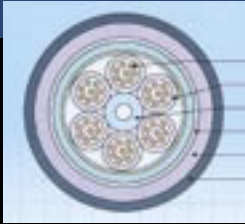




Fibre e Cavi Ottici



Metallurgica Bresciana S.p.A.



Fibre e Cavi Ottici

Generalità

La fibra ottica è una guida d'onda dielettrica capace di confinare e guidare la luce.

Essa consiste essenzialmente in un nucleo interno trasparente (core) circondato da un altro mezzo dielettrico con indice di rifrazione più basso: mantello (cladding).

La sezione della fibra è circolare. Le guide d'onda ottiche hanno delle proprietà che le rendono adatte all'impiego nelle telecomunicazioni.

La loro bassa attenuazione e la loro banda passante sono particolarmente rilevanti per collegamenti su lunghe distanze e ad elevate velocità di cifra (bit rate).

Esse offrono anche altri vantaggi, quali l'immunità alle interferenze elettromagnetiche, la piccola dimensione, il basso peso e l'alta sicurezza contro l'accesso non autorizzato alle informazioni (riservatezza).

Oggi sono disponibili vari tipi di fibra con caratteristiche a volte radicalmente differenti.

Storicamente le primissime fibre adatte per le telecomunicazioni avevano un nucleo con dimensioni dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda della luce (diametro di pochi micron), ed erano perciò "monomodali".

La preoccupazione per i problemi di accoppiamento con le sorgenti e di giunzione, portò allo sviluppo di fibre dotate di core multimodale, dalle dimensioni di alcune decine di micron.

Queste fibre furono le prime a diffondersi a livello commerciale grazie al contemporaneo sviluppo di sorgenti laser all'arseniuro di gallio funzionanti a lunghezze d'onda di 800 – 900 nm (prima finestra).

Successivamente ulteriori ricerche dimostrano che attenuazioni inferiori e bande superiori potevano essere ottenute a lunghezza d'onda attorno a 1300 nm (seconda finestra).

Corrispondentemente veniva sviluppata una nuova famiglia di diodi laser al fosfo-arseniuro di gallio-indio (InGaAsP) capaci di emettere nell'infrarosso appunto a 1300 nm.

Ulteriori sforzi hanno consentito lo sviluppo di fibre e componenti monomodali per terza finestra (1550 nm) dove è collocato il minimo assoluto dell'attenuazione delle fibre.

Attualmente si producono fibre monomodali che possono lavorare alla lunghezza d'onda di 1625 nm.

Il mezzo materiale di base di cui è costituita una fibra ottica è il vetro.

Vetro è un termine generico che indica in realtà ben definiti composti a base di ossidi per esempio ossido di silicio (SiO_2), di fosforo (P_2O_5), di germanio (GeO_2).

Il materiale di base, che allo stato attuale è SiO_2 , viene poi drogato con piccolissime quantità di GeO_2 e P_2O_5 per differenziare l'indice di rifrazione tra core e cladding.

A questo punto la struttura guidante, completamente dielettrica, sarebbe pronta ma, allo scopo di fornirle la resistenza meccanica necessaria per poterla manipolare e avvolgere per una certa lunghezza su bobine viene rivestita con resine acriliche (coating) (fig. 1).

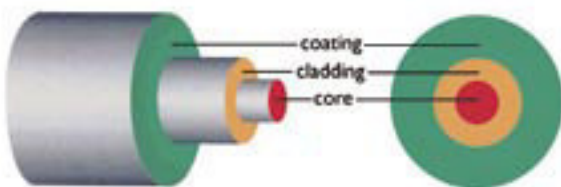


fig. 1 Struttura di una fibra ottica

In conclusione la produzione delle fibre ottiche parte dalla realizzazione di una preforma (fig. 2) e si completa per mezzo di una opportuna torre di filatura nella quale la preforma, portata ad oltre 2000 °C collassa e viene tirata fino a raggiungere il diametro di 125 micron. Sulla stessa torre viene depositato l'acrilato che porta il diametro finale a 250 micron (fig. 3).

