# GUIDA DI RIFERIMENTO PER IL CABLAGGIO IN FIBRA OTTICA

Serie e-book sulla tecnologia - n. 2 di 4

- **Teoria del test: prestazioni del cablaggio in fibra ottica**

FLUKE networks®

# Indice

**Teoria dei test: prestazioni del cablaggio in fibra ottica** ..... 3
Standard relativi alle prestazioni ..... 3
Standard relativi agli applicativi di rete ..... 6

**In arrivo** ..... 11

**Soluzioni di test e risoluzione dei problemi per fibra di Fluke Networks** ..... 12

**Risorse online** ..... 13

FLUKE networks

# Teoria dei test: prestazioni del cablaggio in fibra ottica

La certificazione è la forma più completa di test in campo. Come accennato in precedenza, il processo di test e di certificazione garantisce che il cablaggio installato sia conforme ai requisiti di prestazioni della trasmissione definiti dagli standard del settore, quali gli standard ISO/IEC (International Organization for Standard/International Electrotechnical Commission) e TIA applicabili.

## Standard relativi alle prestazioni

È necessario prendere in considerazione due gruppi di standard per ottenere una specifica completa e garantire che il cablaggio installato supporti i requisiti necessari per le previste applicazioni di rete. L'obiettivo del test di certificazione è di acquisire la certezza che il sistema di cablaggio non sia la causa di alcun malfunzionamento della rete, anche prima che le apparecchiature di rete vengano installate. I due gruppi di standard riconoscono ciascuno i requisiti dell'altro ma non si sovrappongono perfettamente.

### Standard generici relativi all'installazione

Questi standard riguardano le regole generali di installazione e le specifiche di prestazione. Gli standard applicabili sono lo standard ISO 11801-1:2017(en) e ISO/IEC 14763-3 Edizione 2.0, Information Technology - Implementation and Operation of Customer Premises Cabling - Parte 3: Test del cablaggio in fibra ottica - e lo standard ANSI/TIA 568.3-D, Optical Fiber Cabling and Component Standard. Quest'ultimo specifica i requisiti di prestazioni e trasmissione per i cavi in fibra ottica negli edifici, i connettori, l'hardware di collegamento e le bretelle ottiche. Vengono inoltre descritti i metodi di transizione utilizzati per mantenere la polarità della fibra ottica e garantire la connessione fra trasmettitori e ricevitori attraverso connettività simplex, duplex e array.

Questi standard contengono le specifiche dei test in campo per verificare le prestazioni di trasmissione dopo aver eseguito l'installazione e che dipendono dalle caratteristiche del cavo, dalla lunghezza, dall'hardware di collegamento, dalle bretelle, dal cablaggio cross-connect, dal numero totale di connessioni e dalla cura con cui vengono installati e manutenuti. Ad esempio, pieghe accentuate dei cavi, connettori mal installati e, problema molto diffuso, la presenza di polvere, sporcizia e altri contaminanti sulla superficie terminale delle fibre collegate, influenzano negativamente il valore di attenuazione totale dei collegamenti.

Gli standard sull'installazione specificano come prestazione minima che l'attenuazione misurata del collegamento sia inferiore al limite massimo consentito (limite di perdita), che si basa sul numero di connessioni e giunzioni e sulla lunghezza totale del cavo in fibra ottica. Questa certificazione deve essere eseguita con un accurato strumento OLTS (Optical Loss Test Set) o con un misuratore di energia luminosa e una sorgente ottica (LSPM). Questi strumenti saranno descritti in maggior dettaglio più avanti così come l'OTDR (Optical Time Domain Reflectometer). Un OTDR fornisce una buona indicazione della perdita totale del collegamento ma non è sufficientemente accurato per eseguire i test di certificazione. La certificazione comprende anche il requisito della documentazione dei risultati dei test; questa documentazione deve includere tutte le informazioni atte a dimostrare l'accettabilità del sistema di cablaggio e/o il supporto di specifiche tecnologie di rete.

