

## INTRODUZIONE

Questo catalogo vuol fornire un supporto agli utenti, agli installatori ed ai professionisti del settore in genere, alla scelta dei componenti per impianti di cablaggio strutturato.

In questo catalogo si è cercato di suddividere gli argomenti per settore, sia dal punto di vista teorico che dal punto di vista della gamma di articoli. La parte teorica è solamente accennata, in quanto viene approfondita in uno specifico manuale di telecomunicazioni.

## IL CABLAGGIO STRUTTURATO

### ▼ GENERALITÀ

Oggi la flessibilità organizzativa di un'azienda è data dalla rapidità con cui reagisce alle richieste del mercato sotto tutti i punti di vista. Per far ciò occorre disporre di una struttura informatica adeguata alle esigenze e di conseguenza una rete che sopporti il traffico, le possibili riconfigurazione ed i miglioramenti dei sistemi informativi che ad essa si appoggeranno.

Per garantire quanto più possibile il funzionamento del sistema evitando interruzioni sul sistema di telecomunicazione sono state introdotte ormai da molti anni le normative.

Queste sono documenti che regolamentano la materia del cablaggio strutturato sia sotto l'aspetto tecnico (parametri elettrici e prestazioni) che sotto l'aspetto fisico (posa installazione). In tal modo si ottiene una linearità di condotta adottata da tutti per la realizzazione di un prodotto.

Lo scopo principale di uno standard è assicurare un minimo livello di prestazione.

Esso definisce in maniera univoca cosa deve essere utilizzato, come deve essere utilizzato, come deve essere installato, come deve essere testato o collaudato, come deve essere certificato. I tre standard principali che regolamentano l'installazione dei sistemi di cablaggio strutturato sono conosciuti con il nome di ISO/IEC 11801, EIA/TIA 568-B, ed EN 50173-1.

Altro concetto importante degli impianti di cablaggio strutturato è la topologia. Il modello di architettura utilizzato è molto ben definito dagli standard normativi che abbiamo già citato in precedenza.

Tale struttura si definisce a "stella gerarchica" il che implica o sottintende due concetti fondamentali.

- Il primo è che ogni utenza periferica soddisfa i bisogni di se stessa e un suo eventuale malfunzionamento non comporta problemi alle altre utenze che sono collegate singolarmente ad un centrostella.
- Il secondo è che questa stella fa parte di un insieme più complesso a tre livelli di gerarchia che corrisponde al massimo grado di complessità ammesso.

Questi sistemi prevedono nel loro modello di struttura dei sottosistemi che sono:

### ▼ AREA DI LAVORO

Ossia la zona dell'impianto compresa tra la presa a muro RJ45 e l'ambiente circostante dove opera ed interagisce l'utente con le apparecchiature per le telecomunicazioni (Fax, Telefono, Computer, ecc.). Un dimensionamento standard per un area di lavoro dedicata ad utenza tipo ufficio o comunque commerciali è di 10 mq. Esistono poi altri dimensionamenti standard che vengono utilizzate come punto di riferimento per altre destinazioni d'uso e che di seguito illustriamo:

• Stabilimenti industriali magazzini	80 mq
• Negozi, supermercati	40 mq
• Alberghi	25 mq
• Ospedali	15 mq
• Aule scolastiche, laboratori	5mq



Questa progettazione iniziale è molto importante, infatti permette in base alla conoscenza dell'area totale da servire una quantificazione di massima delle necessità per quanto riguarda prese, canalizzazioni, cavo, armadi.

Se si conosce il numero delle utenze ed una stima delle aree da servire si determina la lunghezza media dei cablaggi ed è possibile calcolare la quantità di prese, di accessori e dei centri stella (armadi).

## ▼ CABLAGGIO ORIZZONTALE

Ossia la zona dell'impianto che da un lato raggiunge l'utenza o la risorsa che si intende collegare al sistema di telecomunicazioni fino dall'altro lato, alla presa RJ45 posta sulla placca a muro.

Il cablaggio orizzontale è definito tale proprio perché è disposto solitamente in piano. È costituito da:

- Armadio di piano
- Pannelli di Permutazione
- Cavo rigido
- Presa a muro

Di per sé questo livello da solo è sufficiente per la configurazione a stella di piccole reti di telecomunicazione.