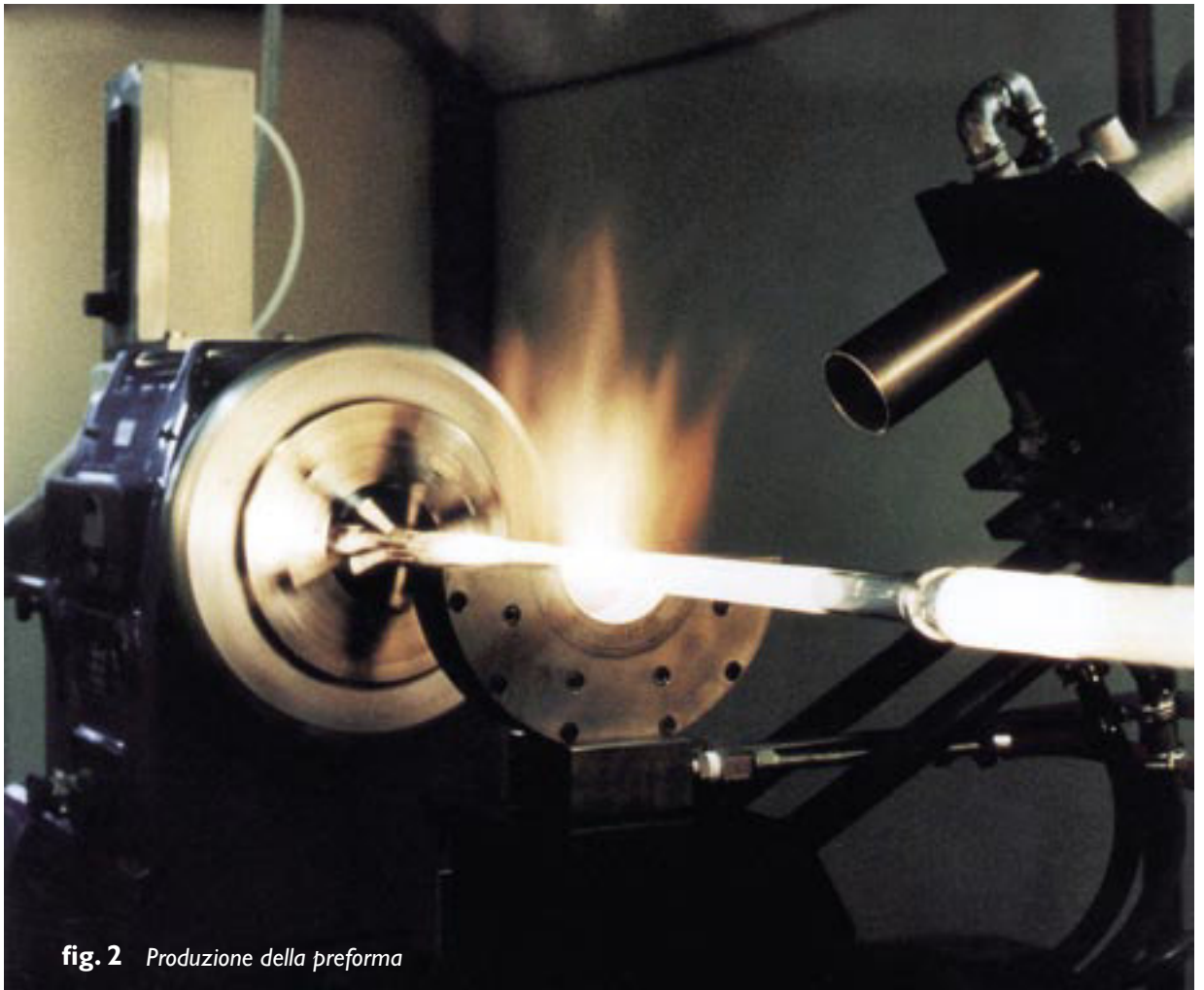


fig. 2 Produzione della preforma

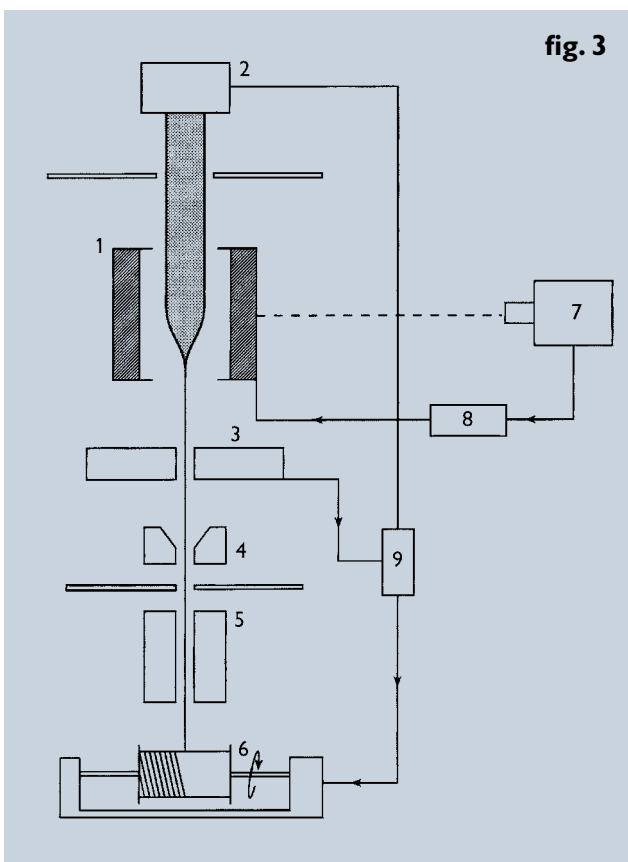


fig. 3

Schema della torre di filatura della fibra.

- 1** - Fornace a ~ 2.000° c.
- 2** - Dispositivo di introduzione della preforma.
- 3** - Controllo del diametro
- 4** - Applicazione dell'acrilato
- 5** - Apparato di reticolazione dell'acrilato
- 6** - Meccanismo di trazione e raccolta
- 7/8** - Dispositivi di controllo della temperatura
- 9** - Sistema di controllo dei parametri di tiro e velocità



Come già accennato le fibre ottiche si suddividono in due gruppi principali: fibre multimodali e fibre monomodali.

Le multimodali hanno la caratteristica di trasportare un grandissimo numero di modi guidati, hanno diametro di core dell'ordine del centinaio di micron quelle con profilo a salto d'indice, mentre sono state unificate con diametro di 50 micron e 62,5 micron quelle con profilo graduale.

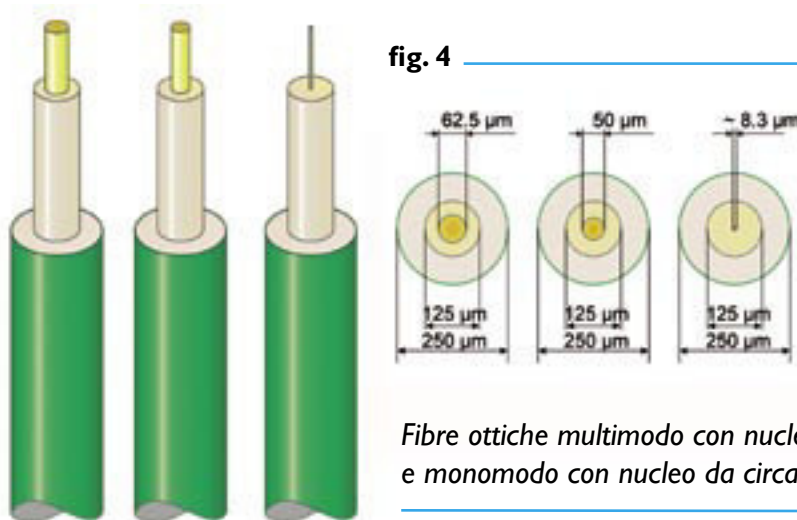
L'apertura numerica tipica è pari a 0.2, mentre le lunghezze d'onda utilizzate sono 850 nm oppure 1300 nm.

All'opposto le fibre monomodo sono progettate per trasportare un solo modo, il fondamentale e perciò hanno diametro di core sensibilmente più piccolo, (meno di una decina di micron) e apertura numerica dell'ordine di 0.1. Le lunghezze d'onda di lavoro sono 1310 e 1550 nm.

Le fibre di ultima generazione prevedono una lunghezza d'onda di lavoro anche a 1625 nm.

La trasmissione delle informazioni su fibra ottica avviene attraverso la propagazione di energia luminosa inviata in fibra sottoforma di impulsi confinati nel nucleo (core).

Il meccanismo di trasmissione di un segnale luminoso attraverso una fibra ottica è quello della propagazione guidata secondo il fenomeno della riflessione e della rifrazione.



Grandezze caratteristiche di una fibra ottica

Come accennato in precedenza, la silice (SiO_2) è il materiale principale di cui è costituita la fibra ottica.

L'alterazione dell'indice di rifrazione, per delineare il nucleo interno con il relativo profilo, viene ottenuta additivando (drogaggio) opportunamente la silice con altri ossidi o con elementi compatibili con la silice.

Il requisito base è quello di disporre il materiale in forma vetrosa omogenea, perché la presenza di cristalli darebbe luogo a riflessione e diffusione della luce (scattering) verso angoli non guidati. Il secondo requisito è costituito dalla purezza del materiale, per tener sotto controllo l'attenuazione. È opportuno riassumere e precisare i vari parametri che, nel corso dell'analisi della propagazione vengono introdotti.

Essi ricorrono continuamente quando si parla di fibre ottiche e pertanto risulta indispensabile assumerne familiarità.

Come primo gruppo si riportano i parametri geometrici:

- **diametro del core (il cui valore fa subito capire se si tratta di monomodo o di multimodo);**
- **diametro del cladding;**
- **diametro esterno della fibra.**

Successivamente riportiamo i parametri ottici che interessano direttamente la propagazione del segnale:

- **attenuazione;**
- **dispersione (banda passante).**

Come per i cavi in rame il valore dell'attenuazione si esprime in db e ed è definita dal logaritmo del rapporto tra la potenza in entrata ed in uscita dalla fibra.

