le caratteristiche ad esse riferite quali, ad esempio, eventuali livelli di gerarchia, distanze massime, adattamenti tra diverse topologie;
- le regole di installazione e le indicazioni sulla documentazione di progetto.

L'esigenza di disporre di sistemi di cablaggio per i sistemi informativi è nata all'inizio degli anni '80 in seguito alla sempre maggiore necessità di connettere apparecchiature elettroniche, in particolare terminali sincroni e asincroni. In quegli anni sono nate anche le prime reti locali Ethernet e Token Ring e di conseguenza si sono sviluppati anche i primi sistemi di cablaggio proprietari, ad esempio IBM cabling system e Digital DECconnect.

Verso la fine degli anni '80 si è assistito ad un'evoluzione delle reti locali, che abbandonarono i mezzi trasmissivi proprietari e iniziarono ad utilizzare in modo sistematico il doppino di rame 24 AWG e la topologia a stella. Questa scelta aveva come obiettivo creare una sinergia con i sistemi di cablaggio per telefonia e nacquero i primi cablaggi "fonia-dati".

Da quel momento l'evoluzione è stata incessante e sorse presto il problema di emettere normative di riferimento per i sistemi di cablaggio. Il primo standard è nato da una proposta congiunta di due comitati americani: l'EIA (associazione delle industrie elettroniche) e la TIA (associazione delle industrie di telecomunicazioni). Essi proposero uno standard per il cablaggio degli edifici commerciali denominato *EIA/TIA 568*. La maggior parte dei costruttori adeguò ad esso i propri prodotti, e, nel luglio 1991, l'ANSI lo ratificò per gli USA.

Per alcuni anni l'EIA/TIA 568 è stato il riferimento anche al di fuori degli Stati Uniti, ma nel 1994 è stata approvata una proposta di standard internazionale che rappresenta l'evoluzione dello standard americano: l'ISO/IEC 11801.

È evidente che, per garantire la massima versatilità, i sistemi di cablaggio devono essere progettati pensando agli utilizzi che necessitano della maggior banda trasmissiva. Per questo motivo vi è un forte legame tra l'architettura dei sistemi di cablaggio e quella delle reti locali, le cui specifiche sono le più stringenti tra gli attuali servizi di trasmissione dei segnali.

4.2 SISTEMI DI CABLAGGIO PROPRIETARI

Negli anni '80 si sono resi disponibili sul mercato diversi sistemi di cablaggio, tra i quali due hanno avuto successo: il Cabling System IBM ed il DECconnect Digital.

4.2.1 Cabling System IBM

L'obiettivo è di unificare i precedenti cablaggi IBM con un unico sistema di cablaggio in grado di interconnettere terminali e stampanti ed essere un valido supporto fisico per le reti Token Ring.

La topologia di questo sistema di cablaggio è di tipo stellare e permette l'interconnessione anche di apparati concepiti per tipi di distribuzione diversi quali il bus o l'anello. In questi casi si opera sull'armadio di distribuzione e, tramite l'uso di cavi di adattamento, si costruisce una topologia logica a bus o ad anello, sfruttando il cablaggio a stella, in modo analogo a quanto illustrato in figura 4.2. Il cavi utilizzati per il cablaggio sono di due tipi (si veda il paragrafo 3.2.8):

- il tipo 1 IBM, per trasmissione dati;
- il tipo 2 IBM, per fonia e dati.

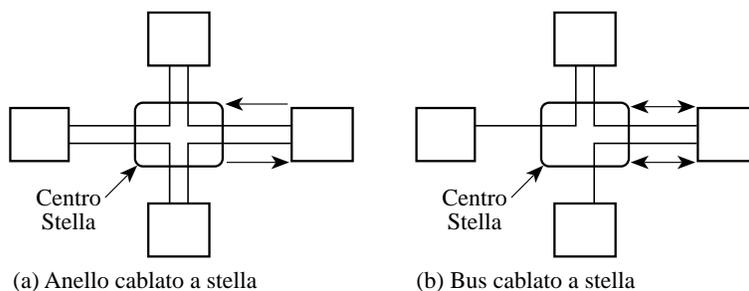


Fig. 4.2 - Flessibilità del cablaggio a stella.

Sui pannelli di permutazione e sulle placchette utente viene utilizzato un particolare connettore detto "ermafrodita" perché è allo stesso tempo maschio e femmina: infatti è possibile giuntare direttamente due di questi connettori ruotandoli di 180 gradi. La figura 4.3 mostra l'aspetto del connettore ermafrodita.

Gli apparati IBM, a seconda dei modelli, possono utilizzare diversi tipi di cavi: STP, coassiali, biassiali, i quali possono anche avere impedenze diverse. Per adattare le impedenze richieste dalle diverse apparecchiature a quella del cavo di

tipo 1, vengono utilizzati una serie di cavi di adattamento, eventualmente contenenti un balun (si veda il paragrafo 3.2.7), ed aventi da un lato il connettore ermafrodita e dell'altro l'opportuno connettore per il collegamento all'apparecchiatura. In figura 4.4 è schematizzato un cavo di adattamento per apparati di tipo 3270.

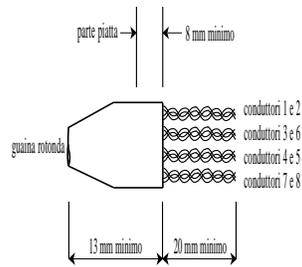


Fig. 4.3 - Connettore ermafrodita.



Fig. 4.4 - Cavo di adattamento per terminale IBM 3270.

Nella figura 4.5 è riportato un esempio di cablaggio in cui si vedono le connessioni tra l'armadio di distribuzione, un terminale ed un personal computer.

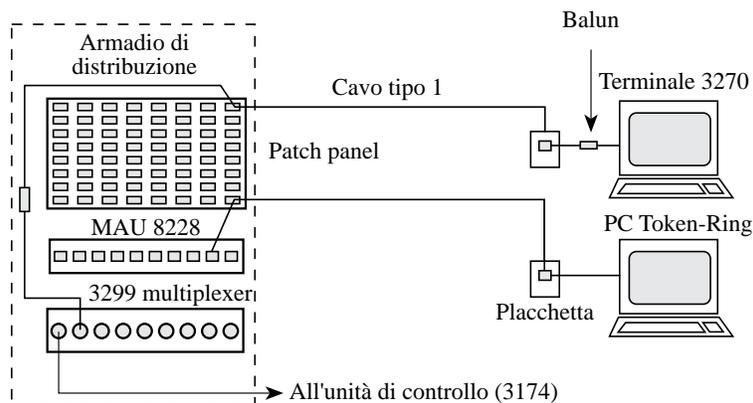


Fig. 4.5 - Esempio di cablaggio IBM.

4.2.2 DECconnect Digital

L'obiettivo è quello di avere un sistema di cablaggio adatto ad interconnettere terminali e stampanti di tipo asincrono e offrire un supporto per le reti Ethernet.

La topologia è di tipo stellare per ciò che riguarda i collegamenti seriali asincroni e di tipo a bus per i collegamenti Ethernet.

I cavi utilizzati per il cablaggio sono di due tipi:

- cavo UTP a 3 coppie per i collegamenti seriali;
- cavo thin Ethernet per la rete locale.

Per la presa di utente e per gli armadi di permutazione si utilizzano i seguenti connettori:

- DEC423 (connettore a 6 contatti con chiave spostata) per le connessioni seriali asincrone;
- BNC per Ethernet.

Nella figura 4.6 è riportato un esempio in cui si vedono le connessioni tra l'armadio di distribuzione e il terminale o i PC.

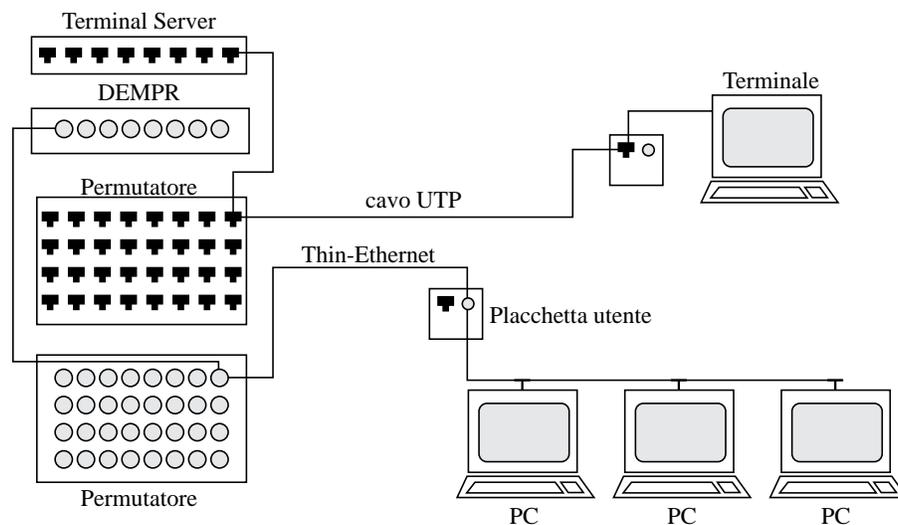


Fig. 4.6 - Esempio di cablaggio DECconnect.

4.3 GLI STANDARD INTERNAZIONALI

Esistono oggi i seguenti standard per i sistemi di cablaggio:

- *EIA/TIA 568*: è uno standard americano per il cablaggio di edifici commerciali; è stato approvato nel luglio 1991 ed è attualmente quello più applicato e diffuso in tutto il mondo;
- *EIA/TIA 570*: è uno standard americano per il cablaggio di edifici residenziali, occupati da una singola famiglia o più occupanti, che possono avere un numero ridotto di uffici commerciali. In questo caso è preponderante l'aspetto della distribuzione delle linee telefoniche esterne;
- *ISO/IEC DIS 11801* è una proposta di standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali che è stata votata ed approvata nel luglio 1994. I paesi europei sono particolarmente interessati a questa normativa che viene sempre più richiesta come requisito base per la realizzazione di cablaggi strutturati;
- *SP-2840-A* è una proposta di revisione dello standard *EIA/TIA 568* per far fronte alle esigenze di maggiori velocità trasmissive sui cablaggi; dovrebbe essere approvata nel luglio 1995 e prenderà il nome *EIA/TIA-568-A*;
- *prEN 50173* è una proposta di standard europeo che non è ancora stata approvata ed è molto simile ad *ISO/IEC DIS 11801*.

I cablaggi devono essere certificati con appositi strumenti di misura per garantire determinate prestazioni, e il gruppo di lavoro TR41.8.1 del comitato *EIA/TIA* ha preparato una bozza di normativa americana che a seguito dell'approvazione prenderà il nome di bollettino *TSB67*.

Inoltre, per poter realizzare correttamente un sistema di cablaggio è necessario che tutte le infrastrutture di tipo meccanico ed edile rispondano a determinati requisiti. Questi aspetti sono trattati dallo standard americano *EIA/TIA 569*.

Infine, lo standard *TIA/EIA 607* tratta il problema della realizzazione di un impianto di messa a terra adeguato ad un cablaggio strutturato.

4.4 LO STANDARD EIA/TIA 568

Questo standard specifica i requisiti minimi richiesti per il cablaggio di un edificio o un gruppo di edifici facenti parte di uno stesso comprensorio (figura 4.7).

I limiti del comprensorio sono i seguenti:

- l'estensione geografica massima è di 3.000 m;
- la superficie massima degli edifici è di 1.000.000 m²;
- la popolazione massima degli edifici è di 50.000 persone.

La validità minima di un progetto è di dieci anni, e ciò significa che durante questo intervallo di tempo non deve essere necessario apportare al cablaggio modifiche sostanziali. Esso inoltre deve fornire un supporto adatto a diversi apparati di telecomunicazione e quindi deve essere indipendente da essi.

Lo standard prevede che il cablaggio venga realizzato contestualmente alla costruzione o ristrutturazione organica di un edificio, ma va osservato che è spesso applicato anche ad installazioni in edifici che non si trovano in tali condizioni, ma semplicemente in fase di rinnovamento della rete locale. In tali circostanze gli unici servizi che interessano sono normalmente la telefonia e la trasmissione dati.

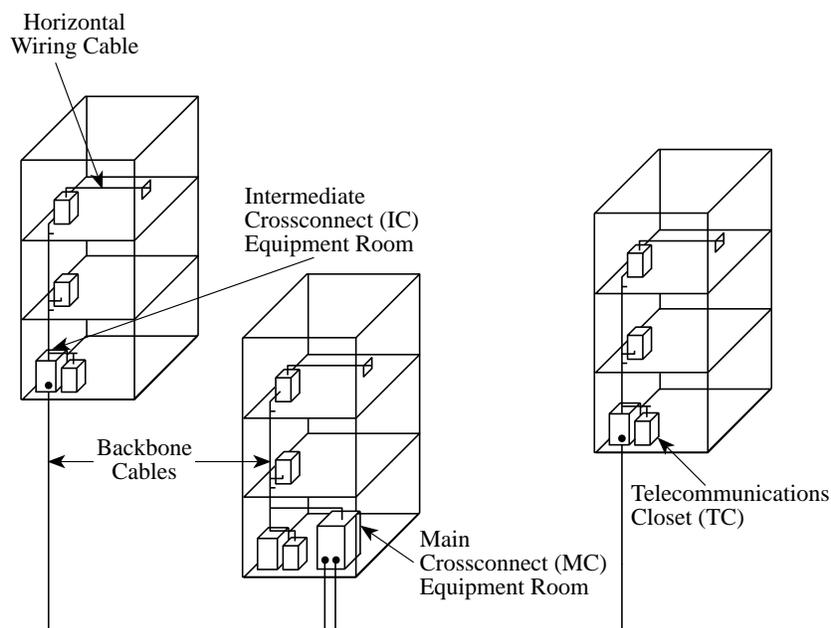


Fig. 4.7 - Modello EIA/TIA 568.

Le specifiche dello standard riguardano:

- la topologia;
- gli elementi facenti parte del cablaggio;

- i mezzi trasmissivi;
- le dorsali;
- il cablaggio orizzontale;
- le norme d'installazione;
- l'identificazione dei cavi;
- la documentazione.

4.4.1 La topologia

La topologia del cablaggio è di tipo *stellare gerarchica* (figura 4.8) e di conseguenza le altre topologie, ad esempio quella a bus e quella ad anello, tipiche di alcuni standard per LAN, devono essere ricondotte ad una topologia stellare.

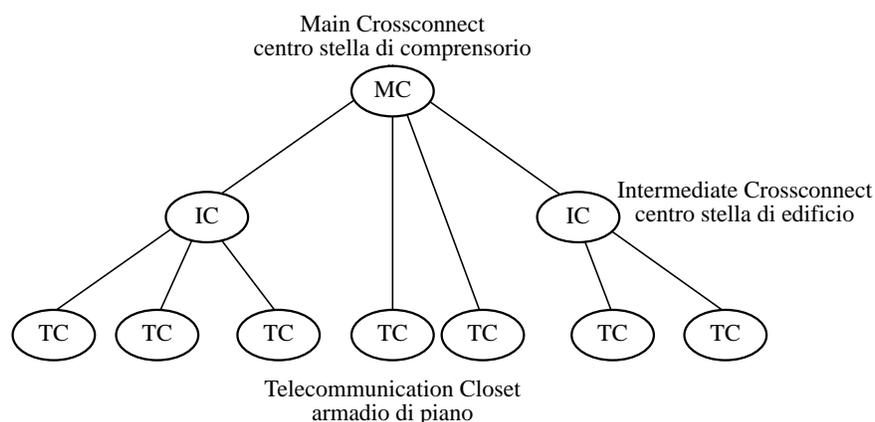


Fig. 4.8 - Topologia a stella gerarchica.