## ▼ I LOCALI TECNICI

Importante come lo studio dell'area di lavoro nella progettazione è la organizzazione dei locali tecnici, essi non solo definiscono la centralità del sistema e il loro sviluppo ma sono l'anello di congiunzione con ampliamenti e successivi livelli degli impianti.

I locali tecnici devono assicurare sia sotto il punto di vista delle condizioni climatiche (temperatura, polvere, umidità ecc..) che sotto un punto di vista della sicurezza (personale autorizzato all'accesso, manutenzione, amministrazione, ecc) gli apparati centrali per le telecomunicazioni, le connessioni, gli armadi per l'alloggiamento delle permutazioni e apparati di rete ecc...

Abbiamo diverse suddivisioni di questi spazi dedicati agli impianti di telecomunicazione e la cui condivisione con altri sistemi necessari all'agibilità dell'edificio quali sistema termico, elettrico, idrico, magazzini deve essere quanto più possibile evitata.

Se si fa esclusivo riferimento alla topologia dell'impianto avremo tre classi distinte:

- **Centro stella di comprensorio** (primo livello gerarchico);  
Campus Distributor (CD): termine ISO/IEC;  
Main Cross Connect (MC): termine EIA/TIA;
- **Centro stella di edificio** (secondo livello gerarchico);  
Building Distributor (BD): termine ISO/IEC;  
Intermediate Cross Connect (IC): termine EIA/TIA;
- **Centro stella di piano** (terzo livello gerarchico);  
Floor Distributor (FD): termine ISO/IEC;  
Horizontal Cross Connect: termine EIA/TIA.

## ▼ LE DORSALI

Quando gli impianti non si limitano ad uno sviluppo solo orizzontale o non si limitano ad un solo centro-stella o concentratore, ma anzi si sviluppano su più livelli, i collegamenti tra i diversi livelli si chiamano dorsali.

Le dorsali assumono fondamentale importanza poiché dalla loro progettazione dipendono possibilità di sviluppo, ampliamento, e riconfigurazione dell'impianto.

Le dorsali si distinguono in:

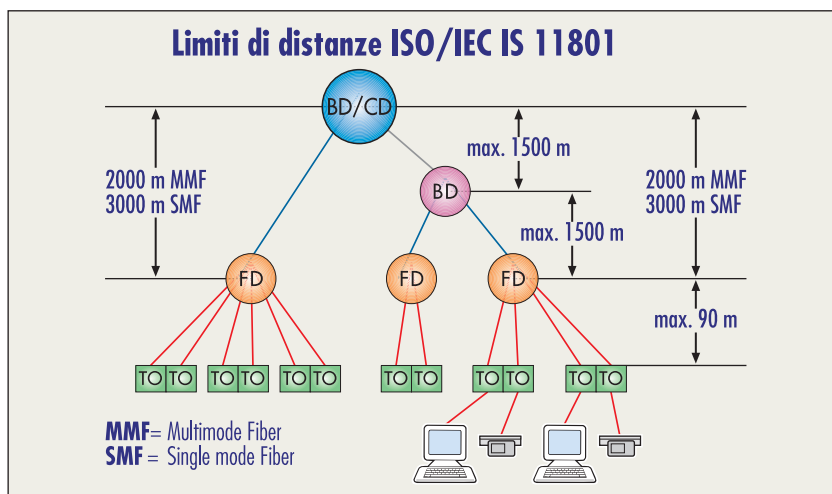
- Dorsali di edificio o dorsali secondarie;
- Dorsali di campo o dorsali principali.

## ▼ LE DISTANZE

La distanza da coprire tra i diversi siti influenza le scelte in modo determinante. Sappiamo che per qualsiasi tecnologia che venga soddisfatta dall'utilizzo di cavo in rame non si può comunque superare i 90m di distanza tra due nodi, oltre, è necessario l'utilizzo della fibra con la quale è possibile raggiungere i 500m di distanza tra FD e BD (dorsale di edificio) e

2000m di distanza tra FD di CD (ossia la somma della dorsale di comprensorio più quella di edificio deve rientrare nei 2 km di distanza max).

La fibra ha la possibilità di prestazioni ben più elevate ma si considera un cablaggio strutturato un impianto che rientra in aree ben definite pertanto si impongono i limiti suddetti.



# CAVI IN FIBRA OTTICA

## ▼ CARATTERISTICHE GENERALI

La fibra ottica è un supporto trasmissivo percorso da fotoni (luce) anziché da corrente elettrica, come accade per i normali conduttori in rame. Per questo tipo di trasmissione pertanto, non occorre un materiale che sia un buon conduttore di corrente, ma un materiale trasparente, come il vetro.