Ovviamente l'attenuazione è proporzionale alla distanza per cui anche nei cavi ottici l'espressione tipica dell'attenuazione è in db/km riferito però alla lunghezza d'onda di lavoro.

L'ultimo parametro caratteristico da prendere in considerazione è la larghezza di banda, che è direttamente correlata con i fenomeni di dispersione.

Lo studio degli effetti di dispersione può essere descritto sia nel dominio del tempo sia nel dominio delle frequenze. Gli esempi numerici semplici mettono in evidenza come il ritardo temporale sia una grandezza specifica, legata con la distanza.

Per questo motivo l'allargamento dell'impulso è misurato in nsec/km.

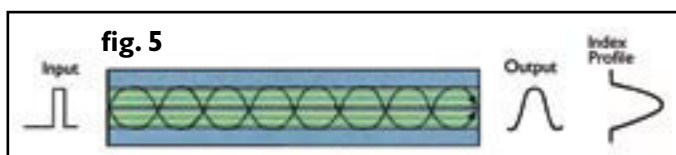
Da parte sua l'allargamento dovuto alla dispersione del materiale è tanto maggiore non solo quanto maggiore è la distanza, ma anche quanto più è larga l'emissione spettrale della sorgente: ecco perché esso è misurato in nsec/km per ogni manometro di spettro emesso cioè in nsec/(nm.km).

Si sottolinea, che il ritardo complessivo dovuto alle varie cause di dispersione non è uguale alla somma dei ritardi.

Un criterio equivalente di uso comune per dare informazioni sulle capacità trasmissive di una fibra è quello che valuta la funzione di trasferimento della guida ottica.

Organizzando un semplice banco di misura che permetta di valutare il rapporto tra l'ampiezza del segnale d'uscita di una fibra di data lunghezza rispetto all'ampiezza del segnale d'ingresso.

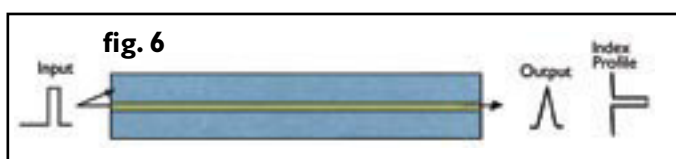
Per valore di lunghezza crescente la banda si restringe a causa del crescente allargamento dell'impulso man mano che esso si propaga nella fibra.



Fibra Multimodo.

Ha un nucleo relativamente grande (50 o 62,5 μm) e supporta più modi di propagazione.

Rispetto alla fibra monomodo ha una attenuazione più elevata ed una banda ridotta.



Fibra Monomodo.

Ha un nucleo molto piccolo (8-9 μm) e supporta un solo modo di propagazione.

Ha una bassa attenuazione ed una banda elevata.

Attualmente sono prodotti diversi tipi di fibra monomodo ottimizzata in funzione della applicazione pratica.

Nei collegamenti di lunga distanza è di uso comune la fibra monomodo di tipo NZD (non zero dispersion) particolarmente adatta alla trasmissione a più lunghezza d'onda.

In rete di accesso sono utilizzate fibre a nucleo ridottissimo poco sensibili ai fenomeni dovuti alle curvature. Nella Fig. 6 bis riportiamo la curva di attenuazione spettrale (attenuazione in funzione della lunghezza d'onda) di una fibra monomodale.

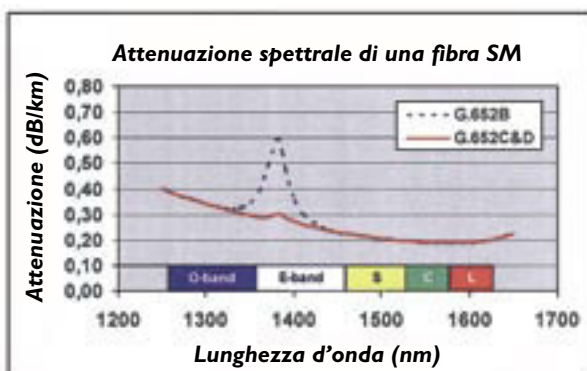


fig. 6 bis

Attenuazione spettrale di una fibra SM



Tecnologie di fabbricazione dei cavi ottici

I cavi ottici riuniscono in un'unica struttura un insieme di più fibre, garantendone le prestazioni per un tempo sufficientemente lungo nelle condizioni ambientali previste per l'impiego.

All'interno del cavo le fibre devono risultare protette dalle sollecitazioni esterne originate dalle operazioni di costruzione, di installazione e di esercizio del cavo.

L'assenza di sollecitazioni sulle fibre è un requisito indispensabile per la conservazione delle loro proprietà meccaniche e trasmissive e quindi per la loro durata.

Le sollecitazioni possono essere sia di natura meccanica sia termica.

Quelle di natura meccanica, nascono in sede di costruzione e di posa del cavo, quelle di natura termica sono causate dalle escursioni di temperatura cui il cavo è sottoposto.

Esse si traducono in sollecitazioni meccaniche di trazione e compressione dovuta ai movimenti dei materiali plastici contenuti nel cavo al variare della temperatura.

Il comportamento termico della plastica è assai diverso da quello della silice avendo la plastica un coefficiente di dilatazione termica superiore a quello delle silice.

Le richieste condizioni di equilibrio si ottengono con la adozione di elementi di rinforzo aventi il compito di contrastare le sollecitazioni assiali sia di trazione che di compressione che agiscono sulle fibre.

Tali elementi sono in genere costituiti da tondini di vetroresina, o da filati sintetici ad elevata resistenza meccanica.

La scelta e il dimensionamento dei materiali impiegati nella costruzione di cavo ottico sono fra gli aspetti più rilevanti della progettazione del cavo stesso.

Gli elementi costitutivi di un cavo ottico sono:

- **elemento centrale di supporto (per i cavi a più tubetti);**
- **fibre ottiche;**
- **elemento periferico di tiro;**
- **guaina esterna.**

A seconda delle condizioni di installazione si possono distinguere in:

- **cavi per posa direttamente interrata;**
- **cavi per posa in canalizzazione;**
- **cavi per posa aerea;**
- **cavi subacquei e sottomarini;**
- **cavi per interno di edifici.**

Considerazioni sulla progettazione di cavi ottici

Le sollecitazioni meccaniche e termiche cui sono soggetti i cavi ottici durante le fasi di costruzione, installazione ed esercizio, trasmettono alle fibre deformazioni temporanee o permanenti.

Trattasi principalmente di sollecitazioni di trazione, compressione, flessione e in minor misura anche di torsione.

Elemento qualificante della progettazione di un cavo è il grado di immunità dalle sollecitazioni esterne conferito alle fibre con conseguente contenimento del processo di degradazione delle proprietà meccaniche e trasmissive.