4.4.2 Elementi del cablaggio

Gli elementi costituenti un sistema di cablaggio sono: il main crossconnect, gli intermediate crossconnect, i telecommunication closet, l'interbuilding backbone, l'intrabuilding backbone, i transition point, i patch panel, i wiring block, i cross-connect, i telecommunication outlet e gli adapter. Ad essi si aggiungono alcuni elementi citati dallo standard, ma non soggetti a specifiche, quali la work area, l'equipment room, l'interbuilding entrance facility e il private branch exchange.

Il *Main Crossconnect* (MC), permutatore principale, identifica un locale tecnologico od un armadio di distribuzione, situato nell'edificio centrale o principale di un comprensorio, da cui vengono distribuiti i cavi di dorsale agli altri edifici. Esso è il primo livello di gerarchia del cablaggio (centro stella di comprensorio o di un edificio singolo). La figura 4.9 mostra un esempio di main crossconnect, collocato all'interno di una Equipment Room.

L'*Intermediate Crossconnect* (IC), permutatore intermedio, identifica il locale tecnologico o l'armadio di distribuzione di un edificio facente parte di un comprensorio, da cui vengono distribuiti i cavi di dorsale di edificio ai vari piani. Esso è il secondo livello di gerarchia del cablaggio (centro stella di edificio).

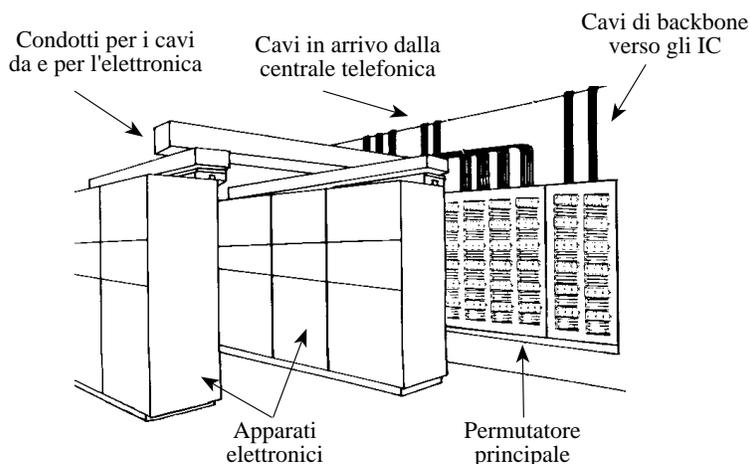


Fig. 4.9 - Esempio di Main Crossconnect all'interno di una Equipment Room.

Quando si realizza un cablaggio su un singolo edificio, il locale tecnologico o l'armadio di distribuzione di edificio diventa il primo livello gerarchico e quindi viene considerato Main Crossconnect.

Il *Telecommunication Closet* (TC) identifica l'armadio di piano da cui vengono distribuiti i cavi che raggiungono l'utenza. Esso è il terzo livello di gerarchia del cablaggio (centro stella di piano). La figura 4.10 mostra un esempio di armadio di piano.

L'*interbuilding backbone* (dorsale di comprensorio) è la dorsale di interconnessione tra l'edificio centro stella di comprensorio ed un altro edificio. Essa parte dal Main Crossconnect e termina su un Intermediate Crossconnect.

L'*intrabuilding backbone* (dorsale di edificio) è la dorsale di interconnessione tra il locale tecnologico di edificio e l'armadio di piano.

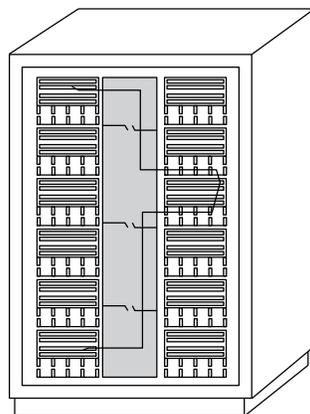


Fig. 4.10 - Esempio di armadio di piano.

L'*Equipment Room* (ER) è un locale tecnologico che può contenere degli apparati passivi, quali pannelli di permutazione, scaricatori di tensione, canaline e passacavi, e può ospitare apparati attivi quali il centralino telefonico, i concentratori per reti locali e le apparecchiature audio e video (figura 4.9). Il locale tecnologico ha una funzione molto simile ad un gruppo di armadi di distribuzione, ma le maggiori dimensioni a disposizione lo rendono più adatto al compito di centro stella di comprensorio o di edificio.

L'*interbuilding Entrance Facility* (EF) identifica un insieme di infrastrutture e di componenti passivi utilizzati per l'ingresso delle dorsali di comprensorio nell'edificio. Nell'EF è richiesto l'utilizzo di protezioni elettriche per i cavi in rame e deve essere particolarmente curato l'aspetto della messa a terra dei vari componenti.

Il *Transition Point* (TP) è un punto di transizione del cablaggio orizzontale dove un cavetto rotondo di tipo ritorto (twisted) viene connesso, tramite un giunto meccanico, ad un cavo piatto che è normalmente pre-intestato. È bene ricordare che questa possibilità va usata solo per trasmissione a basse frequenze (decine di KHz) in quanto il cavetto piatto ha pessimi valori di diafonia poiché le coppie non sono ritorte.

La *Work Area* (WA) identifica il posto di lavoro o la scrivania dell'utente.

Il *Private Branch eXchange* (PBX) è il centralino telefonico.

Il *patch panel* è un pannello di permutazione per i mezzi trasmissivi che può assumere due forme:

- per cavi in rame, può contenere uno o più blocchi di terminazione;
- per fibre ottiche, può contenere una serie di connettori passanti, chiamati barrel o bussole, che servono a permutare le fibre tra pannelli diversi oppure tra un pannello ed un apparato attivo.

Il *patch cord* è un cavetto di permutazione per cavi in rame o per fibre ottiche. Quando è per le fibre ottiche assume anche il nome di *bretella ottica*.

La terminazione meccanica dei cavi in rame viene fatta su blocchi di terminazione chiamati anche *wiring block*. La terminazione dei cavi in fibra ottica viene effettuata su appositi pannelli.

Un *cross-connect* (permutatore) è composto da almeno due blocchi di terminazione, di cui uno per i cavi entranti ed uno per i cavi uscenti. La figura 4.11 mostra un esempio di permutatore.

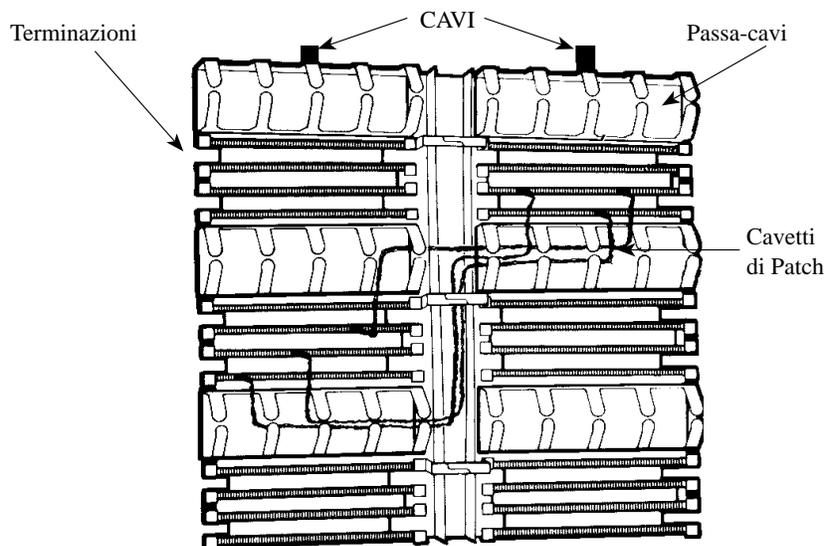


Fig. 4.11 - Permutatore AT&T PDS.

Il *Telecommunication Outlet* (TO) è la presa utente che può contenere due o più connettori (figura 4.12).

L'*adapter* è un adattatore per il cablaggio, e lo standard prevede che sia installato esternamente alle prese utente. Esso può essere:

- di tipo passivo, per adattare tipologie diverse di connettori o cavi; esempi di adapter sono i cavi adattatori, i balun, i media filter e i connettori ad "Y" (figura 4.13);
- di tipo attivo, per adattare sistemi trasmissivi diversi, ad esempio convertitori RS232-RS423, minimodem, ecc.

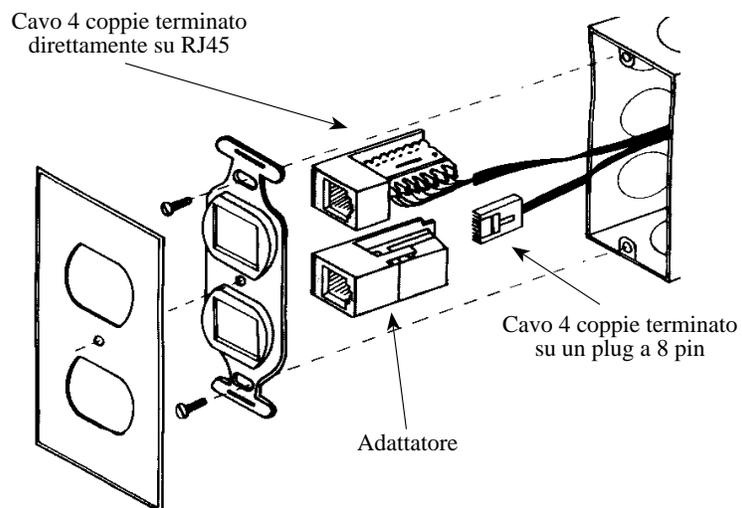


Fig. 4.12 - Presa a muro AT&T PDS.

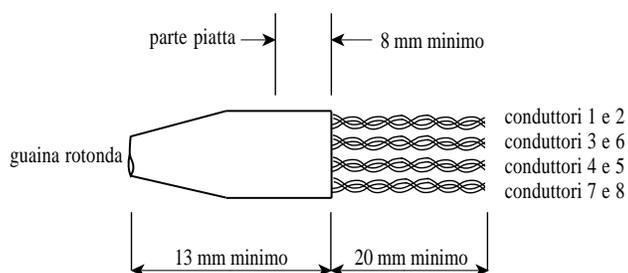


Fig. 4.13 - Adattatore a "Y".

4.4.3 I mezzi trasmissivi

I mezzi trasmissivi ammessi sono i seguenti:

- cavi coassiali da 50 Ω ;
- fibre ottiche multimodali 62.5/125 μm ;
- cavi UTP a 4 coppie;
- cavi UTP multicoppia;
- cavi STP a 150 Ω .

Le caratteristiche richieste per cavi coassiali sono quelle specificate dagli standard IEEE 802.3, 10Base5 e 10Base2 (si vedano i paragrafi 6.4.8 e 6.4.10).

La fibra ottica multimodale ammessa è quella di dimensioni 62.5/125 μm ; le caratteristiche ottiche richieste sono quelle indicate nella tabella 4.1.

Lunghezza d'onda (nm)	Attenuazione massima (dB/Km)	Banda passante (MHz · Km)
850	3.75	160
1300	1.5	500

Tab. 4.1 - Caratteristiche della fibra ottica 62.5/125 μm .

I cavi UTP a 4 coppie hanno la dimensione di ogni singolo conduttore pari a 24 AWG. Essi devono soddisfare almeno le caratteristiche di categoria 3 (le categorie dei cavi UTP sono riportate nelle tabelle 3.4 e 3.5). Le coppie vengono identificate con i seguenti colori:

- coppia 1: bianco-blu (W-BL) e blu (BL);
- coppia 2: bianco-arancio (W-O) e arancio (O);
- coppia 3: bianco-verde (W-G) e verde (G);
- coppia 4: bianco-marrone (W-BR) e marrone (BR).

Il diametro esterno del cavo (guaina compresa) non deve superare la dimensione di 6.35 mm.

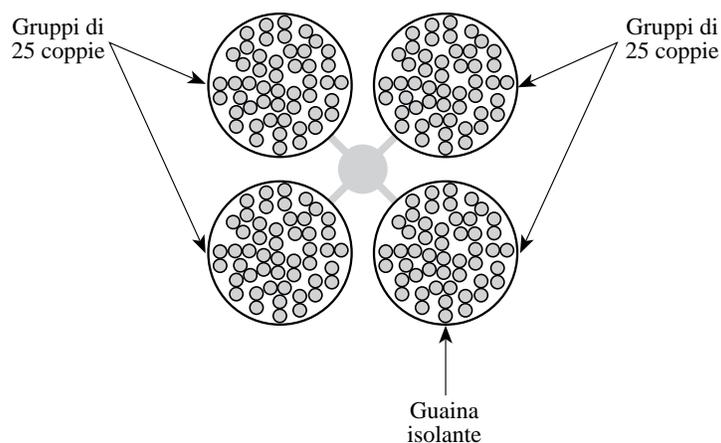


Fig. 4.14 - Cavo a 100 coppie.

I cavi UTP multicoppia contengono uno o più gruppi da 25 coppie cadauno (figura 4.14), i conduttori hanno una dimensione di 24 AWG, ma vengono accettati anche conduttori da 22 AWG, purché siano rispettate le caratteristiche elettriche minime richieste. Ogni singolo gruppo da 25 coppie ha una propria guaina isolante. Le caratteristiche elettriche minime dei cavi multicoppia sono riportate nelle tabelle 4.2 e 4.3.

Le caratteristiche dei cavi STP a 150 Ω sono quelle del cavo di "tipo 1" IBM (si veda il paragrafo 3.2.8).

Caratteristiche del cavo			Cavo a 25 coppie
Caratteristiche elettriche @ 20 °C	Unità di misura	MHz	
Near End Crosstalk (NEXT), minimo valore ammesso	dB @ 100 m	0.150	52
		0.772	41
		1.576	37
		3.15	32
		6.3	28
		10	25

Tab. 4.2 - Cavi a 25 coppie - diafonia.

Caratteristiche del cavo			Cavo a 25 coppie
Caratteristiche elettriche @ 20 °C	Unità di misura	MHz	
Impedenza	Ω	1÷16	100 +/- 15%
Mutua capacità di ogni coppia	nf/100 m	0.001	6.25
Minima velocità di propagazione			0.6 c
Massimo valore di resistenza	$\Omega/100$ m		9.4
Attenuazione massima ammessa	dB/100 m	0.064	0.92
		0.256	1.31
		0.512	1.84
		0.772	2.2
		1	2.5
		4	5.06
		8	7.33
		10	8.22
		16	10.52

Tab. 4.3 - Cavi a 25 coppie - caratteristiche elettriche.

4.4.4 Le dorsali

Le dorsali sono gli elementi portanti del cablaggio e possono interconnettere, con topologia stellare gerarchica (figura 4.15):

- edifici diversi con l'edificio centro-stella del comprensorio (interbuilding backbone);
- armadi di piano diversi con l'armadio di edificio (intrabuilding backbone).

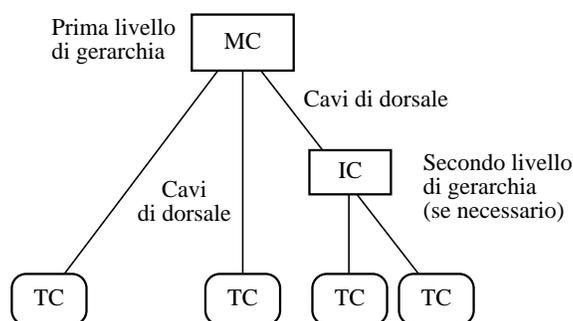


Fig. 4.15 - Architettura stellare gerarchica delle dorsali.

Le distanze massime ammesse per le dorsali variano a seconda dei mezzi trasmissivi utilizzati e di ciò che essi interconnettono; la figura 4.16 mostra i limiti massimi di lunghezza delle dorsali.