Le fibre ottiche sono costituite da sottili fili di ossido di silicio (SiO<sub>2</sub>), che fungono da vere e proprie gallerie dove la luce viene costretta e portata a destinazioni molto lontane. Le dimensioni di questa "galleria" sono minime tant'è che si parla di micron. Nonostante ciò, esistono differenti classi di cavo in fibra ottica poiché anche in così stretti spazi la luce ha differenti modi di propagarsi all'interno di essa. I vantaggi di cui si dispone utilizzando questa tecnologia sono:

- Larghezza di banda operativa estremamente ampia;
- Totale immunità dai disturbi elettromagnetici (trasporto di particelle elettricamente neutre quali i fotoni);
- Assenza di emissioni elettromagnetiche ed effetti di diafonia praticamente inesistenti;
- Alta capacità trasmissiva;
- Eliminazione di problemi legate alla messa a terra;
- Bassa attenuazione inferiore di circa 25 volte all'equivalente in rame;
- Peso e dimensioni ridottissime;
- Sicurezza.

## ▼ CLASSIFICAZIONE

Cerchiamo di capire cosa si intende quando si parla di fibra multimodale e monomodale. La fibra è un composto costituito da due cilindri coassiali, uno all'interno dell'altro, in fibra di vetro, e la differenza tra questi due strati di vetro sta nel fatto che essi hanno diversi indici di rifrazione.

Rifrazione e riflessione caratterizzano il moto di propagazione dell'onda ottica all'interno della fibra. Osservando la figura sotto, si ha riflessione quando un raggio di luce che colpisce la zona limite tra i due strati di vetro, si riflette totalmente restando all'interno del nucleo. Si ha rifrazione quando si ha un angolo di incidenza tale per cui il raggio pur deviato nella sua direzione originale attraversa il confine tra i due strati e si propaga nel mantello. Nella fibra ottica la luce è guidata attraverso il nucleo per mezzo di riflessioni interne, ossia non ci sono rifrazioni. Questo avviene per un principio fisico che dice che se l'angolo di incidenza è inferiore ad un determinato valore detto "Critico", dipendente dal rapporto tra gli indici di rifrazione dei due mezzi si ha il fenomeno della riflessione totale, cioè il raggio luminoso emergente si propaga con un angolo uguale ma opposto rispetto il piano di giunzione dei due mezzi (*Grazie ad un indice di rifrazione N, rapporto tra velocità della luce nel vuoto su quello nel mezzo trasmissivo, diverso tra core e cladding la luce è confinata all'interno del core inoltre la luce passando da una zona a alto indice di rifrazione ad una ad basso indice tende ad allontanarsi dalla perpendicolare*).

Il valore di questo angolo "Critico" è anche il limite (dato che è il medesimo) dell'angolo che avrà il cono di accettazione della luce, all'inizio della fibra, rispetto l'asse della stessa. In pratica ciò dimostra che avremo tanti modi di propagazione dei raggi luminosi all'interno della fibra quanti sono gli angoli di incidenza che riesco a produrre al di sotto del valore critico. Pertanto una fibra multimodale è

una fibra che riesce a trasmettere contemporaneamente più raggi luminosi con diversi angoli di propagazione (poiché ha un ampio diametro di nucleo), mentre una fibra monomodale permette solo la trasmissione di un raggio luminoso coassiale alla fibra stessa. Per poter inserire nel trasmettitore e nel ricevitore il più alto numero di laser possibili è necessario utilizzare alcuni metodi di accoppiamento ottico. Un fattore di controllo di questo accoppiamento è l'Apertura Numerica (NA) che è che il seno dell'angolo del cono di accettazione ed è funzione degli indici di rifrazione N1 del nucleo ed N2 del mantello:

$$N.A. = \sin\theta = \sqrt{N1^2 - N2^2}$$

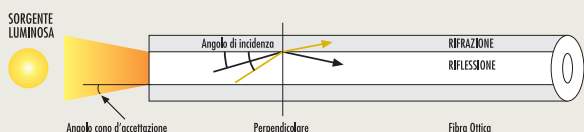
I cavi in fibra ottica oltre che a distinguersi in base al modo di trasmettere (Multimode, singlemode) si suddividono anche in relazione al rapporto tra gli indici di rifrazione di nucleo e mantello.