Le fibre ottiche hanno un carico intrinseco di rottura assai elevato. La loro resistenza a trazione scende però notevolmente per la presenza di microfratture lungo la superficie esterna.

Tali microfratture sono originate da abrasioni subite dalla fibra durante il processo costruttivo.

In presenza di sollecitazioni di trazione, la profondità delle microfratture tende a crescere con conseguente progressivo abbassamento del carico di rottura.

La presenza di umidità accelera il processo di indebolimento.

Le sollecitazioni di trazione possono essere applicate alle fibre sia dalle operazioni di costruzione e di installazione dei cavi sia dagli incrementi di temperatura.

I cavi devono pertanto essere progettati in modo da rispettare i requisiti di cui sopra sia per le deformazioni temporanee che per quelle permanenti.

Metallurgica Bresciana produce cavi a tubetto, con protezione aderente e lasca, nella versione sia monotubo sia multitubo.

Il tubetto può contenere da 1 a 12 fibre distinte con codice a colori.

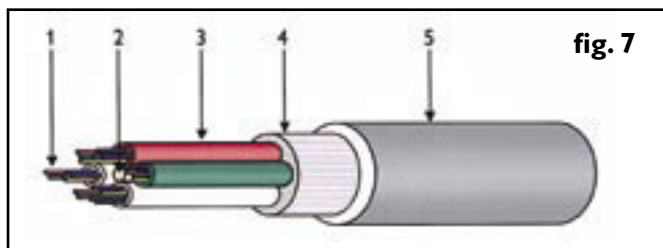
All'interno del tubetto è previsto un tamponante opportuno che garantisce alle fibre protezione dall'umidità e dalle sollecitazioni meccaniche.

Le cordatrici sia ad elica chiusa sia di tipo SZ possono cordare fino a 12 tubetti consentendo la produzione di cavi con potenzialità fino a 144 fibre.

Il nucleo ottico formato da 2 a 12 tubetti può essere tamponato o protetto da nastri idroresistenti che contrastano l'eventuale propagazione di acqua all'interno del cavo stesso.

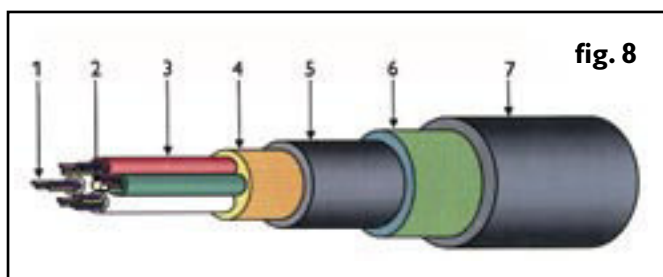
Sopra il nucleo ottico è previsto l'elemento di tiro che determina la resistenza a trazione del cavo. Generalmente l'elemento di tiro è di tipo dielettrico ed è costituito da filati aramidici o da filati di vetro.

Il nucleo a questo punto può essere protetto con vari tipi di guaine plastiche e di armature metalliche o dielettriche in funzione del tipo di installazione e delle richieste del cliente.



Cavo dielettrico.

- 1 - Fibra
- 2 - Elemento centrale di supporto dielettrico
- 3 - Tubetto "loose".
- 4 - Elemento periferico di tiro e armatura dielettrica (filati di vetro)
- 5 - Guaina esterna



Cavo armato:

- 1 - Fibra
- 2 - Elemento centrale di supporto dielettrico
- 3 - Tubetto "loose".
- 4 - Elemento periferico di tiro (filati aramidici)
- 5 - Guaina interna
- 6 - Armatura in nastro di acciaio corrugato
- 7 - Guaina esterna

Connettori e giunti

I giunti sono necessari per collegare tra loro le fibre delle diverse pezzature di cavo, mentre i connettori permettono l'accesso alle estremità del cavo e sono usati in armadi o telai di permutazione. I requisiti a cui devono rispondere sia i giunti sia i connettori sono diversi e non sempre facilmente compatibili tra loro.

Un giunto o un connettore da inserire nella rete di distribuzione, oltre a presentare buone caratteristiche trasmissive, deve consentire un elevato "impiccamento" (ossia contenere un elevato numero di fibre), una buona stabilità termica e meccanica e ovviamente un costo relativamente contenuto. I connettori devono poter sopportare un elevato numero di inserzioni – disinserzioni, essere facilmente manovrabili, ma tali da non rischiare disinserzioni accidentali.

I requisiti fondamentali che deve avere un sistema di connessione (giunti o connettore) sono la bassa attenuazione della potenza trasmessa e la limitata quantità di luce riflessa nel punto di contatto tra le due fibre.

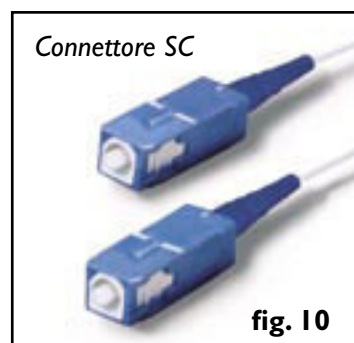
L'attenuazione al punto di interconnessione tra due fibre è funzione di tre parametri geometrici caratterizzanti l'allineamento dei nuclei delle due fibre:

- **disallineamento trasversale;**
- **disallineamento longitudinale;**
- **disallineamento angolare.**



Il sistema di giunzione più diffuso è quello a fusione che si realizza fondendo insieme le estremità delle fibre. Si trovano però in commercio giunti meccanici che danno ottimi risultati sia dal punto di vista meccanico sia trasmissivo.

I connettori sono le giunzioni tipiche usate nei punti dove è necessaria la maggiore flessibilità (telaio di terminazione in centrale, borchia d'utente, e, più raramente, scatole di distribuzione). Gli sforzi della ricerca in questo settore, che sono stati incrementati con l'arrivo della fibra nella rete di distribuzione, hanno comunque portato a prodotti con elevate prestazioni trasmissive, dimensioni molto ridotte ed eccellente maneggevolezza. Attualmente esistono sul mercato delle fibre ottiche per telecomunicazioni una decina di tipi di connettori diversi. Nel seguito sono descritti i due tipi che oggi trovano la maggior diffusione nelle reti di telecomunicazione (connettori SC e ST). È da notare che i due tipi citati, avendo già grande diffusione, esistono in diverse varianti, prodotte da diversi costruttori, sempre però interconnettibili tra loro.



Connettore ST (fig. 9)

Il connettore ST è stato, sviluppato negli USA dalla AT&T per sostituire il connettore biconico precedentemente usato e rivelatosi poco adatto per le fibre monomodali.

L'allineamento delle teste delle due fibre è ottenuto, come nella maggior parte dei connettori, con l'allineamento di elementi a geometria cilindrica detti ferule nel cui asse centrale è fissata la fibra. Il sistema di bloccaggio è generalmente a barionetta).

Nel connettore ST la ferula è un cilindro con diametro di 2,5 mm normalmente in ceramica.