**Il calcolo dell'attenuazione consentita per il collegamento:**

Attenuazione Consentita per l'intero Collegamento (dB) = Attenuazione Consentita per il Cavo (dB) + Attenuazione Consentita per i Connettori (dB) + Attenuazione Consentita per i Giunti (dB)

FLUKE networks

Dove:

Attenuazione Consentita per il Cavo (dB) = Massimo Coefficiente di Attenuazione del Cavo (dB/km) × Lunghezza (km)

Attenuazione Consentita per i Connettori (dB) = Numero di Connessioni (coppie di connettori) × Perdita Ammessa per un singolo Connettore (dB)

Attenuazione Consentita per i Giunti (dB) = Numero di Giunti × Perdita Ammessa per un singolo Giunto (dB)

La **Tabella 1** elenca il coefficiente di attenuazione per diversi tipi di fibra; questo coefficiente è di 3,5 dB/km per tutti i tipi di fibra ottica multimodale consigliati per i sistemi di cablaggio di edificio. La fibra monomodale per interni ha un coefficiente di attenuazione di 1,5 dB/km mentre la fibra monomodale per esterni ha un coefficiente di 1 dB/km o inferiore. Gli standard indicano inoltre la massima perdita ammessa per il connettore a 0,75 dB e la massima perdita per un giunto a 0,3 dB. Le installazioni di cablaggio ben eseguite dovrebbero, in generale, dar luogo a connessioni caratterizzati da valori di attenuazione significativamente inferiori. La stessa affermazione vale anche per le perdite dei giunti. Si noti che la lunghezza del collegamento in fibra deve essere nota o deve essere misurata dallo strumento per determinare il limite di perdita.

La **Tabella 2** mostra un esempio di calcolo del limite di perdita. Il calcolo è eseguito per un collegamento in fibra OM3 di 300 metri con solo due connettori terminali e senza giunzioni e che viene utilizzato con una sorgente ottica a 850 nm.

| | Max. perdita per unità di lunghezza o per elemento | Lunghezza / numero | Perdita calcolata (dB) |
|---|---|---|---|
| **Max. perdita in fibra** | 3,5 dB/km | 0,3 km | 1,05 |
| **Max. perdita nelle connessioni** | 0,75 dB | 2 connessioni | 1,5 |
| **Max. perdita nei giunti** | 0,3 dB | 0 giunti | 0,0 |
| **Limite di perdita del collegamento** | | | **2,55** |

Tabella 2 - Calcolo del limite di perdita per un collegamento multimodale da 300 metri con sorgente ottica a 850 nm.

Lunghezza d'onda e direzione di escuzione del test:

1. Il cablaggio orizzontale o i collegamenti del sottosistema di cablaggio 1 (TIA-568.3-D) devono essere testati in una direzione ad una sola lunghezza d'onda, 850 nm o 1300 nm per il collegamento multimodale e 1310 nm o 1550 nm per il collegamento monomodale.
2. Il cablaggio di dorsale/riser (i collegamenti del sottosistema di cablaggio 2 e del sottosistema di cablaggio 3) deve essere testato in almeno una direzione e su entrambe le lunghezze d'onda operative per tenere conto delle differenze di attenuazione associate alla lunghezza d'onda. I collegamenti multimodali devono essere testati a 850 nm e 1300 nm; i collegamenti monomodali devono essere testati a 1310 nm e 1550 nm. I collegamenti che utilizzano connettori con chiave (non invertibili) per rispettare la polarità della fibra, possono essere testati solo nella direzione obbligata dalla chiave dei connettori.

## Standard relativi agli applicativi di rete

FPer la certificazione, è necessario prendere in considerazione anche gli standard relativi agli applicativi di rete, quali lo standard IEEE 802.3 per Ethernet o lo standard ANSI per Fibre Channel (FC). Le applicazioni ad alte prestazioni (nel campo dei Gb/s e oltre) richiedono limiti più rigorosi sulla lunghezza del canale e sull'attenuazione complessiva, grandezze che dipendono dal tipo e dalla larghezza di banda della fibra ottica e dalle sorgenti ottiche utilizzate nelle apparecchiature di rete. La Tabella 3 mostra la massima distanza supportata e la massima perdita di canale consentita per un certo numero di diffuse applicazioni di rete e per i diversi tipi di fibre precedentemente descritti nella Tabella 1. La lunghezza massima del canale (distanza massima supportata) è un parametro legato alla dispersione. Fintanto che la lunghezza del canale non supera il valore massimo indicato nello standard, la dispersione non causerà problemi nella comunicazione.