La fibra multimodale a salto d'indice (Step index) è la più semplice delle fibre. Essa possiede un nucleo di diametro variabile da 100 a 970 micron che può essere realizzato in vetro, in PCS (Plastic Clad Silica) o in plastica. In questa fibra il nucleo ed il mantello hanno indici di rifrazione nettamente differenti (il nucleo ha i più alti valori). Caratteristica di questa fibra è che con dimensioni così grandi del nucleo, si hanno vari modi di trasmettere la luce, ottenendo tra l'altro differenti distanze raggiungibili. Di contro, in questa fibra, si ha un effetto di "distorsione intermodale" dovuto al ritardo con cui segnali con elevati angoli di incidenza (numerose spezzate) giungono, dovendo percorrere tragitti più lunghi, rispetto ai segnali con piccoli angoli di incidenza. Questo tipo di fibra viene usato per trasmissioni dati a bassa velocità e per distanze limitate (2/3 km). Tuttavia, le fibre più usate oggi sono quelle a variazione d'indice (Graded-index). In queste fibre non c'è un netto salto d'indice tra nucleo e mantello poiché una successiva posa di strati di vetro a diverso indice di rifrazione nel nucleo fa sì che i raggi all'interno dello stesso assumano una caratteristica direzione curvilinea concentrandosi verso l'interno. Queste fibre sono adatte alla trasmissione dati ad alta velocità e mantenendo limitato il margine di errore della trasmissione in percorsi di alcuni km. Se si necessita infine di trasmettere a grandi distanze (Reti extraurbane) e ad alta velocità, si devono utilizzare fibre monomodali a salto d'indice. Infatti tramite l'uso di soli apparati passivi di pulizia e rigenerazione del segnale si possono ottenere distanze nell'ordine di centinaia di km.

## ▼ STRUTTURE DEI CAVI IN FIBRA OTTICA

La principale distinzione che si ha nel tipo di struttura riguardante i cavi in fibra ottica è tra struttura lasca (Loose tube buffer) e struttura aderente (Tight buffer). Nella struttura lasca la fibra, completa dei suoi vari rivestimenti, gode di molto spazio a disposizione all'interno del tubo nel quale, insieme ad un altro certo numero di fibre, è stata infilata. A sua volta il tubo (generalmente in kevlar per aumentare la resistenza meccanica) è rivestito di guaine adatte ai diversi tipi di protezioni a seconda del tipo di posa cui il cavo è destinato. Nella struttura aderente invece la fibra è contenuta all'interno di una serie di rivestimenti protettivi fino alla guaina esterna senza interporre nessuno spazio tra i vari strati di materiale. In questi cavi la fibra può essere singola oppure multipla, in ogni modo, le fibre, sono comunque separate una dall'altra.

I vantaggi e gli svantaggi di questo tipo di strutture si hanno soprattutto in ambito di installazione. La struttura aderente infatti permette raggi di curvatura più stretti, maggiore flessibilità, e migliore resistenza agli stress meccanici, inoltre in caso di rottura è identificabile il punto esatto dove questa è avvenuta. Una struttura lasca invece pur non potendo identificare esattamente i punti di rottura, se non con l'ausilio di particolari strumenti, offre una maggiore indipendenza della fibra agli sforzi meccanici del cavo e ha anche una maggiore resistenza sia alle escursioni termiche che agli agenti esterni in genere.



Esistono inoltre altri tipi di strutture che comunque usano i medesimi concetti già definiti come la Open slot simile alla Lose Buffer e la Ribbon cable a sua volta simile alla Thight buffer

## ▼ L'ATTENUAZIONE

Nel percorrere il nucleo della fibra la luce può subire attenuazioni in base a quattro tipi di fenomeni:

### 1) ASSORBIMENTO

Si ha quando all'interno della fibra sono presenti delle impurità e la luce viene da esse assorbita, tali impurità nella matrice vetrosa della fibra sono dovute alla presenza di gruppi ossidrilici (OH).

### 2) SCATTERING

Si ha questo fenomeno quando la luce incontra nella fibra aree in cui il materiale ha densità diverse o fluttuazioni di densità a livello molecolare nella matrice vetrosa della fibra. Grazie al fenomeno dello scattering è possibile costruire l'OTDR.