Nei connettori ST si riduce al minimo la quantità di luce riflessa mediante lucidatura convessa della testa della ferula e quindi nella fibra. Questa particolare geometria insieme all'azione di una molla assicura il "contatto fisico" tra le fibre.

Connettore SC (fig. 10)

Il connettore SC è sviluppato in Giappone dalla NTT, derivandolo dal diffuso connettore FC.

Simile al connettore ST per quanto riguarda la ferula (ceramica, con diametro di 2,5 mm, profilo di testa convessa).

Questo secondo sistema è molto differente dal primo per quanto riguarda il corpo esterno, di sezione rettangolare, e il meccanismo di bloccaggio che si ottiene semplicemente spingendo o tirando il corpo della spina.

Ciò facilita notevolmente le operazioni di inserimento e disinserimento della spina e consente tra l'altro di ridurre al minimo gli spazi tra un connettore e l'altro, ottenendo così un elevato impiccamento.

Grazie alla sua praticità questo connettore ha avuto una grande diffusione ed è adottato nella maggior parte nelle reti ottiche in telecomunicazione.

Muffole di giunzione (fig. 11)

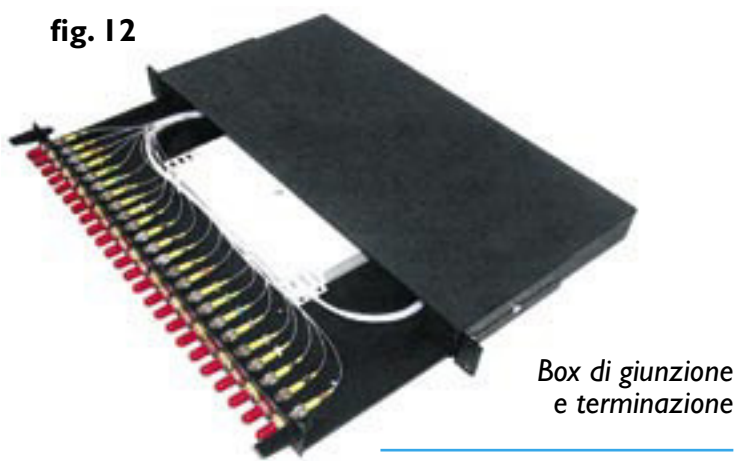
La realizzazione di giunti lungo la linea oltre che rispettare i parametri ottici precedentemente citati deve garantire una perfetta protezione delle fibre stesse da umidità e sollecitazioni meccaniche.

Per questo impiego sono disponibili sul mercato diversi tipi di muffole di giunzione adatte per l'installazione sui vari tipi di cavo.

Queste muffole possono essere utilizzate in pozzetti completamente pieni di acqua per lunghi periodi senza che le fibre all'interno vengano danneggiate.

Sono disponibili muffole per giunti dritti e muffole a più uscite per giunti derivati.

All'interno delle muffole sono posizionate le schede di giunzione nelle quali possono essere alloggiata una o più fibre.



Box di giunzione e terminazione (fig. 12)

La giunzione o la terminazione di cavi ottici all'interno di edifici è realizzata per mezzo di box opportunamente allestiti per giuntare o terminare le fibre stesse.

I box possono contenere le schede di giunzione analoghe a quelle utilizzate nei giunti di linea oppure possono essere predisposti per accettare connettori di vario tipo.

Sono di normale utilizzo box allestibili sia come terminazione di utente sia come cassetta di giunzione per cavi di potenzialità 4/8 fibre.

Sono disponibili moduli di terminazione per 24 e 48 fibre su supporto da 19" installabili in telai normalizzati.

Installazione dei cavi ottici

L'avvento dei cavi ottici ha prodotto lo sviluppo di diverse tecniche di posa per ottimizzare i tempi di installazione ed i costi.

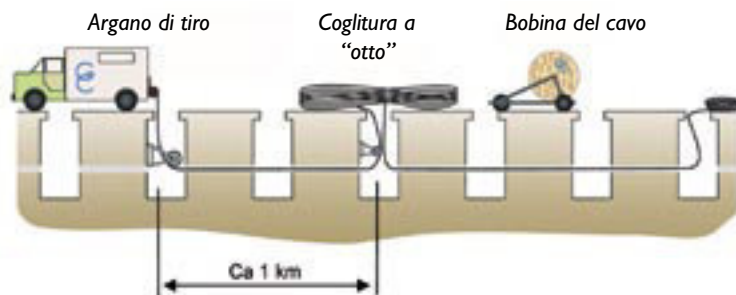
Si è cercato innanzitutto di ridurre il peso e le dimensioni dei cavi curando gli aspetti di flessibilità senza penalizzare eccessivamente la resistenza a schiacciamento ad agli stress casuali.

Si sono prodotti quindi cavi adatti ad essere tirati oppure spinti con diversi metodi (con aria o acqua), cavi per posa direttamente interrata oppure in tubi di contenimento cavi per posa aerea, sia su lunghe che brevi campate.

Inoltre, particolarmente in ambito metropolitano, sono state sviluppate tecniche di posa poco invasive che consentono di installare i cavi ottici rapidamente minimizzando i disagi verso l'ambiente esterno.

In fig. 12 bis viene riportato un esempio tipico di installazione di un cavo ottico in tubazione dedicata.

fig. 12 bis



In funzione del tipo di posa si sono sviluppati diversi tipi di cavi, riportiamo di seguito quelli più comuni:

• Cavi per tubazione:

struttura di cavi a tubetto in cui sono alloggiati fibre singole o mazzetti di fibre. I nuclei di cavo possono essere sia tamponati sia non tamponati. Gli elementi che costituiscono il nucleo (tubetti) sono avvolti attorno ad un elemento centrale metallico o dielettrico in modo da formare il nucleo ottico.

Sul nucleo ottico sono previste guaine di materiale plastico di PE o di poliuretano, barriere antiumidità costituite da nastri di alluminio termosaldate alla guaina soprastante e, se necessario, armature metalliche leggere antiroditori.



Quest'armatura può essere costituita sia da nastri longitudinali corrugati d'acciaio sia da una nastratura flessibile, elicoidale, di nastri di acciaio, opportunamente protetti contro la corrosione. Nel caso della protezione longitudinale corrugata d'acciaio è possibile utilizzare nastri di tipo termosaldabile (ad esempio nastri di spessore 0.15 mm tratti superficialmente e placcati con sostanza sintetiche) che agiscono anche come barriera antiumidità.

In tutti i casi è necessario che la struttura della protezione di tipo metallico, che svolge anche la funzione di protezione contro l'umidità, sia mantenuta integra per quanto riguarda la tenuta dopo l'installazione del cavo e durante l'esercizio.

L'elemento di trazione è generalmente distribuito tra centro e periferia, come nel caso dei cavi a nucleo dielettrico, nei quali l'elemento centrale è costituito da un tondino di vetroresina e l'elemento di trazione periferico, applicato sul nucleo ottico o sulla guaina interna, da un doppio strato di filati di elevato modulo.

• **Cavi per posa direttamente interrata:**

i cavi sono del tutto simili a quelli sopradescritti e possono differire soprattutto per la costituzione delle protezioni esterne a seconda del tipo di posa.