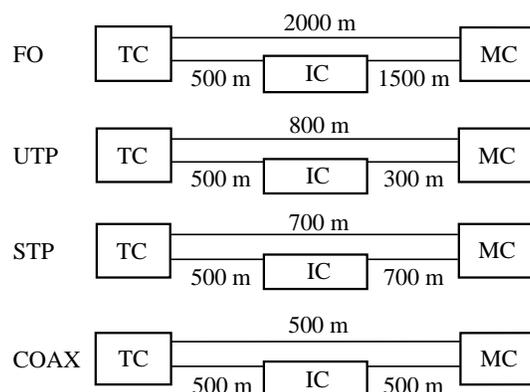


Fig. 4.16 - Distanze massime ammesse sulle dorsali.

I cavi ammessi sono i seguenti:

- fibra ottica multimodale 62.5/125 μm ;
- cavo multicoppia a 100 Ω ;
- cavo STP a 150 Ω ;
- cavo coassiale a 50 Ω , tipo thick Ethernet, intestato alle due estremità con appositi connettori detti di tipo "N".

Quando si utilizzano dei cavi di rame bisogna considerare la possibilità di introduzione o emissione di disturbi elettromagnetici. In caso di ambienti caratterizzati da forte rumore elettromagnetico o dove, per la sensibilità delle apparecchiature ivi contenute, i cavi di dorsali possano essere fonte di disturbo, è consigliabile utilizzare le fibre ottiche.

4.4.5 Il cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale interconnette i vari posti di lavoro all'armadio di piano e deve essere progettato per fornire almeno i seguenti servizi:

- trasporto di fonìa;
- trasmissione dati in modalità seriale;
- trasporto dati per le reti locali;
- trasporto di segnali per il controllo di dispositivi all'interno dell'edificio (ad esempio termostati).

La topologia è di tipo stellare a partire dall'armadio di piano. Le distanze massime ammesse per i cavi di distribuzione ed i cavetti di permutazione sono indicate nella figura 4.17.

I cavi ammessi sono i seguenti:

- cavo UTP a 4 coppie con impedenza da 100 Ω ;
- cavo STP a 2 coppie con impedenza da 150 Ω ;
- cavo coassiale da 50 Ω , tipo Ethernet sottile (thin), intestato alle due estremità con appositi connettori detti BNC;
- fibra ottica multimodale 62.5/125 μm .

La placchetta o presa a muro, relativa al singolo posto di lavoro, deve contenere almeno due cavi, di cui almeno uno deve essere di tipo UTP a 4 coppie di categoria 3 o superiore. Il cavo UTP va intestato su una presa RJ45 (figura 4.18). Il secondo cavo può essere uno qualunque dei cavi ammessi per il cablaggio

orizzontale sopra elencati, compreso un secondo cavo UTP, che è attualmente la soluzione più adottata.

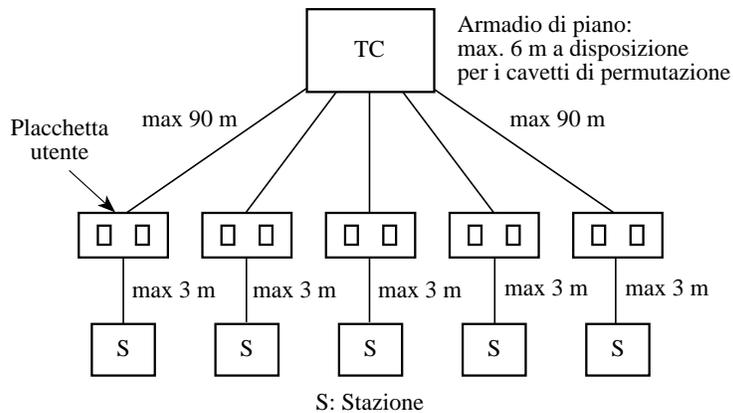
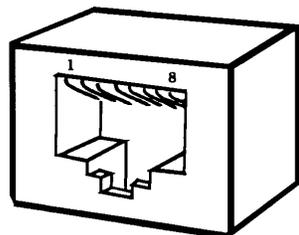
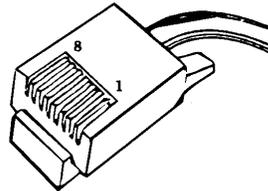


Fig. 4.17 - Distanze massime ammesse sul cablaggio orizzontale.



Presa femmina da parete



Spinotto (plug) maschio volante

Fig. 4.18 - RJ45: connettore a 8 contatti con chiave centrale.

Il cavo UTP può essere intestato sulla presa RJ45 in due differenti modi: uno "preferito" ed un secondo "alternativo", quest'ultimo utilizzato nei cablaggi PDS AT&T. La figura 4.19 mostra la diversa assegnazione delle coppie.

È possibile derivare due servizi dalla medesima presa utente tramite l'utilizzo di un derivatore ad "Y", illustrato nella figura 4.13.

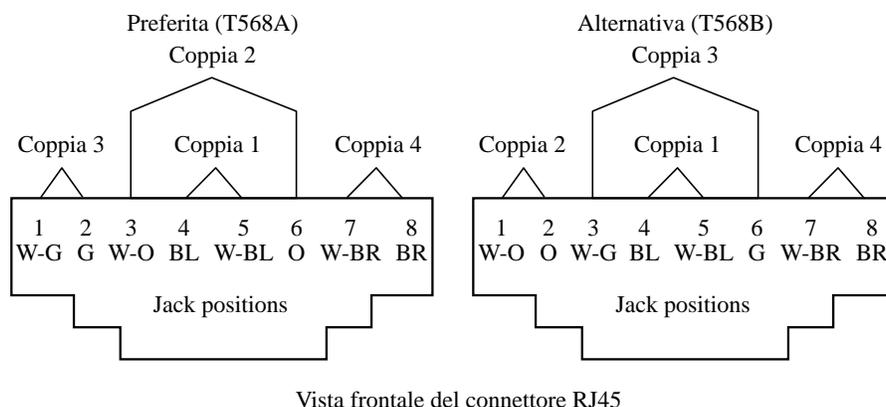


Fig. 4.19 - Assegnazione delle coppie.

4.4.6 Le norme d'installazione

Lo scopo di questo standard non è di fornire tutte le norme d'installazione, ma di considerare almeno gli aspetti più importanti che hanno un notevole impatto sulla qualità del cablaggio. Questi aspetti riguardano l'installazione dei cavi, il cablaggio sotto moquette e la messa a terra.

Il cablaggio, a seconda dei componenti utilizzati e della qualità dell'installazione, potrà essere considerato di categoria 3, 4 o 5. Un cablaggio di una determinata categoria deve avere come minimo tutti i componenti con le caratteristiche di tale categoria o superiore. Ad installazione avvenuta è necessario certificare, con appositi strumenti, l'intero cablaggio per verificarne la reale rispondenza alle specifiche.

Norme per l'installazione dei cavi UTP:

- la massima tensione di tiro applicabile sui cavi è di 11.3 Kg. Se si supera questo valore viene compromessa la corretta geometria delle coppie e si ha un conseguente degrado delle caratteristiche elettriche;
- il raggio di curvatura minimo ammesso varia a seconda della categoria del cablaggio. Il valore richiesto è di 25.4 mm per i cablaggi di categoria 3, ed otto volte il diametro esterno del cavo (50.8 mm) per i cablaggi di categoria 4 e 5;
- la parte del cavo non ritorta sulla terminazione non deve superare i 25 mm per i cablaggi di categoria 4, e 13 mm per i cablaggi di categoria 5.

Norme per il cablaggio sotto-moquette (under-carpet):

- il cablaggio non deve essere effettuato in locali umidi o soggetti al rovesciamento di solventi;
- si raccomanda che la pavimentazione sia realizzata con dei moduli quadrati per facilitare l'accesso al cablaggio;
- i cavi di telecomunicazione di tipo under-carpet possono incrociare i cavi di potenza a patto che questi non siano del tipo under-carpet;
- la distanza minima tra i cavi di telecomunicazione e quelli di potenza, quando viaggiano paralleli tra di loro, è di 152 mm.

La messa a terra va effettuata sui seguenti tipi di cavi:

- cavi di tipo schermato;
- cavi in fibra ottica ove sia presente una protezione meccanica di tipo metallico.

Le regole da rispettare sono quelle vigenti nella nazione in cui viene realizzato il cablaggio o quelle del costruttore di apparecchiature, nel caso in cui siano più restrittive delle precedenti.

4.4.7 Identificazione dei cavi

Per facilitare il compito di chi deve gestire ed effettuare la manutenzione dei sistemi di cablaggio, che potrebbero anche risiedere in edifici diversi ed essere stati realizzati da aziende diverse, è necessario unificare le metodologie di identificazione dei cavi.

Lo standard specifica che i cavi di dorsale devono avere un numero unico che deve contenere almeno due campi indicanti:

- l'identificativo del cavo;
- il numero di coppie, nel caso di cavo multicoppie, o il numero di fibre nel caso di cavo multifibra.

Un esempio di numerazione di un cavo di dorsale è il seguente: "4005/1-300", che indica un cavo con il numero 4005 e contenente le coppie da 1 a 300.

Ogni posto di lavoro ed il relativo cavo sono identificati con una targhetta, composta normalmente da 8-10 caratteri, che può contenere numeri o lettere alfabetiche. La numerazione deve contenere:

- il riferimento al piano dell'edificio dove è situato il posto di lavoro;

- il riferimento all'armadio di piano a cui il posto di lavoro è stato collegato;
- un campo di tre caratteri che identifica il posto di lavoro stesso.

Normalmente gli armadi di piano vengono identificati con delle lettere alfabetiche.

Un esempio di come si numera il posto di lavoro ed il relativo cavo è rappresentato dalla targhetta: "PG04102F" il cui significato è il seguente:

- PG indica il nome dell'edificio che è: "Palazzo Galileo";
- 04 indica il piano in cui è situato il posto di lavoro;
- 102 è l'identificativo del posto di lavoro;
- F è l'identificativo dell'armadio di piano a cui il posto di lavoro è stato collegato.

4.4.8 Documentazione

Per ogni cablaggio bisogna fornire una documentazione redatta con simbologia e abbreviazioni standard (figura 4.20).

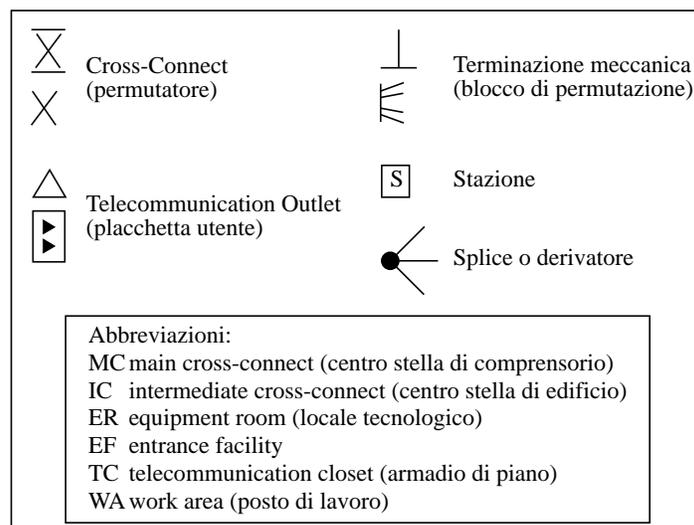


Fig. 4.20 - Simbologia ed abbreviazioni.

Essa deve comprendere:

- il disegno logico dell'intero comprensorio o del singolo edificio (figura 4.21);
- una tabella per identificare le dorsali;
- una tabella di armadio che indichi le connessioni tra l'armadio di piano e i posti di lavoro.

La tabella di documentazione delle dorsali deve contenere:

- gli identificativi di tutti i cavi ed il loro corrispondente numero di coppie o fibre;
- la localizzazione e l'identificativo dei due armadi a cui ogni cavo è attestato.

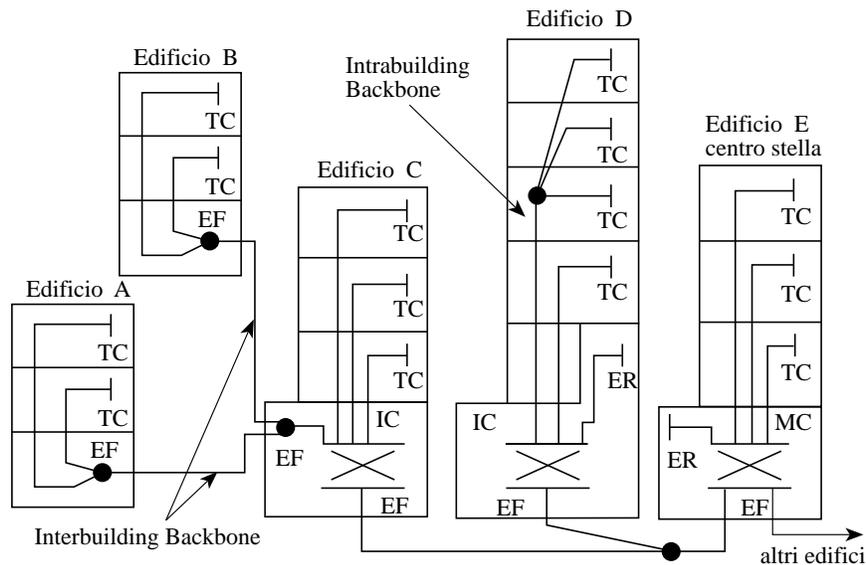


Fig. 4.21 - Esempio di progetto logico.

Ogni armadio di piano deve contenere la documentazione ad esso relativa in un apposito vano. Tale documentazione consiste in una tabella delle permutazioni, tramite cui è possibile ricostruire il percorso del cavo che, partendo da una certa posizione del permutatore, raggiunge il posto di lavoro; vanno inoltre indicate le coppie attive ed il loro utilizzo. La figura 4.22 e la tabella 4.4 mostrano rispettivamente un esempio di identificazione di un cavo entro un armadio e di tabella delle permutazioni.

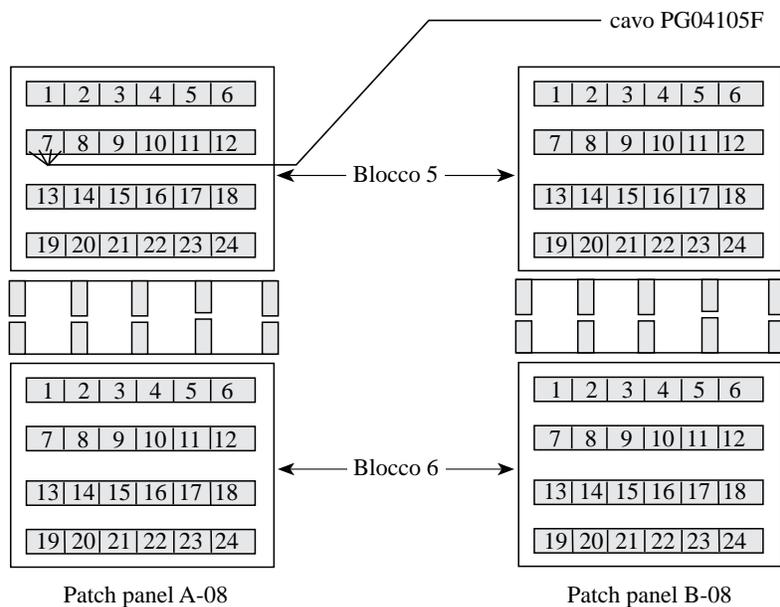


Fig. 4.22 - Identificazione di un cavo in un permutatore.