### 3) MACROBENDING

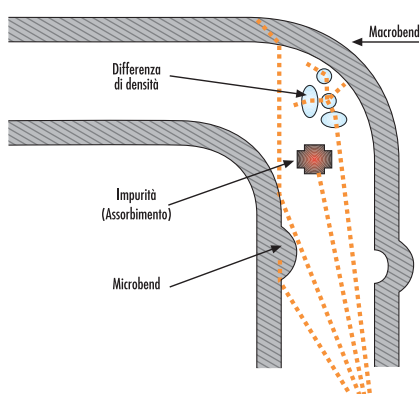
Non circolarità del nucleo, microcurvature, microfratture. Pieghe oltre il raggio massimo di curvatura durante la fase di posa della fibra (problemi tipici di installazione) creano problemi di rifrazione.

### 1) MICROBENDING

Micro distorsioni nel cavo causate in sede di realizzazione provocano gli stessi problemi di macrobending

Oltre ad essere dipendente da questo tipo di fattori, che possiamo definire accidentali, l'attenuazione nella trasmissione in fibra ottica, è funzione della lunghezza d'onda. Essa varia in modo non uniforme al variare della lunghezza d'onda di emissione, pertanto, in corrispondenza dei più bassi valori di attenuazione dove la perdita è minima, si sono definite e standardizzate tre finestre (vedi figura sotto) alla cui frequenza la luce deve essere emessa:

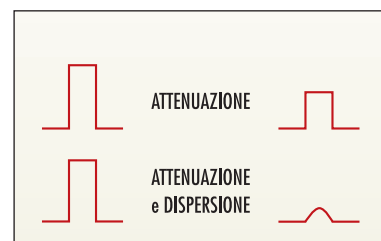
- Prima finestra tra 820-850 nm
- Seconda finestra intorno ai 1300 nm
- Terza finestra intorno ai 1500 nm



Come si può notare anziché utilizzare la frequenza è preferibile usare la lunghezza d'onda per definire la larghezza di banda nelle trasmissioni in fibra ottica in quanto si trattano numeri più convenienti. L'attenuazione è la perdita di potenza dell'impulso luce che attraversa una fibra. La dispersione è la diffusione dell'impulso luce che attraversa una fibra. Se avessimo solamente effetti di attenuazione su ogni singolo impulso luce avremmo solamente perdite di potenza, ma purtroppo esistono anche effetti di dispersione che fisicamente corrispondono alla capacità di diffusione della luce in un ambiente.

Di fatto la combinazione Dispersione/Diffusione produce la limitazione della banda utilizzabile (pur essendo di molto superiore a quelle ottenibili in campo elettrico).

Le perdite di connessione e le riflettanze di connessione sono cause primarie di queste attenuazioni nelle fibre, quindi, le connessioni devono essere eseguite con la massima cura e capacità.



## ▼ BANDA PASSANTE DELLE FIBRE OTTICHE

Si misura in MHz x Km: in quanto al crescere della lunghezza di tratta l'impulso si allarga proporzionalmente (fenomeno di dispersione).

• I finestra 800 - 900 nm M.M.	150 MHz x Km
• II finestra 1250 - 1350 nm M.M.	500 MHz x Km
• III finestra laser M.M.	1 GHz x Km
• II finestra laser S.M.	10 GHz x Km
• III finestra 1500 - 1550 nm S.M.	100 GHz x Km

## ▼ TIPOLOGIA DELLE FIBRE OTTICHE

Lo standard ISO/IEC 11801 riporta quattro tipologie di fibre ottiche:

• OM1 (50 o 62,5/125 μ):	banda ≥ 200 MHz-km a 850 nm
• OM2 (50 o 62,5/125 μ):	banda ≥ 500 MHz-km a 850 nm
• OM3 (50/125 μ):	banda ≥ 1500 MHz-km a 850 nm
• OS1 monomodale:	≥ 100 GHz x Km

N.B. per le 3 classi OM1, OM2, OM3 a 1300 nm banda ≥ 500 MHz-km

## ▼ PRESENTAZIONE DEI COLLEGAMENTI IN F.O.

Lo standard ISO/IEC 11801 definisce 3 classi di connessione:

- OF-300: canali che supportano le applicazioni su una distanza minima di 300 metri;
- OF-500: canali che supportano le applicazioni su una distanza minima di 500 metri;
- OF-2000: canali che supportano le applicazioni su una distanza minima di 2000 metri.

La corrispondenza con il tipo di fibra necessaria va valutata di volta in volta in funzione della lunghezza del collegamento e dell'impiego previsto.