Sono generalmente utilizzati per questo tipo di posa cavi con doppia guaina di materiale termoplastico ed armatura interposta di acciaio.

L'armatura, date le piccole dimensioni dei cavi, può essere realizzata con tubi di acciaio ottenuti sia con termosaldatura (armatura leggera con nastri di spessore 0.15 mm) sia per saldatura autogena (armatura pesante con nastro di spessore 0.4 mm). Trovano anche impiego in numerose applicazioni armature e nastri di acciaio avvolti ad elica, sormontati ed armature a fili.

• **Cavi aerei:**

il progetto dei cavi deve tener conto delle condizioni ambientali più sfavorevoli, in cui il cavo può essere installato; in particolare dei sovraccarichi sia di tipo dinamico sia permanente dovuti al vento ed al ghiaccio come pure delle forti escursioni termiche, che possono verificarsi durante l'esercizio. Con riferimento a posa su palificazioni, con campate non eccedenti i 50/60 m, si possono adottare soluzioni con cavo sia di tipo autoportante sia da appendere a fune portante pretesata.

Questo secondo tipo di installazione è fra i più diffusi e più sicuri in quanto la fune metallica pretesata è un elemento di sicurezza per la generalità delle palificazioni e permette di installare il cavo ottico senza lo "stress" iniziale di tesatura. La soluzione autoportante, utilizzabile nel caso di palificazioni stabili e sicure, viene realizzata con cavi di piccole dimensioni, molto robusti e con un'accessoristica adatta.

I cavi aerei, a cui si fa riferimento, sono di tipo interamente dielettrico a forma circolare realizzati con nucleo a tubetti con semplice o doppia guaina con l'interposizione di un doppio strato di filati aramidici, che costituisce l'elemento di trazione e di supporto principale.

Sono stati realizzati con questa tecnica impianti di lunga distanza in ambito ferroviario utilizzando la palificata esistente per la trazione elettrica.

• **Cavi per impianti speciali:**

Le fibre ottiche hanno trovato vasto impiego anche in collegamenti di lunghissima distanza in ambito sottomarino e lungo elettrodotti.

Ovviamente cavi di questo tipo sviluppati con caratteristiche specifiche per ogni singolo collegamento, hanno requisiti particolari e non rientrano nei cavi standard utilizzati sulla maggior parte degli impianti di telecomunicazione.

In fig. 14 riportiamo una bobina di soccorso opportunamente sviluppata per interventi rapidi su fibre ottiche installate in funi di guardia.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche delle fibre ottiche Multimodo e Monomodo utilizzate nei cavi di produzione Metallurgica Bresciana e gli schemi di alcune tipologie di cavo di normale produzione.

Ricordiamo che la maggior parte della produzione Metallurgica Bresciana avviene su specifica del cliente per cui gli schemi riportati rappresentano in minima parte le molteplici tipologie che possono essere prodotte



fig. 14 Bobina di soccorso per OPGW

Diversi tipi di fibre monomodo secondo norme ITU e IEC

SINGLE-MODE (SM)	ITU	EN/IEC 60793-2-10	Commenti
<i>Unshifted dispersion</i>	G.652A,B	B1.1	<i>Fibra standard</i>
<i>Cut-off-shifted</i>	G.654	B1.2	<i>Attenuazione ridotta</i>
<i>Low water peak</i>	G.652C,D	B1.3	<i>Fibra standard</i>
<i>Bending loss insensitive unshifted dispersion</i>	G.657A,B	- (tbd)	<i>Nuovo tipo per rete di accesso</i>
<i>Dispersion-shifted</i>	G.653	B2	<i>Fibra a dispersione spostata</i>
<i>Nonzero dispersion-shifted</i>	G.655 G.656	B4	<i>Fibra a dispersione non nulla</i>



Principali caratteristiche delle fibre ottiche.

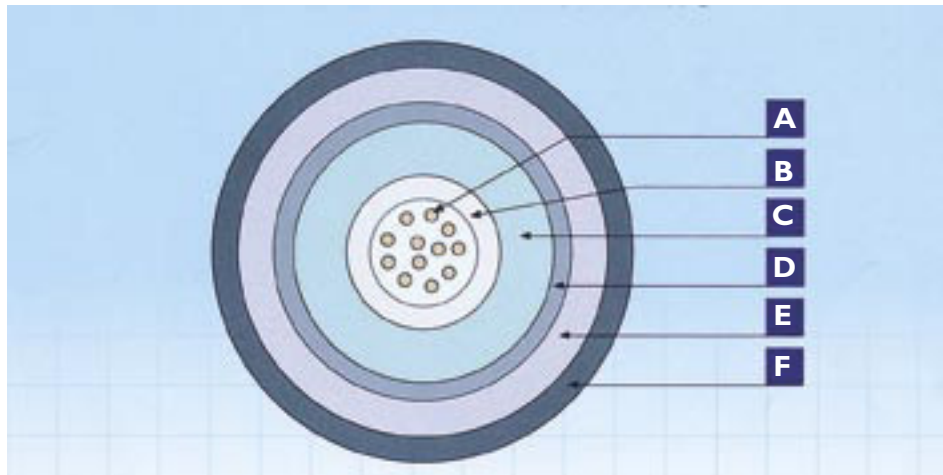
FIBRE MULTIMODO 50/125		NORME DI RIFERIMENTO: IEC 60793-2-10	
PARAMETRO		UNITÀ	VALORE
Diametro del nucleo		μm	50 ± 3
Diametro del mantello		μm	125 ± 2
Diametro del rivestimento primario		μm	245 ± 10
Errore circolarità nucleo		%	≤ 6
Errore circolarità mantello		%	≤ 2
Apertura numerica			$0,2\pm 0,02$
Attenuazione	850 nm	dB/Km	≤ 3
Attenuazione	1300 nm	dB/Km	$\leq 0,8$
Banda passante	850 nm	MHzKm	Min. 400
Banda passante	1300 nm	MHzKm	Min. 800

FIBRE MULTIMODO 62,5/125		NORME DI RIFERIMENTO: IEC 60793-2-10	
PARAMETRO		UNITÀ	VALORE
Diametro del nucleo		μm	$62,5\pm 3$
Diametro del mantello		μm	125 ± 2
Diametro del rivestimento primario		μm	245 ± 10
Errore circolarità nucleo		%	≤ 6
Errore circolarità mantello		%	≤ 2
Apertura numerica			$0,275\pm 0,015$
Attenuazione	850 nm	dB/Km	$\leq 3,5$
Attenuazione	1300 nm	dB/Km	$\leq 1,5$
Banda passante	850 nm	MHzKm	Min. 400
Banda passante	1300 nm	MHzKm	Min. 600