Posto lavoro	Patch panel	Blocco #	Posizione	Coppie attive	Tipo di utilizzo
PG04102F	A-08	05	04	2 e 3	Ethernet
PG04103F	A-08	05	05	2 e 3	Ethernet
PG04104F	A-08	05	06	1	Telefono
PG04105F	A-08	05	07	2 e 3	Ethernet
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04110F	A-08	05	24	1	Telefono
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04127F	A-08	06	19	2 e 3	Ethernet
PG04128F	A-08	06	20	1	Telefono
PG04129F	A-08	06	21	1	Telefono
PG04130F	A-08	06	22	1	Telefono

Tab. 4.4 - Esempio di tabella delle permutazioni.

4.4.9 Tipi di connettori e giunzioni

I connettori ammessi sono i seguenti:

- il connettore RJ45 per i cavi UTP a 4 coppie;
- il connettore ermafrodita per i cavi STP a 2 coppie;
- il connettore "N" per i cavi coassiali di dorsale;
- il connettore "BNC" per i cavi coassiali di distribuzione orizzontale;
- un connettore per fibra ottica in grado di sopportare almeno 200 cicli di estrazione/inserzione senza introdurre attenuazioni superiori a 1 dB; normalmente quello utilizzato è il tipo "ST";
- gli splices che servono per giuntare la fibra ottica; l'attenuazione massima ammessa sulla giunzione è di 0.3 dB.

4.5 LA BOZZA ISO/IEC DIS 11801

4.5.1 Introduzione

L'ISO/IEC DIS 11801 è una proposta di standard internazionale per i cablaggi ed è simile allo standard americano EIA/TIA 568, ma si differenzia da questo per i seguenti motivi:

- ha una nomenclatura leggermente diversa;
- introduce il concetto di classi di lavoro;
- fornisce un maggior numero di dati sulle caratteristiche dei mezzi trasmissivi;
- permette l'utilizzo di un maggior numero di tipi di doppini e fibre ottiche, ma non ammette l'uso di cavi coassiali;
- introduce test più rigorosi per controllare le categorie dei cavi in rame;
- tratta in modo leggermente più approfondito gli aspetti della messa a terra;
- non si occupa di aspetti relativi alla documentazione.

Questa proposta è stata approvata nel luglio del 1994, ma attualmente (luglio 1995) l'unico documento disponibile è quello antecedente la votazione che è identificato col nome ISO/IEC DIS 11801, dove DIS significa Draft International Standard.

4.5.2 Diversità di nomenclatura

Gli elementi facenti parti di un cablaggio sono gli stessi indicati nello standard EIA/TIA 568, ma assumono a volte nomi diversi:

- il *Campus Distributor* (CD): è il permutatore principale dell'intero comprensorio ed equivale al main crossconnect;
- il *Building Distributor* (BD): è il permutatore principale del singolo edificio, ed equivale all'intermediate crossconnect;
- il *Floor Distributor* (FD): è il permutatore di piano, ed equivale al telecommunication closet (armadio di piano).

4.5.3 Topologia e caratteristiche principali del cablaggio

La topologia è di tipo stellare gerarchico ed è possibile inoltre connettere opzionalmente cavi di dorsale tra livelli uguali di gerarchia. Questo permette di distribuire meglio i cavi e ridurre l'utilizzo dei cavedi montanti degli edifici. La figura 4.23 mostra la topologia e le relazioni tra i vari elementi.

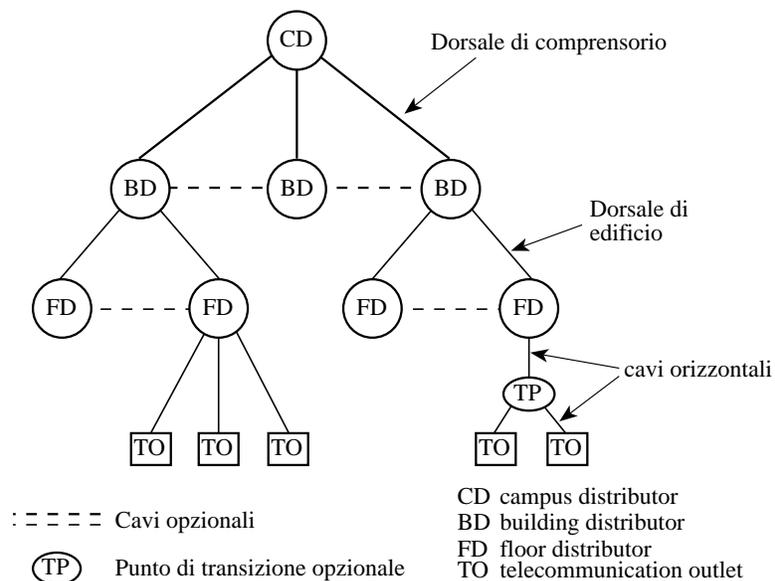


Fig. 4.23 - Il modello ISO/IEC DIS 11801.

Le distanze massime ammesse tra i vari elementi del cablaggio sono indicate nella figura 4.24.

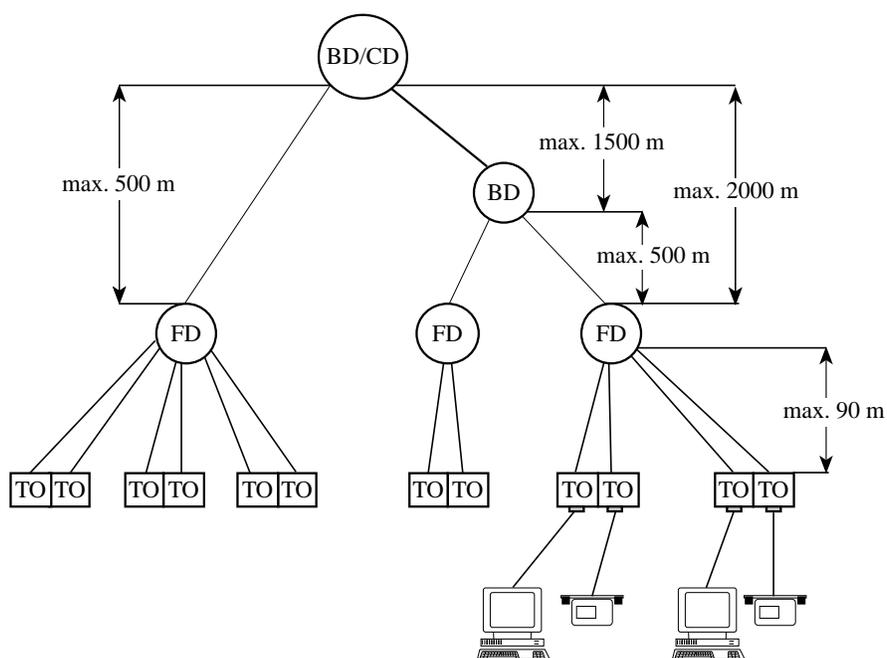


Fig. 4.24 - Topologia e limiti di distanze.

Le specifiche di canale sul cablaggio orizzontale stabiliscono uno sviluppo massimo di 95 m di cablaggio generico, al quale vanno sommati i cavetti di connessione degli apparati attivi per un totale di 100 m di cavo (figura 4.25). Al modello di cablaggio generico fanno riferimento i valori dei parametri elettrici delle classi di connessione (si veda il paragrafo 4.5.6).

Per il cablaggio orizzontale devono essere previsti almeno due cavi per ogni posto di lavoro, che partono dall'armadio di piano e terminano nella presa a muro:

- il primo cavo deve essere di categoria 3 o superiore;
- il secondo cavo deve essere di categoria 5 o in alternativa può essere una fibra ottica multimodale 62.5/125 μm .

La presa a muro o placchetta utente deve avere delle targhette permanenti, visibili esternamente dall'utente, che servono per identificare i cavi. I balun e gli adattatori d'impedenza devono essere esterni alla presa.

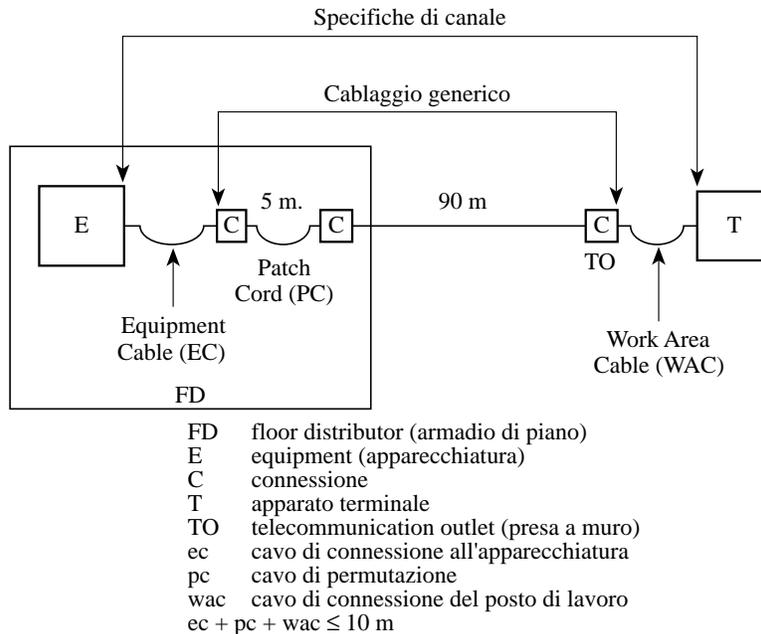


Fig. 4.25 - Cablaggio orizzontale.

4.5.4 I mezzi trasmissivi

Sulle dorsali sono ammessi i seguenti mezzi trasmissivi:

- fibre ottiche multimodali (62.5/125 μm preferita) e monomodali;
- cavi di tipo bilanciato (doppino) da 100 Ω (preferito), 120 Ω o 150 Ω che possono essere di tipo schermato o non schermato e possono essere composti da 2 o più coppie.

Per le dorsali è preferibile utilizzare fibre ottiche.

Sulla distribuzione orizzontale sono ammessi i seguenti mezzi trasmissivi:

- fibre ottiche multimodali (62.5/125 μm preferita);
- cavi di tipo bilanciato (doppino) da 100 Ω (preferito), 120 Ω o 150 Ω che possono essere di tipo schermato o non schermato e possono essere composti da 2 o più coppie.
- cavi ibridi, ovvero composti da elementi di diverso tipo o categoria, ad esempio: 4 coppie UTP da 100 Ω di Cat. 5 e 2 fibre ottiche.

I cavi di tipo bilanciato (doppini) da 100 Ω hanno le stesse caratteristiche

elettriche delle categorie 3, 4 e 5 (si vedano le tabelle 3.4 e 3.5), ad eccezione dei cavi schermati a cui sono state aggiunte alcune caratteristiche elettriche in relazione alla presenza dello schermo. Un parametro importante per i cavi schermati è l'impedenza di trasferimento che indica l'efficacia della schermatura; la tabella 4.5 mostra i valori richiesti dallo standard.

Caratteristiche del cavo			Categoria del cavo		
Caratteristiche elettriche @ 20 °C	Unità di misura	MHz	3	4	5
Massima impedenza di trasferimento	mΩ/m	1 10	50 100	50 100	50 100

Tab. 4.5 - Impedenza di trasferimento dei cavi schermati da 100 Ω.

I cavi di tipo bilanciato (doppini) da 120 Ω hanno le stesse caratteristiche di diafonia ed impedenza di trasferimento di quelli da 100 Ω, mentre le altre caratteristiche elettriche sono indicate nella tabella 4.6.

Caratteristiche del cavo			Categoria del cavo		
Caratteristiche elettriche @ 20 °C	Unità di misura	MHz	3	4	5
Impedenza	Ω	0.064	125 ± 45	125 ± 45	125 ± 45
		1÷100	125 ± 15	125 ± 15	125 ± 15
Attenuazione massima ammessa	dB/100 m	0.064	non definita	0.8	0.8
		0.256	non definita	1.1	1.1
		0.512	non definita	1.5	1.5
		0.772	non definita	1.7	1.7
		1	non definita	2	1.8
		4	non definita	4	3.6
		10	non definita	6.7	5.2
		16	non definita	8.1	6.2
		20	-	9.2	7
		31.25	-	-	8.8
		62.5	-	-	12.5
100	-	-	17		

Tab. 4.6 - Caratteristiche elettriche dei cavi a 120 Ω.

I cavi STP con impedenza di 150 Ω devono avere le caratteristiche elettriche indicate nella tabella 4.7 e nella tabella 4.8.

Caratteristiche del cavo			Cavo STP a 150 Ω
Caratteristiche elettriche @ 20°C	Unità di misura	MHz	
Impedenza	Ω	1÷100	150 \pm 15
Massima capacità tra una coppia sbilanciata e la terra	pf/100 m	0.001	100
Massima impedenza di trasferimento	m Ω /m	1	50
		10	100
Velocità di propagazione minima			0.6 c
Massimo valore di resistenza	Ω /100 m		6
Attenuazione massima ammessa	dB/100 m	4	2.2
		10	3.6
		16	4.4
		20	4.9
		31.25	6.9
		62.5	9.8
		100	12.3

Tab. 4.7 - Diafonia dei cavi a 150 Ω .

Caratteristiche del cavo			Cavo STP a 150 Ω
Caratteristiche elettriche @ 20°C	Unità di misura	MHz	
Near End Crosstalk (NEXT), minimo valore ammesso	dB @ 100 m	4	58
		10	53
		16	50
		20	49
		31.25	46
		62.5	41
		100	38

Tab. 4.8 - Caratteristiche elettriche dei cavi a 150 Ω .

La fibra ottica preferita è quella multimodale 62.5/125 μm , per la quale sono richieste le caratteristiche minime riportate nella tabella 4.9.

Lunghezza d'onda (nm)	Attenuazione massima (dB/Km)	Banda passante (MHz · Km)
850	3.5	200
1300	1.0	500

Tab. 4.9 - Caratteristiche della fibra 62.5/125 μm .

Un link in fibra ottica comprende le seguenti parti: il cavo in fibra ottica, i cavi di permutazione, gli eventuali giunti o splice, i connettori, i pannelli di permutazione. La massima attenuazione ammessa in un link è di 11 dB. La tabella 4.10 indica il caso peggiore di attenuazione in relazione al tipo di link ed alla lunghezza d'onda.

Sottosistema di cablaggio	Lunghezza del link	Attenuazione (dB)	
		850 nm	1300 nm
Orizzontale	100 m	2.5	2.3
Dorsale di edificio	500 m	3.8	2.8
Dorsale di comprensorio	1500 m	7.4	4.4

Tab. 4.10 - Attenuazione dei sottosistemi di cablaggio in fibra ottica.

4.5.5 Elementi di connessione (connecting hardware)

Nel cablaggio di distribuzione orizzontale ci sono almeno quattro punti di connessione che vengono realizzati con degli elementi indicati generalmente come *connecting hardware*; si tratta degli accoppiamenti presa-connettore (si veda la figura 4.26).

Il connecting hardware introduce una ridotta attenuazione aggiuntiva sulla connessione tra due apparati attivi (principalmente dovuta all'inevitabile discontinuità dell'impedenza, e quindi al return loss, descritto nel paragrafo 3.2.5), ma aumenta in modo considerevole la diafonia. I valori di attenuazione e diafonia (NEXT) dei componenti per i cablaggi a 100 Ω e 120 Ω sono indicati nelle tabelle 4.11 e 4.12, mentre quelli per i cablaggi a 150 Ω sono indicati nelle tabelle 4.13 e 4.14.