La certificazione sul campo deve verificare che la lunghezza del canale in fibra ottica non superi la distanza massima supportata (limite di lunghezza). Gli standard di installazione sopra discussi richiedono la misurazione della lunghezza del cavo per calcolare la "massima attenuazione ammessa per il collegamento", ma gli standard di installazione impongono una lunghezza massima generica, che può essere anche molto superiore alla lunghezza specificata per l'applicazione. Ciò significa che un test ANSI/ TIA-568.3-D potrebbe non garantire il corretto funzionamento dell'applicazione in fibra. ANSI/ TIA-568.3-D garantisce solo la correttezza della manodopera nella realizzazione dell'impianto. ANSI/TIA-568.0-D Sezione 1 avverte l'utente di consultare gli standard applicativi. Nella sezione 5.10.1 si afferma: "La lunghezza del cablaggio dipende dall'applicazione e dallo specifico mezzo scelto (vedere Allegato C). La lunghezza include le bretelle e le patch cord utilizzate per le permutazioni e per i collegamenti alle apparecchiature".

Le **Tabelle 3 e 4** evidenziano che la lunghezza è limitata e che diminuisce per applicazioni ad alta velocità cifra (bit/s) in base alla larghezza di banda di ciascun tipo di fibra (una funzione delle caratteristiche di dispersione modale della fibra).

| | | OS1 | | OS2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Applicazione | Lunghezza d'onda | Dist. (m) | Perdita (dB) | Dist. (m) | Perdita (dB) |
| **10GBASE-L** | 1310 | 10000 | 6.2 | 10000 | 6.2 |
| **40GBASE-LR4** | 1310 | 10000 | 6.6 | 10000 | 6.6 |
| **100GBASE-LR4** | 1310 | 10000 | 6.3 | 10000 | 6.3 |

***Tabella 3*** - Valori massimi di lunghezza e attenuazione di canale per applicazioni in fibra ottica monomodale per tipo di fibra.

| Applicazione | Lunghezza d'onda | OM1 | | OM2 | | OM3 | | OM4 | | OM5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dist. (m) | Loss (dB) | Dist. (m) | Loss (dB) | Dist. (m) | Loss (dB) | Dist. (m) | Loss (dB) | Dist. (m) | Loss (dB) |
| **1000BASE-SX** | 850 | 275 | 2.6 | 550 | 3.6 | 800 | 4.5 | 880 | 4.8 | N/D | N/D |
| **10GBASE-S** | 850 | 33 | 2.4 | 82 | 2.3 | 300 | 2.6 | 450 | 3.1 | 400 | 2.9 |
| **40GBASE-SR4** | 850 | N/D | N/D | N/D | N/D | 100 | 1.9 | 125 | 1.9 | 150 | 1.5 |
| **100GBASE-SR4** | 850 | N/D | N/D | N/D | N/D | 70 | 1.8 | 100 | 1.9 | 100 | 1.9 |
| **100GBASE-SR10** | 850 | N/D | N/D | N/D | N/D | 100 | 1.9 | 125 | 1.9 | 150 | 1.5 |
| **10G Fiber Channel 1200-MX-SN-I (10.512 Mbaud)** | 850 | 33 | 2.4 | 82 | 2.2 | 300 | 2.6 | 300 | 2.6 | N/D | N/D |
| **16G Fiber Channel 1600-MX-SN (10.512 Mbaud)** | 850 | N/D | N/D | 35 | 1.6 | 100 | 1.9 | 125 | 1.9 | N/D | N/D |

***Tabella 4*** - Valori massimi di lunghezza e attenuazione di canale per applicazioni in fibra ottica multimodale per tipo di fibra