FIBRE MONOMODO STANDARD		NORME DI RIFERIMENTO: IEC 60793-2-50	
PARAMETRO		UNITÀ	VALORE
Diametro del campo modale a 1310 nm		μm	$8,6\div 9,5$
Diametro del mantello		μm	125 ± 1
Diametro del rivestimento primario		μm	245 ± 10
Errore circolarità mantello		%	≤ 2
Attenuazione	1310 nm	dB/Km	$\leq 0,4$
Attenuazione	1550 nm	dB/Km	$\leq 0,3$
Lunghezza d'onda di taglio		nm	≤ 1260
Lunghezza d'onda di dispersione zero (λ_0)		nm	$1300\div 1324$

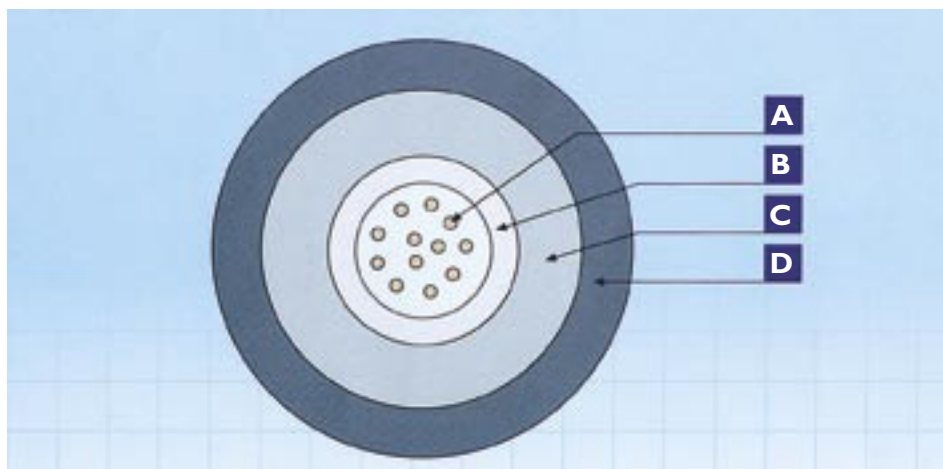
Nota: Sono disponibili anche tutti gli altri tipi di fibra multimodo a raccomandazione IEC e singolo modo a raccomandazione ITU-T G653 (Fibre SM-DS) e G655 (Fibre SM-NZD)

CAVO OTTICO MONOTUBO ARMATO PER ESTERNO.



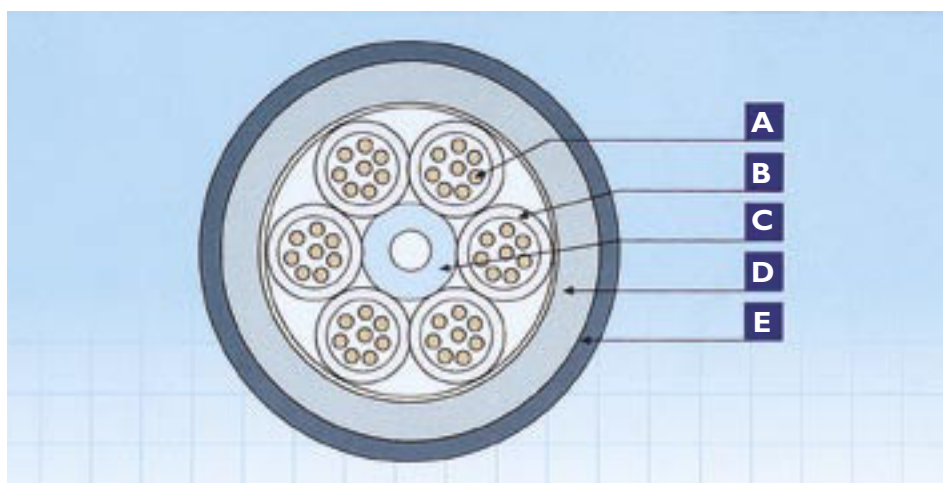
- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di tiro: filati aramidici
- D** - Guaina interna
- E** - Armatura metallica
- F** - Guaina esterna

CAVO OTTICO MONOTUBO DIELETTRICO INTERNO-ESTERNO.



- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di tiro: filati aramidici
- D** - Guaina esterna

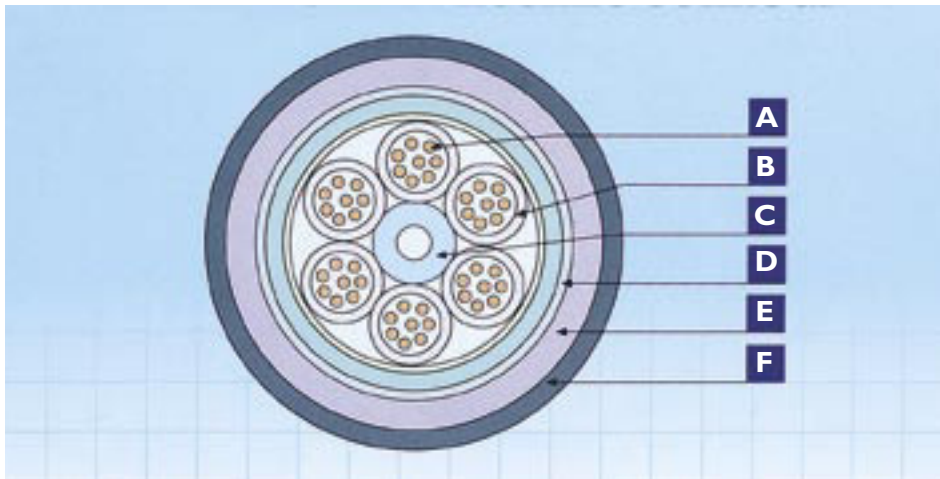
CAVO OTTICO MULTITUBO DIELETTRICO.



- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di supporto dielettrico
- D** - Elemento di tiro e armatura dielettrica
- E** - Guaina esterna

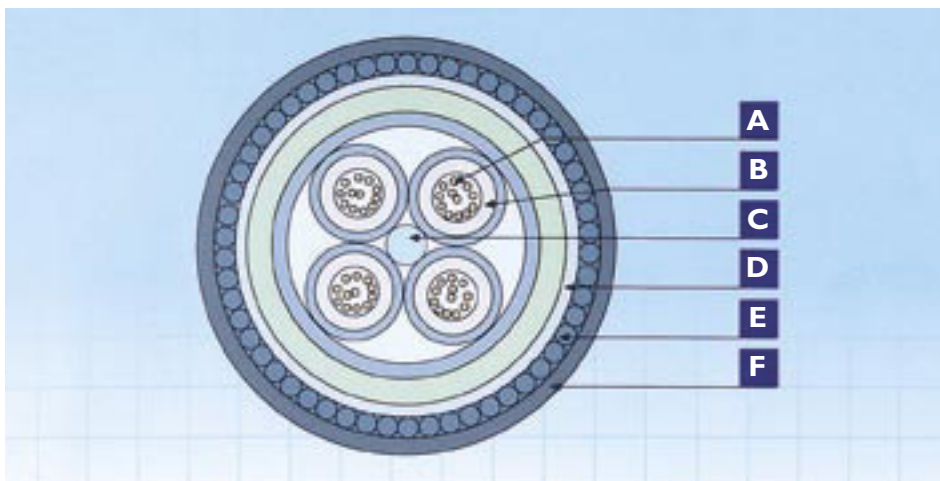


CAVO OTTICO MULTITUBO ARMATO A NASTRI.