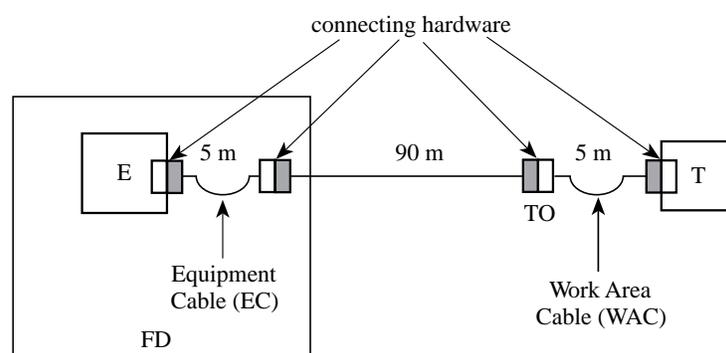


Fig. 4.26 - Elementi di connessione di un cablaggio.

Caratteristiche del connecting hardware per i cablaggi a 100 Ω o 120 Ω			Categoria del connecting hardware		
Caratteristiche elettriche	Unità di misura	MHz	3	4	5
Attenuazione massima, ammessa	dB	1	0.4	0.1	0.1
		4	0.4	0.1	0.1
		10	0.4	0.1	0.1
		16	0.4	0.2	0.2
		20	-	0.2	0.2
		31.25	-	-	0.2
		62.5	-	-	0.3
		100	-	-	0.4

Tab. 4.11 - Attenuazione del connecting hardware a 100 Ω e 120 Ω .

Caratteristiche del connecting hardware per i cablaggi a 100 Ω o 120 Ω			Categoria del connecting hardware		
Caratteristiche elettriche	Unità di misura	MHz	3	4	5
Near End Crosstalk (NEXT), minimo valore ammesso	dB	1	58	>65	>65
		4	46	58	>65
		10	38	50	60
		16	34	46	56
		20	-	44	54
		31.25	-	-	50
		62.5	-	-	44
		100	-	-	40

Tab. 4.12 - Diafonia (NEXT) del connecting hardware a 100 Ω e 120 Ω .

Caratteristiche del connecting hardware per i cablaggi schermati a 150 Ω			
Caratteristiche elettriche	Unità di misura	MHz	Cat. 5
Attenuazione massima, ammessa	dB	1	0.05
		4	0.05
		10	0.10
		16	0.15
		20	0.15
		31.25	0.15
		62.5	0.20
		100	0.25

Tab. 4.13 - Attenuazione del connecting hardware a 150 Ω .

Caratteristiche del connecting hardware per i cablaggi schermati a 150 Ω			
Caratteristiche elettriche	Unità di misura	MHz	Cat. 5
Near End Crosstalk (NEXT), minimo valore ammesso	dB	1	>65
		4	>65
		10	>65
		16	62.4
		20	60.5
		31.25	56.6
		62.5	50.6
		100	46.5

Tab. 4.14 - Diafonia (NEXT) del connecting hardware a 150 Ω .

Durante la realizzazione dei cavetti di connessione o permutazione (patch cord, equipment cable e work area cable), è necessario prestare molta cura nell'intestare il cavo sul connettore (plug) RJ45 per mantenere le caratteristiche di categoria 5. L'operazione richiede quattro fasi:

- spelare e preparare il cavo come indicato nella figura 4.27a;
- tagliare e disporre i conduttori come indicato nella figura 4.27b;
- inserire i conduttori nel connettore come indicato nella figura 4.27c;
- crimpare il connettore e controllare che il cavo riprenda la sua forma originale a 6 mm dal bordo esterno come indicato nella figura 4.27c.

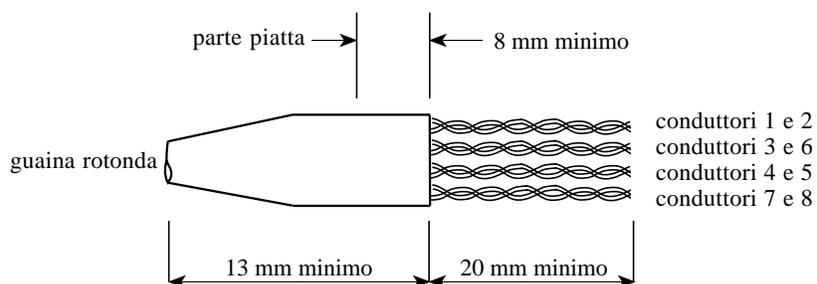


Fig. 4.27a - Spelatura e preparazione del cavo.

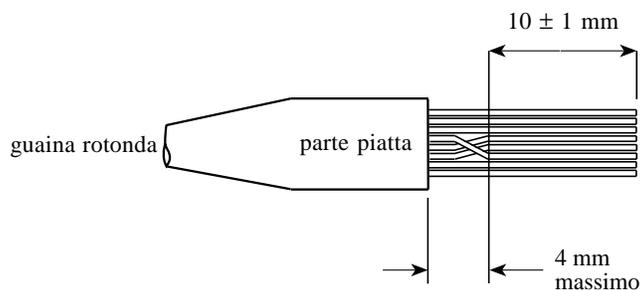


Fig. 4.27b - Disposizione dei conduttori.

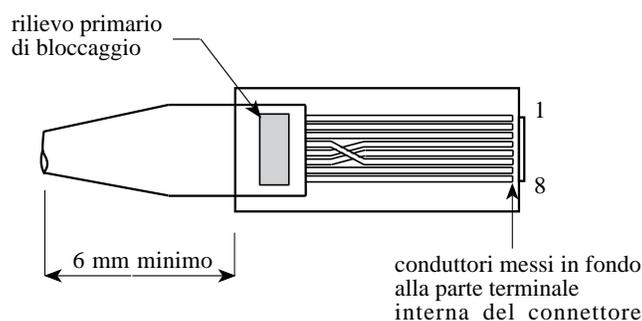


Fig. 4.27c - Inserzione dei conduttori nel connettore.

4.5.6 Classificazione delle connessioni

Sono state definite cinque classi di connessioni (link), di cui quattro classi per i cavi in rame ed una classe per la fibra ottica:

- classe A adatta per applicazioni fino a 100 kHz;
- classe B adatta per applicazioni fino a 1 MHz;
- classe C adatta per applicazioni fino a 16 MHz;
- classe D adatta per applicazioni fino a 100 MHz.

La fibra ottica non costituisce generalmente un limite per la banda passante delle apparecchiature utilizzate in un cablaggio.

La classe di connessione definisce le caratteristiche elettriche più importanti quali attenuazione, diafonia, ACR, riferite all'insieme di tutti i componenti passivi interposti tra due apparati attivi di telecomunicazione.

L'attenuazione totale di una connessione è data dalla somma dei valori di attenuazione di tutti i singoli componenti passivi: cavo di distribuzione orizzontale, connecting hardware, cavetti di connessione.

I cavetti di connessione, quali patch cord, equipment cable e work area cable, vengono normalmente realizzati con conduttori di tipo trefolato per renderli più flessibili, in questo caso l'attenuazione del cavo aumenta del 50% rispetto ad un cavo di equivalente categoria con conduttori solidi.

La diafonia totale di una connessione è la combinazione di quella di tutti i componenti ed i cavi interposti tra due apparati attivi.

La normativa stabilisce dei limiti per l'attenuazione e la diafonia (NEXT) riferiti al modello di cablaggio generico (si veda la figura 4.25). Le tabelle 4.15 e 4.16 mostrano rispettivamente i limiti per le quattro classi di connessione.

Frequenza MHz	Attenuazione massima ammessa (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	16	5.5	N/A	N/A
1	N/A	15	3.7	2.5
4	N/A	N/A	6.6	4.8
10	N/A	N/A	10.75	7.5
16	N/A	N/A	14	9.4
20	N/A	N/A	N/A	10.5
31.25	N/A	N/A	N/A	13.1
62.5	N/A	N/A	N/A	18.4
100	N/A	N/A	N/A	23.2

Tab. 4.15 - Attenuazione delle classi di connessione

I link realizzati con i cavi di rame devono rispondere a determinati requisiti di qualità trasmissiva, che si esprime col valore di ACR. Tale valore indica il rapporto tra il segnale attenuato, all'estremità di una connessione dove è situato il ricevitore, ed il segnale indotto dalla coppia vicina per effetto della diafonia (si veda il paragrafo 3.2.5).

La normativa stabilisce soltanto i valori di ACR per la connessione di classe D. Si noti che, per ottenere i valori indicati nella tabella 4.17, può non essere sufficiente soddisfare i limiti di attenuazione e di diafonia indicati nelle tabelle 4.15 e 4.16. La normativa demanda a chi progetta i componenti del cablaggio il compito di decidere quali valori migliorare per rientrare nei limiti di ACR.

Frequenza MHz	Valori minimi di NEXT loss (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	27	48	N/A	N/A
1	N/A	11	39	54
4	N/A	N/A	29	45
10	N/A	N/A	23	39
16	N/A	N/A	19	36
20	N/A	N/A	N/A	34.5
31.25	N/A	N/A	N/A	31.5
62.5	N/A	N/A	N/A	27
100	N/A	N/A	N/A	24

Tab. 4.16 - Diafonia (NEXT) delle classi di connessione

Frequenza (MHz)	ACR minimo (dB) Classe D
1	-
4	40
10	35
16	30
20	28
31.25	23
62.5	13
100	4

Tab. 4.17 - Valori minimi di ACR per la connessione di classe D.

Per esempio, se si considera una tipica connessione tra due apparati attivi (si veda la figura 4.26) composta da un cablaggio di 90 m, realizzato con cavo e connecting hardware di categoria 5, e due cavetti di categoria 5 (tipo flessibile con conduttori trefolati) per l'interconnessione degli apparati, si ottengono un valore teorico di attenuazione a 100 MHz di 24.37 dB e un valore teorico di diafonia (NEXT) a 100 MHz di 29.3 dB (contro i 23.2 dB e 24 dB delle tabelle 4.15 e 4.16), per un valore risultante di ACR di 4.93 dB.

4.5.7 Trattamento degli schermi e messa a terra

Gli schermi dei cavi, gli apparati e gli armadi di piano devono essere collegati all'impianto di terra dell'edificio che deve essere realizzato in conformità alle vigenti normative sulla sicurezza degli impianti elettrici. I collegamenti di terra devono essere permanenti e continui. Deve inoltre essere garantita una continuità elettrica dello schermo lungo tutto il percorso tra due apparati attivi, anche quando si passa attraverso dei punti di permutazione. Tutti gli elettrodi di terra di un edificio devono essere connessi tra loro con un cavo opportuno per garantire una equipotenzialità dei punti di terra. L'impianto di terra dell'edificio deve garantire una differenza di potenziale inferiore a 1 V r.m.s. tra due punti qualunque di connessione. Se i requisiti citati non possono essere mantenuti bisogna usare la fibra ottica per eliminare i rischi di elevata corrente di terra lungo lo schermo dei cavi.

4.5.8 Connettori per fibre ottiche

I connettori utilizzabili per la terminazione delle fibre ottiche sono di due famiglie:

- connettori "ST" simplex o duplex: hanno una chiave d'inserzione e si bloccano mediante un meccanismo a baionetta;
- connettori "SC" simplex o duplex: sono molto simili ai precedenti, hanno una chiave d'inserzione, ma sono inseribili e disinseribili a pressione.

La figura 4.28 mostra i tipi di connettori utilizzabili.

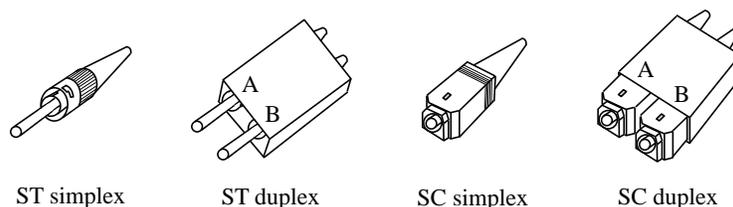


Fig. 4.28 - Tipi di connettori per fibra ottica utilizzabili.

Il pannello della placchetta utente deve poter ospitare due bussole di tipo simplex o una di tipo duplex; inoltre deve riportare due lettere alfabetiche visibili, A e B, che servono per identificare le fibre (si vedano le figure 4.29 e 4.30). Le bussole servono ad allineare meccanicamente coppie di connettori.

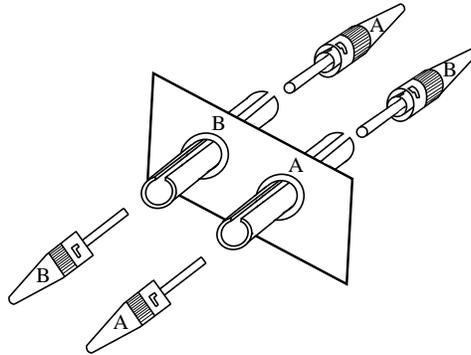


Fig. 4.29 - Pannellino per connettori ST.

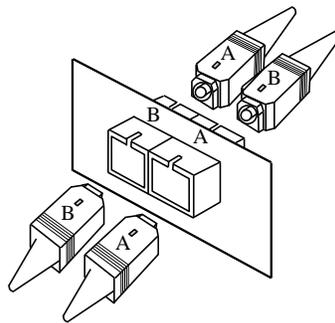


Fig. 4.30 - Pannellino per connettori SC.

4.6 LA PROPOSTA SP-2840-A

4.6.1 Introduzione

Lo SP-2840-A è una proposta di revisione dello standard americano EIA/TIA 568 che, dopo l'approvazione prevista per il mese di luglio del 1995, prenderà il nome di EIA/TIA-568-A. Questa revisione del precedente standard è motivata dalla necessità di avere dei cablaggi con prestazioni superiori e di stabilire quindi delle normative più adeguate ad una maggiore banda trasmissiva.

Il documento incorpora e sostituisce i bollettini: TSB36, TSB40, TSB40A e TSB53, che definivano le caratteristiche dei cavi e del connecting hardware riferite alle categorie 3, 4 e 5 (100 Ω) e al tipo STP a 150 Ω ; introduce inoltre delle nuove specifiche per i cablaggi in fibra ottica.

Questa normativa si differenzia da EIA/TIA 568 per i seguenti motivi principali:

- non ammette l'utilizzo di cavi coassiali;
- fornisce un maggior numero di dati sulle caratteristiche dei doppini e dei componenti passivi;
- definisce il modello di connessione;
- definisce le specifiche per il cablaggio in fibra ottica;
- permette l'uso di fibre ottiche monomodali sulle dorsali.

4.6.2 I doppini ed il connecting hardware

I doppini a 100 Ω hanno le caratteristiche già descritte nel paragrafo 3.2.9; i cavi chiamati STP-A 150 Ω hanno le stesse caratteristiche, fino a 100 MHz, di quelli definiti da ISO/IEC DIS 11801 (si vedano le tabelle 4.7 e 4.8), con la differenza che devono essere provati fino a 300 MHz.

Il connecting hardware (accoppiamento presa-connettore) a 100 Ω o 150 Ω deve avere le stesse caratteristiche richieste da ISO/IEC DIS 11801 (si vedano le tabelle 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14) per le frequenze fino a 100 MHz, ma la componentistica a 150 Ω viene collaudata fino a 300 MHz.

I cavetti di connessione, che prendono il nome generico di patch cord, vengono normalmente realizzati con conduttori di tipo trefolato per renderli più flessibili. Nella proposta SP-2840-A si suppone che l'attenuazione del cavo aumenti del 20% rispetto ad un cavo di equivalente categoria con conduttori solidi, mentre nell'ISO/IEC DIS 11801 si ipotizza un aumento di attenuazione del 50%.

I cavetti di connessione devono essere attestati sui connettori RJ45 nello stesso modo indicato da ISO/IEC DIS 11801 (si veda il paragrafo 4.5.5).

4.6.3 Modello di connessione

Il modello di connessione è utilizzato come riferimento per le tabelle di attenuazione e diafonia (NEXT) ed è costituito da 90 m di cablaggio orizzontale, i connecting hardware, il permutatore di armadio ed un massimo di 10 m a disposizione per i cavetti di permutazione (si veda la figura 4.31).