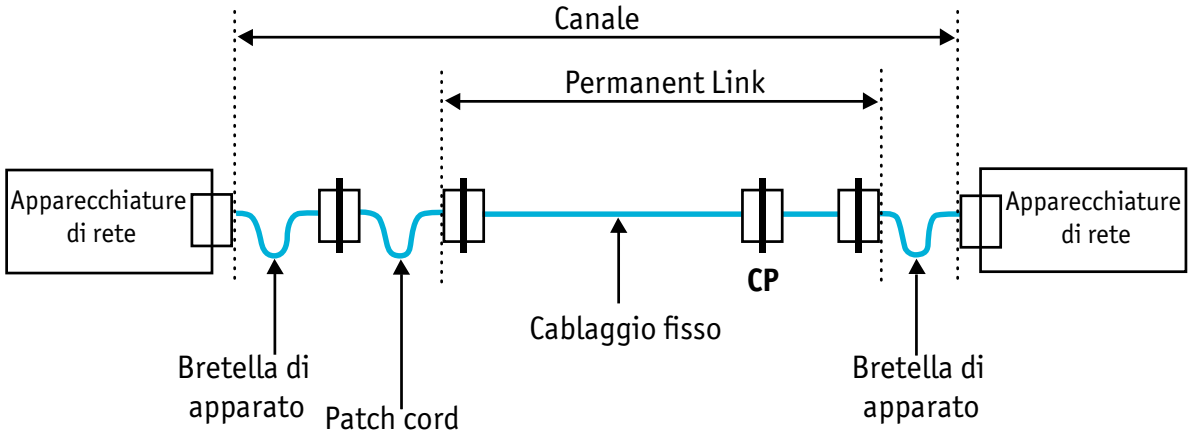


Figura 11 - Il canale rappresenta il collegamento complessivo (end-to-end) dal trasmettitore al ricevitore. Il cablaggio fisso, un sottosegmento del canale, è chiamato permanent link. La figura mostra uno schema generico di collegamento orizzontale che contiene connessioni opzionali, come il CP (punto di consolidamento).

Il canale è il collegamento totale che include tutte le bretelle che collegano i dispositivi attivi. La **Figura 11** illustra la differenza tra il canale e il permanent link. Il permanent link rappresenta i collegamenti considerati parte fissa dell'infrastruttura dell'edificio o del data center. L'apparecchiatura di rete è collegata al permanent link tramite le bretelle di apparato. Bisognerebbe fare attenzione ad utilizzare patch cord realizzate con lo stesso tipo di fibra del permanent link.

Spesso un collegamento in fibra ottica è costruito con diversi segmenti o sezioni e le apparecchiature di rete, in molti casi, non sono ancora installate quando il cablaggio viene certificato. Non è sufficiente testare ciascun segmento rispetto agli standard relativi all'installazione. Per garantire che il sistema di cablaggio supporti l'applicazione di rete prevista, è necessario che il canale complessivo (collegamento in fibra end-to-end) soddisfi i requisiti di lunghezza e perdita definiti nelle specifiche dell'applicazione, come illustrato nelle **Tabelle 3 e 4**.

È possibile scegliere uno dei due metodi seguenti per garantire che il canale installato soddisfi i requisiti dell'applicazione prima di attivare il servizio di rete:

1. Calcolare la perdita complessiva sommando i dati di ciascun segmento di link presente nel canale e aggiungendo il contributo di perdita previsto per le bretelle di collegamento. ISO/IEC 14763-3 Ed2: 2014 fa assunzioni molto chiare circa la perdita della connessione tra una TRC (Test Reference Cord = Bretella da test) ed il link ottico (0,5 dB per fibra multimodale e 0,75 dB per fibra monomodale) rispetto alla perdita massima della stessa connessione realizzata con bretelle commerciali (0,75 dB sia per fibre multimodali che per fibre monomodali).
2. Misurare la perdita di canale come mostrato nella **Figura 12**. Le connessioni alle estremità del canale - normalmente verso le apparecchiature di rete - sono ora realizzate con TRC che introducono una perdita trascurabile. Questo metodo dovrebbe essere usato quando vengono testati i canali in fibra complessivi e non soltanto i loro spezzoni separatamente.

Inoltre, l'impostazione del test deve prendere in considerazione sia le bretelle finali che i TRC. Tenere presente che la precisione delle misure dipende fortemente da una corretta impostazione del riferimento.