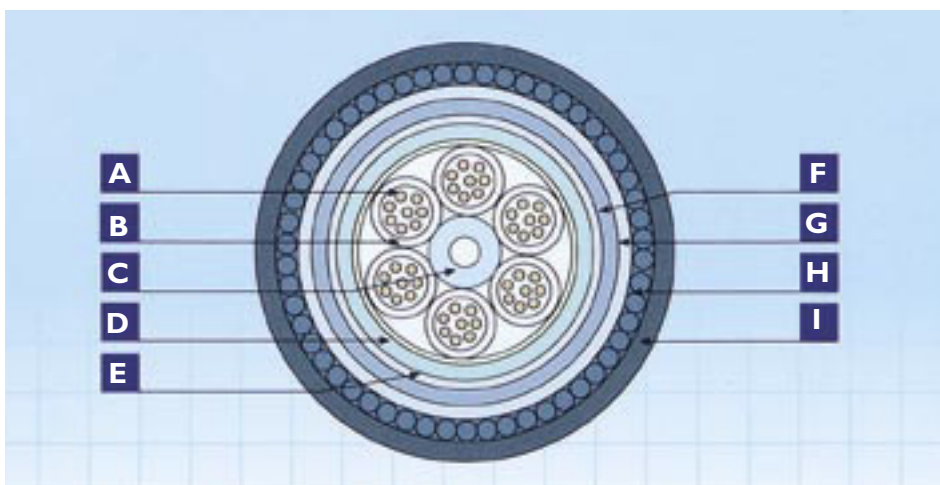
- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di supporto dielettrico
- D** - Elemento di tiro
- E** - Armatura metallica
- F** - Guaina esterna

CAVO OTTICO MULTITUBO ARMATO A FILI.



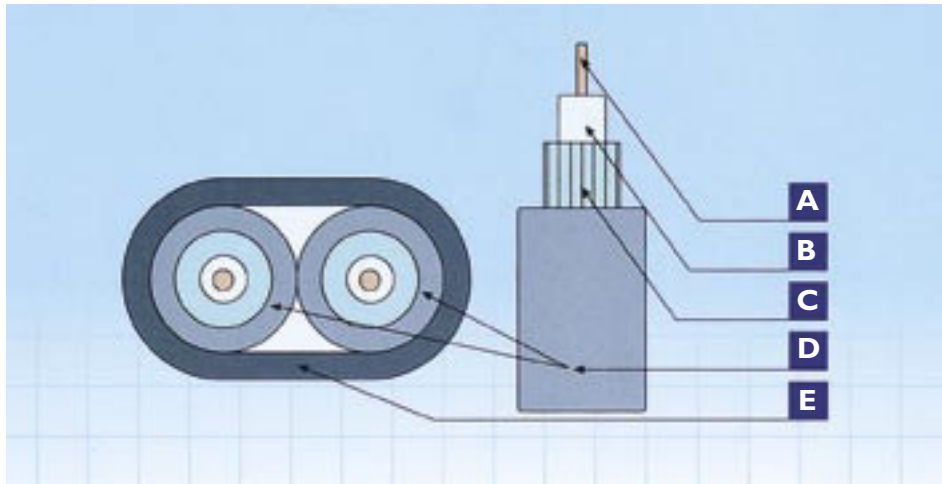
- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di supporto dielettrico
- D** - Guaina interna
- E** - Armatura metallica a fili
- F** - Guaina esterna

CAVO OTTICO MULTITUBO CON ARMATURA SPECIALE.



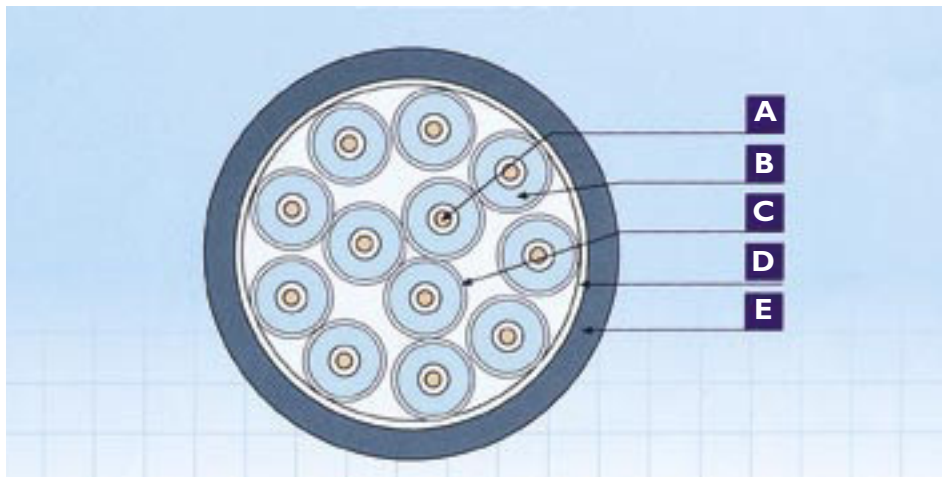
- A** - Fibra ottica
- B** - Tubetto tamponato
- C** - Elemento di supporto dielettrico
- D** - Elementi di tiro
- E** - Guaina interna
- F** - Guaina di piombo
- G** - Seconda guaina
- H** - Armatura a fili
- I** - Guaina esterna

CAVO BIFIBRA PIATTO PER INTERNO.



- A** - Fibra ottica
- B** - Rivestimento aderente
- C** - Filati aramidici
- D** - Guainette interna LSZH
- E** - Guainetta esterna LSZH

CAVO MULTIMONOFIBRA (BREAK-OUT) PER INTERNO.



- A** - Fibra ottica "TIGHT"
- B** - Filati aramidici
- C** - Guainette interna LSZH
- D** - Fasciatura
- E** - Guainetta esterna LSZH

CAVO SPECIALE CON FIBRE PLASTICHE.



- A** - Fibra ottica plastica
- B** - Rivestimento esterno
- C** - Riempitivi
- D** - Guaina esterna

POF2Z (1000PMMA)
ZIPCORD

POF2Z (1000PMMA)/R
POF2Z (1000PMMA)/P



Metallurgica Bresciana S.p.A.

MANUFACTURER OF SPECIAL ELECTRIC CABLES
AND OPTICAL FIBRE CABLES

Viale G. Marconi, 31
25020 DELLO (BS) ITALY

Tel. +39.030.9771911
Fax +39.030.9971260

e-mail: info@mbcavi.it
www.metallurgicabresciana.it

(04/08 R.0)

I dati inseriti nel presente catalogo sono puramente indicativi; Metallurgica Bresciana S.p.A. si riserva la facoltà di modificarli a propria discrezione ed in qualunque momento.



Metallurgica Bresciana S.p.A.