Le tabelle 4.18 e 4.19 riportano rispettivamente i valori massimi di attenuazione e quelli minimi di diafonia (NEXT) che sono da intendere come valore di *channel performance*, ovvero prestazione minima richiesta riferita al modello di connessione.

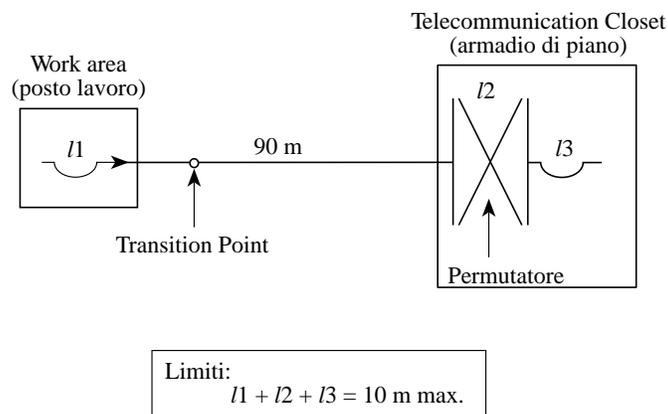


Fig. 4.31 - Modello di connessione.

Frequenza MHz	Attenuazione massima ammessa (dB)		
	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5
1	4.2	2.6	2.5
4	7.3	4.8	4.5
8	10.2	6.7	6.3
10	11.5	7.5	7.0
16	14.9	9.9	9.2
20	-	11.0	10.3
25	-	-	11.4
31.25	-	-	12.8
62.5	-	-	18.5
100	-	-	24.0

Tab. 4.18 - Valori massimi di attenuazione del modello di connessione.

La normativa non stabilisce i valori di ACR, ma suggerisce di considerare il valore richiesto dai singoli standard trasmissivi. Normalmente il valore di ACR è compreso tra i 14.5 dB richiesti da 10BaseT sui cavi UTP a 4 coppie e 21.1 dB richiesti dallo standard TP-PMD (FDDI) a 10 MHz e 31.25 MHz rispettivamente; lo standard 802.5 chiama questo valore col nome di NIR (*NEXT to Insertion loss Ratio*) ed i valori richiesti sono riportati nel paragrafo 7.6.2.

Frequenza MHz	Valori minimi di NEXT loss (dB)		
	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5
1	39.1	53.3	60.3
4	29.3	43.3	50.6
8	24.3	38.2	45.6
10	22.7	36.6	44.0
16	19.3	33.1	40.6
20	-	31.4	39.0
25	-	-	37.4
31.25	-	-	35.7
62.5	-	-	30.6
100	-	-	27.1

Tab. 4.19 - Valori minimi di diafonia (NEXT) del modello di connessione.

4.6.4 Cablaggio in fibra ottica

La necessità di maggiore velocità trasmissiva pone il problema di come predisporre un cablaggio. Gli standard trasmissivi con maggiori prestazioni sono nati prima su fibra ottica e poi, con non poche difficoltà, sono stati resi disponibili anche su cavi in rame. Sono passati non meno di tre anni da quando sono stati disponibili i primi apparati FDDI su fibra ottica a quando sono stati disponibili quelli su cavo UTP. Con le attuali tecniche disponibili e la riduzione dei costi sulla fibra ottica e della componentistica in genere, si può pensare di portare la fibra ottica al posto di lavoro in quelle realtà dove si ha una veloce evoluzione verso i sistemi trasmissivi ad alte prestazioni. La soluzione è un compromesso tra le prestazioni richieste nel presente e nell'immediato futuro ed i costi di realizzazione.

L'unica bozza di standard che affronta in modo dettagliato il cablaggio in fibra ottica è la SP-2840-A.

I connettori ammessi sono gli stessi definiti da ISO/IEC DIS 11801 (si veda la figura 4.28).

La placchetta a muro, o una coppia di connettori facenti parti di un pannello di terminazione, devono essere realizzati nel modo indicato nelle figure 4.29 e 4.30; le targhette "A" e "B" servono per facilitare il compito di chi deve effettuare le connessioni tra gli apparati attivi ed il cablaggio.

Il montaggio dei connettori, sia esso su placchetta a muro o su pannello, deve essere effettuato nei modi indicati nella figura 4.32.

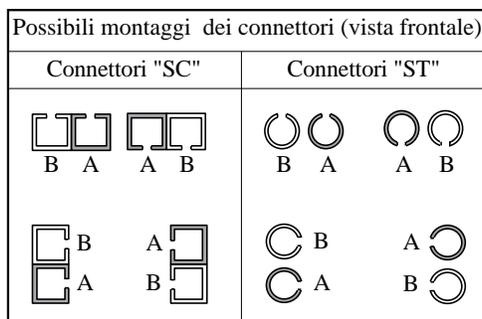


Fig. 4.32 - Montaggi dei connettori per fibre ottiche.

Il cablaggio orizzontale in fibra ottica deve avere una lunghezza massima di 90 m e deve essere realizzato con una bifibra.

Una dorsale in fibra ottica deve essere connettorizzata ai due estremi su due pannelli di terminazione e la numerazione da applicare alle fibre è quella indicata nella figura 4.33.

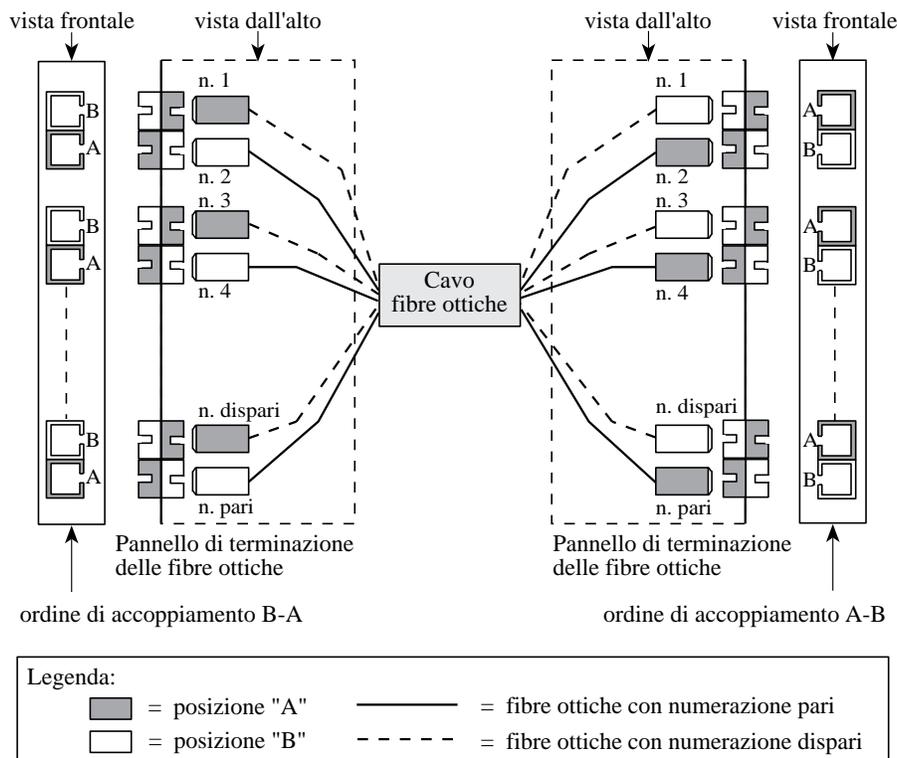


Fig. 4.33 - Dorsale in fibra ottica attestata sui pannelli di terminazione.

Il cablaggio in fibra ottica deve essere organizzato nel modo indicato nella figura 4.34.

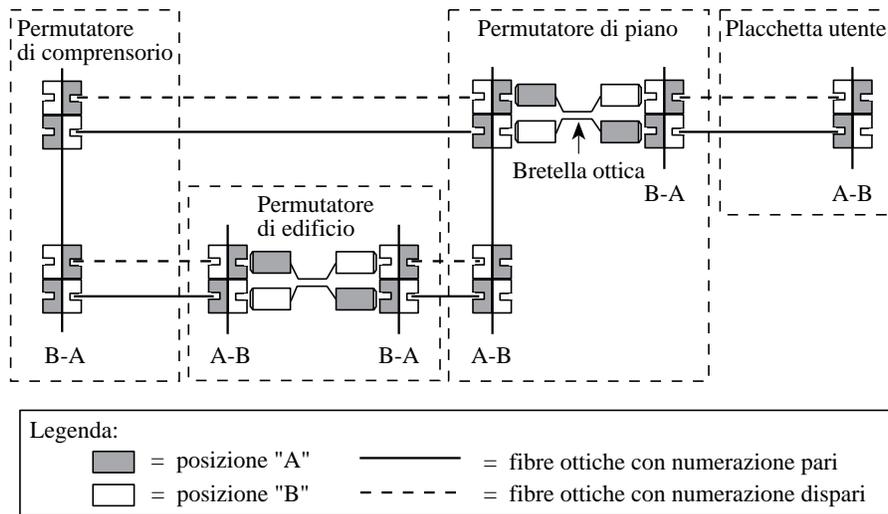


Fig. 4.34 - Cablaggio in fibra ottica.

Il cablaggio orizzontale in fibra ottica va certificato in modo semplice e poco costoso in quanto è sufficiente verificare che l'attenuazione massima della tratta da 90 m, compresa tra il pannello dell'armadio di distribuzione orizzontale e la placchetta a muro, sia inferiore a 2 dB. Tale verifica va effettuata alla lunghezza d'onda di 850 nm e 1300 nm. Il modello di certificazione per il cablaggio orizzontale è quello indicato nella figura 4.35.

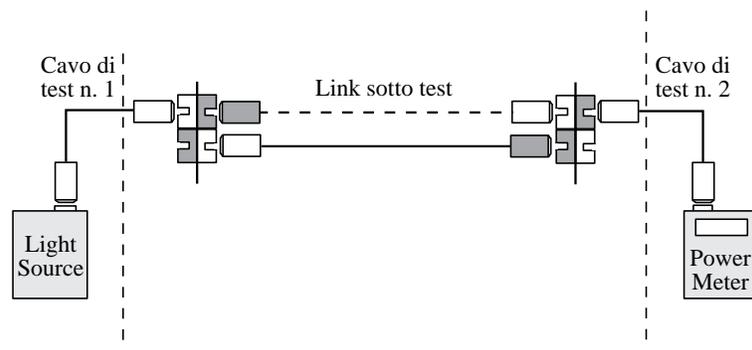


Fig. 4.35 - Modello di certificazione del cablaggio orizzontale in fibra ottica.

4.7 CERTIFICAZIONE DEI CABLAGGI

Un cablaggio di categoria 5 (definizione EIA/TIA SP-2840-A) o di classe D (definizione ISO/IEC DIS 11801) offre delle elevate prestazioni trasmissive, ma per definirsi tale va certificato con appositi strumenti di misura.

4.7.1 La proposta del gruppo di lavoro TR41.8.1

La normativa proposta dal gruppo di lavoro TR41.1.8 del comitato EIA/TIA prevede due configurazioni di test: il *basic link* (si veda la figura 4.36) ed il *channel* (si veda la figura 4.31).

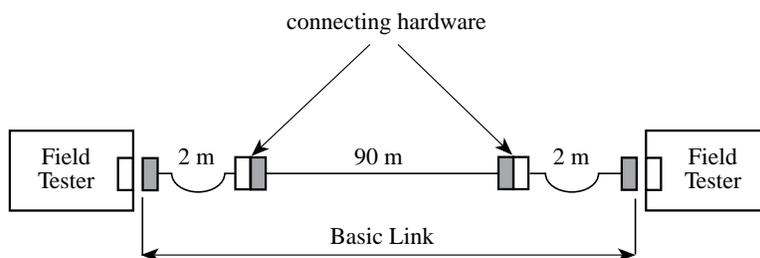


Fig. 4.36 - Modello basic link.

Prima di iniziare la certificazione bisogna conoscere la velocità di propagazione del cavo; nel caso non la si conosca, alcuni strumenti permettono di ricavarla calibrando lo strumento con uno spezzone di cavo di lunghezza nota.

A seconda che si verifichi il basic link o il channel, cambiano i limiti di attenuazione e diafonia (NEXT). Nel caso del channel i limiti sono quello indicati nelle tabelle 4.18 e 4.19; nel caso di basic link i limiti sono quelli indicati nelle tabelle 4.20 e 4.21.

In fase di certificazione bisogna effettuare la prova di *dual NEXT*. Si tratta di eseguire il test con il generatore da un lato del cavo e lo strumento di misura dall'altro, e poi scambiarli. Alcuni strumenti sono composti da due parti che contengono sia il generatore che lo strumento di misura, e permettono di effettuare il test senza dover scambiare i due elementi.

La differenza tra i due valori di NEXT misurati ai due estremi di un link è da attribuire principalmente alla differente qualità delle intestazioni di prese e connettori. Tale differenza può raggiungere i 4 dB, e ai fini del risultato va sempre considerato il valore peggiore.

Frequenza MHz	Attenuazione massima ammessa (dB)		
	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5
1	3.2	2.2	2.1
4	6.1	4.3	4.0
8	8.8	6.0	5.7
10	10.0	6.8	6.3
16	13.2	8.8	8.2
20	-	9.9	9.2
25	-	-	10.3
31.25	-	-	11.5
62.5	-	-	16.7
100	-	-	21.6

Tab. 4.20 - Valori massimi di attenuazione del basic link.

Frequenza MHz	Valori minimi di NEXT loss (dB)		
	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5
1	40.1	54.7	60
4	30.7	45.1	51.8
8	25.9	40.2	47.1
10	24.3	38.6	45.5
16	21.0	35.3	42.3
20	-	33.7	40.7
25	-	-	39.1
31.25	-	-	37.6
62.5	-	-	32.7
100	-	-	29.3

Tab. 4.21 - Valori minimi di diafonia (NEXT) del basic link.

La normativa stabilisce due classi di strumenti aventi due tipi di accuratezza:

- gli strumenti di livello 1 hanno un'accuratezza di ± 3.4 dB sulla misura di diafonia (NEXT) e ± 1.3 dB sulla misura di attenuazione;
- gli strumenti di livello 2 hanno un'accuratezza di ± 1.6 dB sulla misura di diafonia (NEXT) e di ± 1 dB sulla misura di attenuazione.

4.7.2 Interpretazione degli standard

Alcuni parametri di progetto imposti dagli standard, ed in particolare la massima lunghezza dei work area cable, sono definiti in funzione dei casi estremi, per esempio un link con cavo orizzontale di lunghezza massima (90 m). Tuttavia, con l'introduzione della misura del link, anche ai fini della certificazione l'aspetto fondamentale risulta essere quello delle caratteristiche elettriche del link complessivo su cui saranno collegate le apparecchiature attive, e non quelle delle sue singole parti.

Questa considerazione permette di adottare un'interpretazione elastica degli standard, spesso utile per risolvere problemi pratici e per contenere i costi. Per esempio, se i cavi orizzontali che servono una stanza sono molto al di sotto della lunghezza massima, e non è semplice distribuire le prese in modo uniforme, è possibile utilizzare work area cable anche ben più lunghi di 5 m, eventualmente ricorrendo a conduttori solidi e non trefolati per non degradare troppo le prestazioni.

4.8 LO STANDARD EIA/TIA 569

Il cablaggio strutturato comporta la posa di una considerevole quantità di cavi e l'installazione di armadi contenenti i pannelli di permutazione e le apparecchiature attive. Inoltre, in corrispondenza degli armadi di piano convergono i fasci di cavi dei cablaggi orizzontali, fasci che raggiungono diametri dell'ordine delle decine di centimetri. Tutto ciò crea seri problemi se l'edificio non è stato adeguatamente progettato. Lo standard EIA/TIA 569 definisce le caratteristiche minime per le infrastrutture edilizie degli edifici in cui devono essere installati sistemi di cablaggio strutturato secondo lo standard EIA/TIA 568. Si osservi che gli standard per i cablaggi strutturati prevedono che l'edificio sia in costruzione o in ristrutturazione, e che sia quindi possibile porre in atto i necessari interventi edilizi.

In figura 4.37 sono rappresentati i principali elementi di cui lo standard EIA/TIA 569 determina le caratteristiche, le possibili modalità costruttive ed i materiali impiegabili.

Il principale problema che si incontra normalmente nella realizzazione di un cablaggio strutturato è la inadeguatezza delle canalizzazioni per il cablaggio orizzontale. Esse devono poter ospitare un numero di cavi crescente man mano che ci si avvicina all'armadio di piano. Lo standard fornisce le seguenti indicazioni:

- si deve prevedere l'utilizzo di almeno tre apparecchiature per posto di lavoro;
- si deve prevedere un posto di lavoro ogni 10 m² di spazio utilizzabile;
- si devono predisporre canaline per un totale di 650 mm² di sezione per ogni 10 m² di spazio servito.

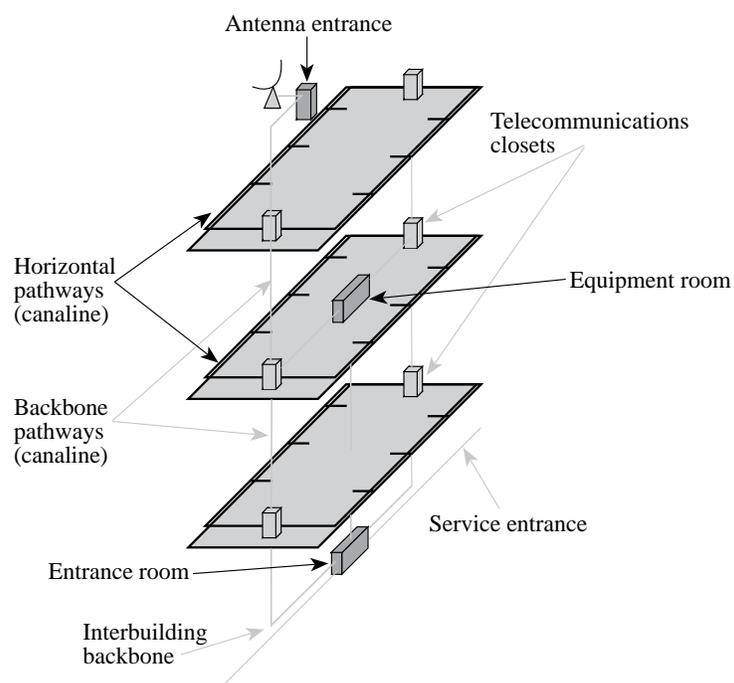


Fig. 4.37 - Principali elementi contemplati dallo standard EIA/TIA 569.

Inoltre, per garantire l'integrità dei cavi (doppini in particolare) dopo la posa, lo standard indica i minimi raggi di curvatura delle canaline, la massima distanza tra pozzetti o scatole accessibili lungo una canalina, e il massimo numero di cavi ospitabili nei tubi, in funzione del diametro. Quest'ultima specifica è riportata in tabella 4.22.

Infine, vengono fornite alcune indicazioni sulle minime distanze ammesse tra cavi di segnale e linee di alimentazione elettrica, come riportato in tabella 4.23.

Diametro del tubo (mm)	Diametro dei cavi (mm)									
	3.3	4.6	5.6	6.1	7.4	7.9	9.4	13.5	15.8	17.8
15.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20.9	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
26.6	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
35.1	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
40.9	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
52.5	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
62.7	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
77.9	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
90.1							22	12	7	6
102.3							30	14	12	7

Tab. 4.22 - Massimo numero di cavi ospitabili nei tubi.

Situazione	Distanza minima		
	< 2 kVA	2 - 5 kVA	> 5 kVA
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline aperte o non metalliche	127 mm	305 mm	610 mm
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	64 mm	152 mm	305 mm
Linee elettriche schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	-	76 mm	152 mm

Tab. 4.23 - Minime distanze ammesse tra cavi di segnale e linee di alimentazione elettrica.

4.9 LO STANDARD TIA/EIA 607

Lo standard TIA/EIA 607 affronta il problema di fornire una rete di messa a terra (*grounding* o, più propriamente, *earthing*) e di collegamento delle masse elettriche (*bonding*) aggiuntiva rispetto a quella per le alimentazioni elettriche e dedicata al sistema di cablaggio. Lo schema di base di tale rete è riportato in figura 4.38.

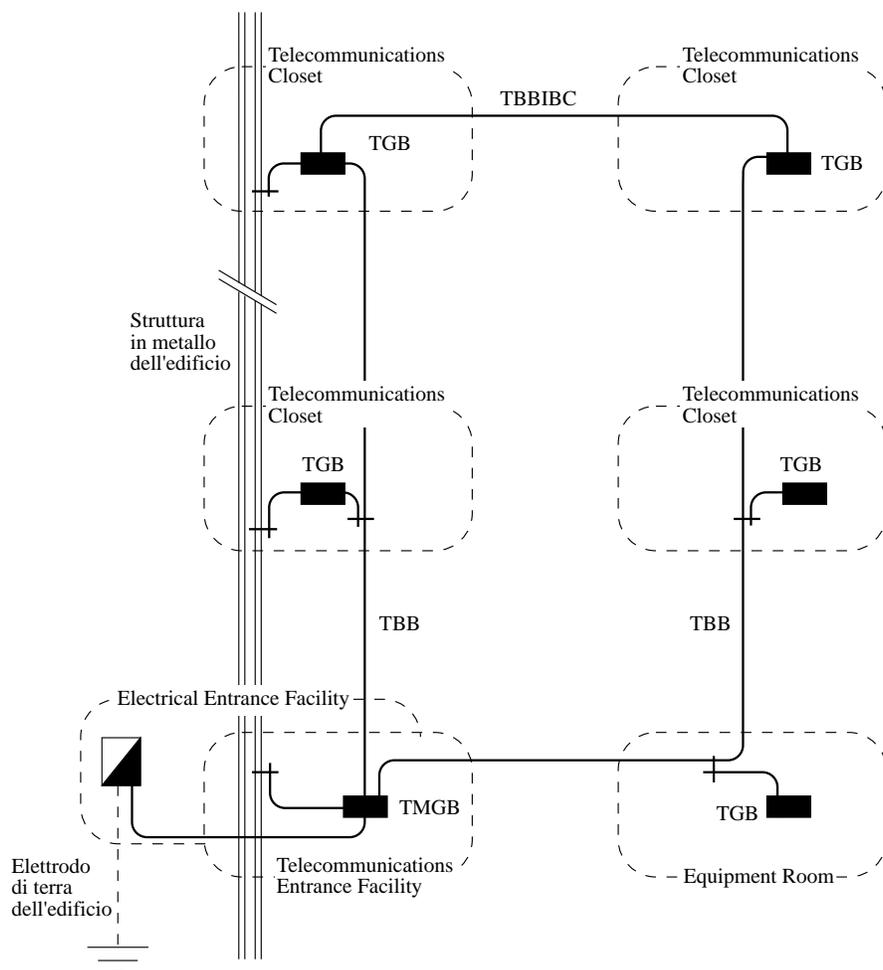


Fig. 4.38 -Rete di bonding e grounding

Gli elementi previsti, le cui caratteristiche minime sono indicate nello standard, sono i seguenti:

- *Telecommunications Main Grounding Busbar (TGMB)*, barra in rame per il collegamento a bassissima impedenza delle dorsali di terra del cablaggio con il sistema di messa a terra dell'edificio;
- *Telecommunications Grounding Busbar (TGB)*, barra in rame per il collegamento a bassissima impedenza dell'utenza nel telecommunications closet (strutture metalliche dei rack, quadri di alimentazione elettrica, ecc.) con la dorsale di terra del cablaggio;

- *Telecommunications Bonding Backbone (TBB)*, dorsale di terra e di collegamento delle masse elettriche dedicata al cablaggio; raggiunge tutti i telecommunications closet;
- *Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor (TBBIBC)*, collegamento tra i TGB dei telecommunication closet che eventualmente si trovano sul medesimo piano; deve essere presente nell'ultimo piano dell'edificio e ogni tre piani intermedi.

Tutti i conduttori di terra devono avere un diametro minimo di 6 AWG (circa 3.4 mm).

4.10 PARTICOLARITÀ DI ALCUNI SISTEMI DI CABLAGGIO

I sistemi di cablaggio che consideriamo in questo paragrafo sono tutti conformi allo standard EIA/TIA 568, ma si differenziano tra loro per l'appartenenza a due differenti famiglie, che sono:

- i sistemi di derivazione dati, i quali sono basati sulla permutazione effettuata tramite connettori RJ45. I principali sono: IBM ACS, Digital OPEN DECconnect, AMP ACO, MOD-TAP, Krone, Panduit;
- i sistemi di derivazione telefonica, i quali sono basati sulla permutazione di tipo telefonico. I principali sono: AT&T PDS, Northern Telecom IBDN, Krone, Trucco SCP.

La figura 4.39 e la figura 4.40 mostrano le differenze tra le due famiglie di cablaggi.

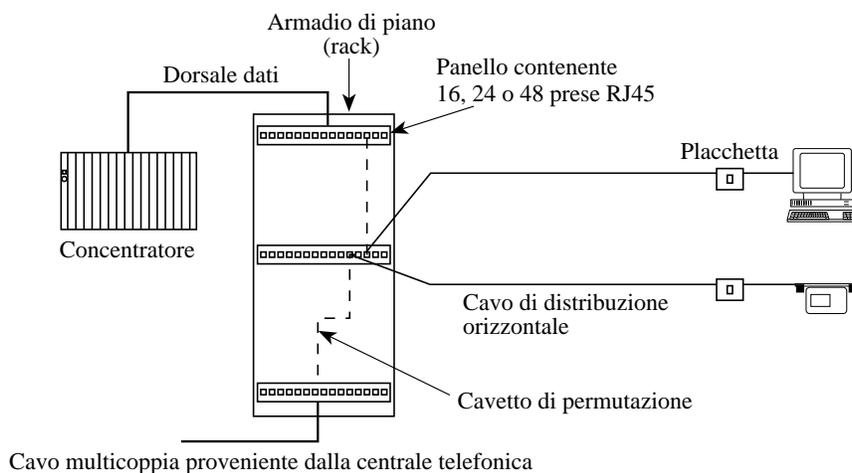


Fig. 4.39 - Cablaggio di derivazione dati.

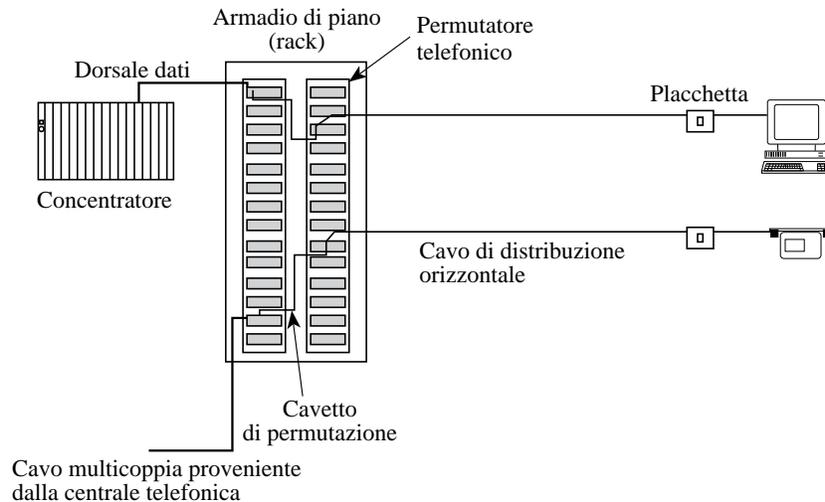


Fig. 4.40 - Cablaggio di derivazione telefonica.

4.10.1 Il sistema IBM/ACS

Il sistema ACS (Advanced Connectivity System) può ospitare sia cavi di tipo UTP che FTP, ma normalmente usa il secondo tipo, in quanto la IBM ha lunga tradizione nei cavi schermati ed inoltre ritiene che sia la migliore soluzione alle problematiche di suscettibilità ed emissione di disturbi elettromagnetici. I cavi utilizzati e tutta la componentistica passiva sono di categoria 5. La permutazione avviene su pannelli modulari contenenti un massimo di 48 prese RJ45 ciascuno. L'adattamento ai vari sistemi di telecomunicazione viene effettuato con appositi cavetti di permutazione che adattano sia le diverse tipologie di connettori e cavi, sia, quando necessario, l'impedenza. La figura 4.41 mostra un esempio di cablaggio ACS.

4.10.2 Il sistema Digital/Open DECconnect

Il sistema OPEN DECconnect della Digital Equipment è stato uno dei primi ad uniformarsi alle specifiche EIA/TIA 568. Esso utilizza un solo tipo di connettore (RJ45) per i due tipi di servizi fonia e dati. A discrezione dell'utente finale, si può scegliere se utilizzare una presa RJ45 con l'icona del telefono o con l'icona di trasmissione dati, per differenziare i due tipi di servizi. Il sistema di cablaggio è adatto

sia per i sistemi schermati sia per quelli non schermati e si possono quindi utilizzare cavi UTP o FTP. L'adattamento ai vari sistemi di telecomunicazione viene effettuato con appositi cavetti di permutazione che adattano sia le diverse tipologie di connettori e cavi, sia, quando necessario, l'impedenza. Lo schema di collegamento è molto simile a quello riportato nella figura 4.39.

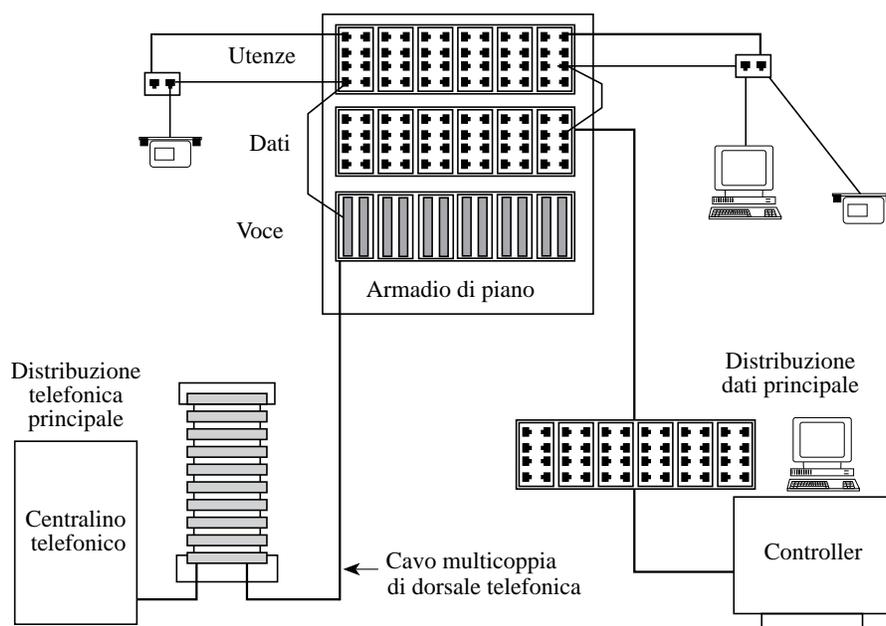


Fig. 4.41 - Esempio di cablaggio IBM ACS.

4.10.3 Il sistema AMP/ACO

Il sistema ACO (AMP Communication Outlet) dell'AMP può essere proprietario o standard, a seconda di come viene utilizzato. Esso è compatibile con il cabling system IBM e quindi può anche ospitare cavi STP di tipo 1 e 2; accetta inoltre cavi UTP e FTP da 100 Ω o 120 Ω . Questo cablaggio è modulare e molto flessibile, ed è composto da due elementi principali:

- la presa a muro, o placchetta utente, che a sua volta è composta da:
 - l'*housing*, che è l'elemento plastico dove vengono alloggiati l'edge connector ed il modulo di adattamento, che può essere ad una o due posizioni;
 - l'*edge-connector*, che permette la connessione tra il cavo ed il modulo;

- il *modulo*, che può contenere uno o due prese specifiche ed, a volte, un balun integrato;
- il *patch-panel*, che serve ad effettuare le permutazioni, dentro l'armadio, tra le dorsali dati o fonia e le utenze; esso ospita gli stessi housing della presa a muro e di conseguenza gli stessi moduli ed edge-connector.

I moduli si inseriscono nell'edge-connector tramite un circuito stampato. Essi possono contenere fino a due prese e sono in grado di ottimizzare l'utilizzo delle coppie. Si possono utilizzare ad esempio: moduli con due RJ45 cablati per Ethernet, due RJ11 cablati per avere due telefoni, due BNC da 93 Ω e relativi balun integrati per connettere due terminali IBM 3270, ecc.

La figura 4.42 mostra lo schema di collegamento.

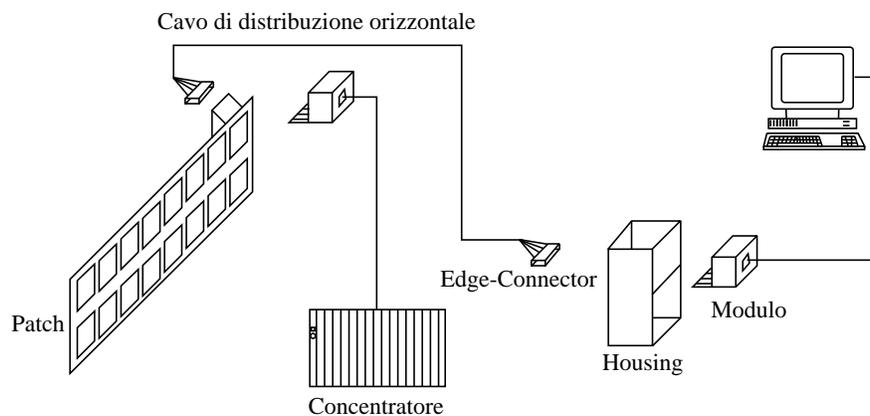


Fig. 4.42 - Esempio di cablaggio AMP ACO.

4.10.4 Il sistema AT&T/PDS

Il sistema PDS (Premise Distribution System) dell'AT&T è basato sulla permutazione telefonica; esso è costituito dai seguenti elementi principali: il wiring block, il connecting block, l'elemento passacavi, la presa a muro, il cavo 1061, i derivatori ad "Y", i cavetti di permutazione, i cavetti d'utente.

Il *wiring block* è l'elemento di terminazione su cui vengono attestati i cavi UTP. Su di esso si possono attestare fino a 100 coppie, in quanto è composto da 4 strisce telefoniche da 25 coppie cadauna. Due wiring block su cui sono attestati i cavi entranti su uno e quelli uscenti sull'altro, formano un permutatore.

Il *connecting block* è un blocchetto che va inserito in una delle strisce del wiring block e serve per la terminazione meccanica dei conduttori. Esso può essere, a seconda del modello, a 3, 4 o 5 coppie; lo sfruttamento completo di un wiring block si ha soltanto quando si utilizzano i connecting block da 5 coppie. Nel caso di cablaggio strutturato standard bisogna utilizzare i blocchetti da 4 coppie e quindi la potenzialità del blocco di terminazione si riduce a 96 coppie.

L'elemento passacavi può essere plastico, quando è interposto tra due wiring block, oppure metallico, quando è interposto tra due file di terminazioni. Esso serve ad organizzare la disposizione dei cavi.

La presa a muro, o placchetta, è disponibile in due versioni, con una o due prese RJ45. A sua volta, la placchetta con due prese è disponibile in una versione avente l'identificazione "Voice/Data" ed una avente l'identificazione "Line1/Line2".

Il cavo utilizzato è il 1061 dell'AT&T, che è di categoria 5 ed è non schermato.

I cavetti di permutazione utilizzati nell'armadio (di piano, di edificio o comprensorio) possono essere a 1, 2, 3 o 4 coppie; essi sono anche realizzabili in campo tramite l'utilizzo di attrezzature adeguate. Per i cablaggi ad alte prestazioni si usano esclusivamente cavetti precablati da 4 coppie di categoria 5.

I cavetti d'utente possono adattare le varie tipologie di connettori e cavi e possono contenere dei balun per adattare impedenze diverse.

La figura 4.43 mostra un esempio di cablaggio PDS.

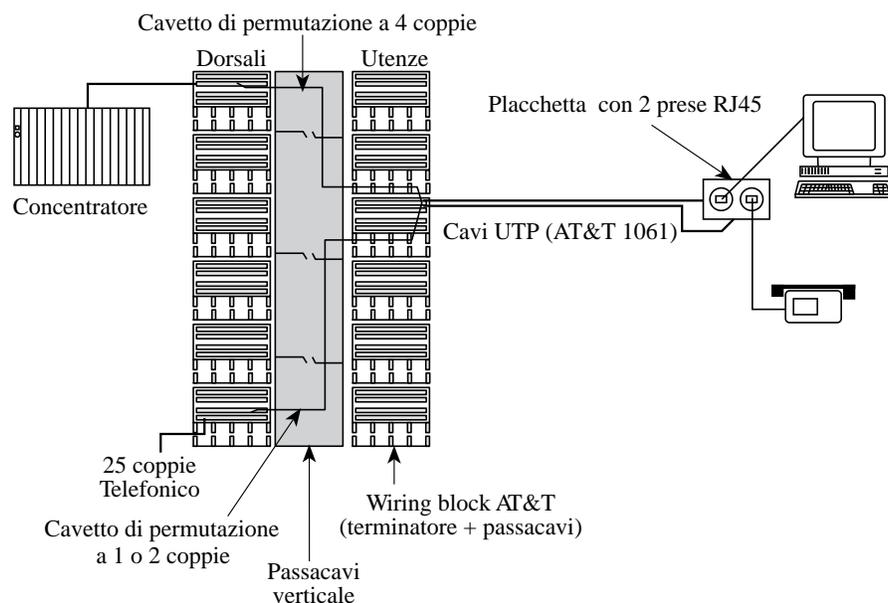


Fig. 4.43 - Esempio di cablaggio AT&T PDS.

4.10.5 Il sistema Trucco/SCP

Il sistema Trucco SCP (Sistema di Connessione Polivalente) è basato sulla permutazione telefonica; esso è costituito dai seguenti elementi principali: il modulo di permutazione, i telai di distribuzione, la presa a muro, i cavetti di permutazione, i cavetti d'utente.

Il modulo di permutazione è l'elemento di terminazione su cui vengono attestati i cavi UTP o FTP; su di esso si possono attestare fino a 8 coppie. Tale modularità permette un'associazione diretta tra il permutatore e la placchetta utente equipaggiata con due prese RJ45. Il modulo di permutazione è disponibile in cinque diverse colorazioni:

- il colore blu è utilizzato per la connessione del cavo utente;
- il colore verde è utilizzato per i cavi della dorsale telefonica;
- il colore giallo è utilizzato per i cavi della dorsale dati;
- il colore rosso è utilizzato per i cavi della dorsale dei segnali video;
- il colore arancio è utilizzato per la gestione tecnica (ad esempio: allarmi, sensori, lettori di badge).

I telai sono il supporto fisico per i moduli di permutazione e sono costituiti da un profilato d'acciaio ad "U" che fa anche funzione di passacavi posteriore.

La placchetta utente è basata sul passo 503 Ticino ed è corredata di due prese RJ45 di categoria 5.

I cavetti di permutazione sono preintestati e rispondono alle specifiche di categoria 5, sono disponibili in varie lunghezze e possono avere due modularità: a 2 coppie oppure a 4 coppie. La permutazione telefonica viene effettuata con la classica trecciola (doppino non schermato senza guaina) usata in telefonia.

I cavetti d'utente possono adattare le varie tipologie di connettori e cavi e possono contenere dei balun per adattare impedenze diverse.

La figura 4.44 mostra un esempio di cablaggio SCP.

4.10.6 Il sistema Krone

Il sistema Krone-LINK viene fornito sia in versione per cavi schermati (FTP o S-UTP) che per cavi UTP. I componenti passivi sono conformi alle specifiche di categoria 5.

La Krone è stata la prima industria ad introdurre un sistema a connessione rapida (LSA) per applicazioni telefoniche, in sostituzione dei contatti a saldare o a vite. Negli anni '80 La Krone ha brevettato il sistema a connessione rapida con

contatto inclinato a 45° rispetto al filo: inserendo il filo nel contatto, mediante l'apposito attrezzo di applicazione, due lamelle si deformano elasticamente e si torcono, penetrando nell'isolante e garantendo un contatto elettrico a tenuta di gas. Inoltre, la particolare caratteristica del contatto a 45° conferisce al sistema, oltre che bassissimi valori di resistenza di contatto (valore tipico 1 mΩ), anche un'elevata flessibilità: sullo stesso contatto possono essere attestati sia fili a conduttore pieno che a trecciola, con diametri da 0.4 mm a 0.8 mm.

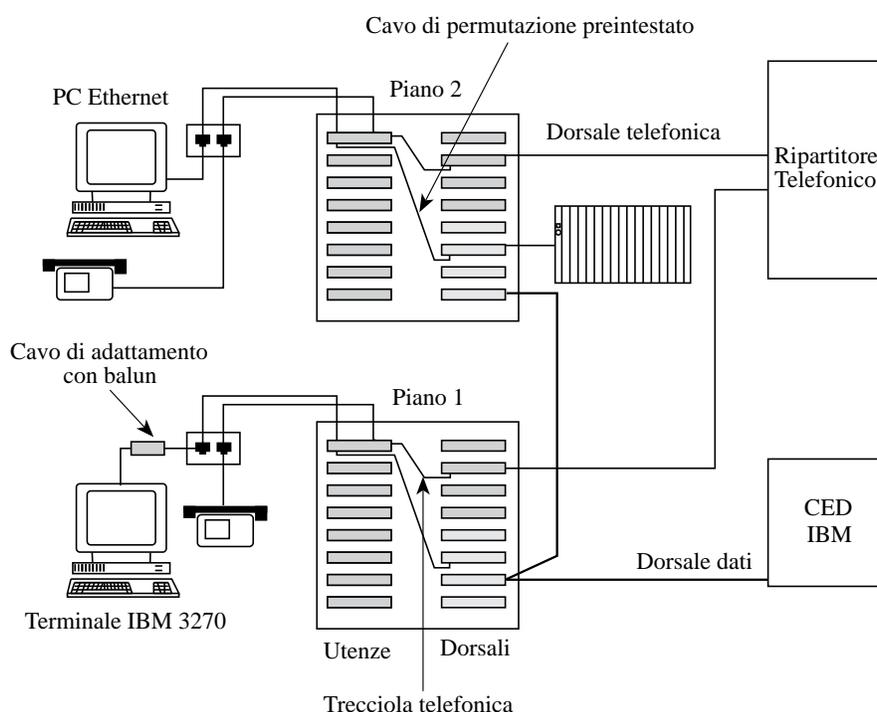


Fig. 4.44 - Esempio di cablaggio Trucco SCP.

La Krone fornisce due tipi di sistemi per il cablaggio integrato:

- uno di derivazione telefonica, basato sull'impiego di moduli di connessione a 8 o 10 coppie;
- uno, denominato RJ-HLN, basato su connettore di tipo RJ45 per la rete dati e RJ11 per la fonia, montati sia su pannelli modulari che nelle prese d'utente (figura 4.45).

I moduli RJ-KLN per le prese d'utente sono provvisti di protezione per salvaguardare i contatti dagli agenti atmosferici quando non utilizzati.

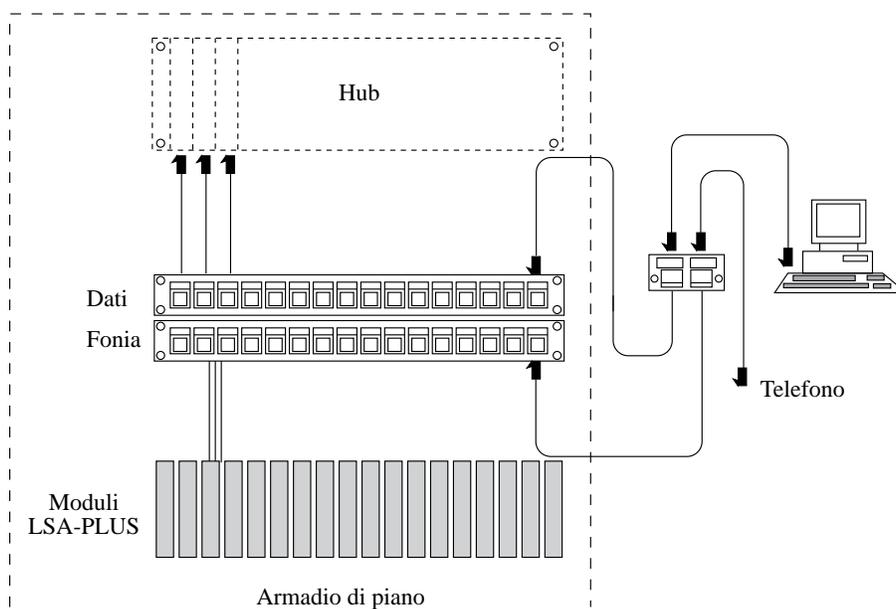


Fig. 4.45 - Il sistema RJ-KLN della Krone.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EIA/TIA-568, Commercial Building Telecommunications Wiring Standard (ANSI/EIA/TIA-568-91), July 1991.
- [2] EIA/TIA-569, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces (ANSI/EIA/TIA-569-90), October 1990.
- [3] EIA/TIA-570, Residential and Light Commercial Building Telecommunications Wiring Standard (ANSI/EIA/TIA-570-91), June 1991.
- [4] TIA/EIA-607, Commercial Building Grounding and bonding Requirements for Telecommunications (ANSI/TIA/EIA-607-94), August 1994.
- [5] TSB-36, Additional Cable Specifications for Unshielded Twisted Pair Cables, November 1991 (used in conjunction with EIA/TIA wiring standard).
- [6] TSB-40, Additional Transmission Specification for Unshielded Twisted-Pair Connecting hardware, August 1992 (used in conjunction with EIA/TIA wiring standard and TSB36 above).

- [7] DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC 11801, Information Technology - Generic cabling for customer premise cabling.
- [8] Standard Proposal No. 2840-A, Proposed Revision of EIA/TIA-568, Commercial Building Telecommunications Wiring Standard, July 13, 1994.
- [9] Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling System, DRAFT 11, March 21, 1995. Prepared by: ANSI/EIA/TIA PN-3287 Task Group on UTP Link Performance..
- [10] IBM Centro di competenza Telecomunicazioni, "Reti Locali IBM: Sistema di cablaggio IBM", Codice documento GA13-1536-01, Roma (Italia), Set[8] AT&T Network System, "Systemax Premise Distribution System: Component Guide", Codice documento No. 555-400-603, dicembre 1990.
- [11] Digital, "The DECconnect Communications System Handbook", Digital.