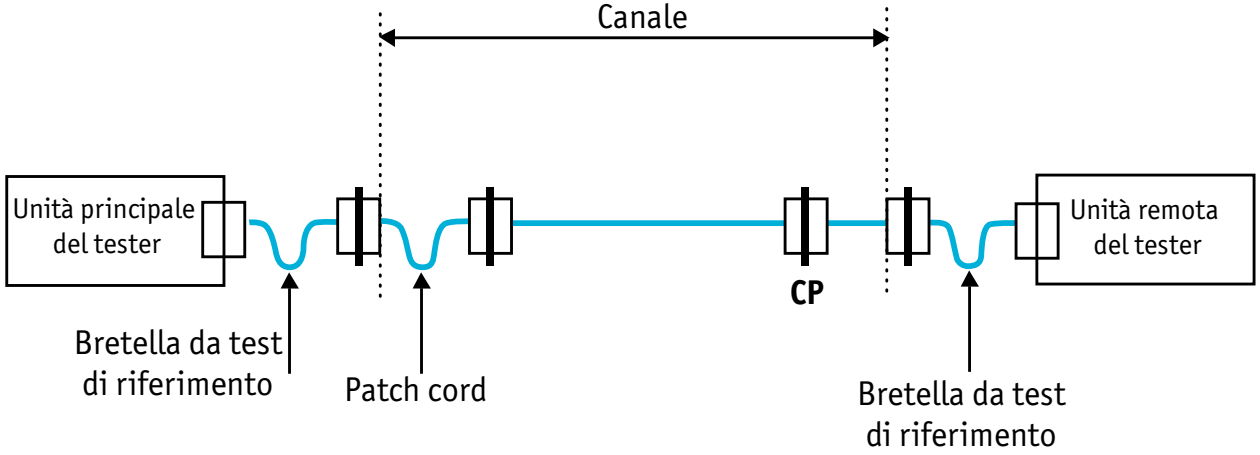


Figura 12 - Le connessioni alle estremità nella Figura 12 non fanno parte della specifica di canale. Sostituendo le patch cord con le bretelle da test (TRC) per la misura delle perdite e della lunghezza del canale, "l'errore" che si commette è rappresentato dalla differenza di lunghezza tra una bretella TRC e la somma delle due bretelle che verranno utilizzate per completare il canale.

## Polarità del collegamento in fibra ottica

Le installazioni di reti locali supportano la comunicazione bidirezionale utilizzando fibre ottiche diverse per le due direzioni. Il sistema di cablaggio deve fare in modo di mantenere la corretta polarità del segnale perché il trasmettitore ad un'estremità del canale sia collegato al ricevitore posto all'altra estremità del canale. Per mantenere la polarità nei sistemi di cablaggio in fibra ottica vengono utilizzati diversi metodi. Le linee guida sono descritte e illustrate nell'allegato B del TIA-568-C.0. È necessario adottare connettori duplex e sistemi di connettori per fibre allineate che consentono di mantenere l'ordinamento delle fibre in funzione della disposizione delle chiavi di polarizzazione del connettore maschio.

# In arrivo

Presto saranno disponibili i seguenti e-book:

**n. 3: Certificazione del cablaggio in fibra ottica**

- Selezionare lo standard sulle prestazioni
- Certificazione - Requisiti di processo e apparecchiature
- Unità di misura
- Impostare il riferimento - Principio
- Condizioni di lancio

**n. 4: La Certificazione delle Fibre con OLTS in pratica**

# Soluzioni di test e risoluzione dei problemi per fibra di Fluke Networks

| | Ispezione e pulizia | | | | Test MPO | Test di lunghezza e di perdita (Certificazione Tier 1) | | Caratterizzazione dell'impianto, ricerca e risoluzione dei problemi (Certificazione Tier 2) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |
| | FI-500 FiberInspector™ Micro | FI-7000 FiberInspector™ Pro | FI-3000 FiberInspector™ Ultra | Kit di pulizia per fibre ottiche | Tester MPO MultiFiber™ Pro | Set per test di perdita ottica (OLTS) CertiFiber® Pro | Misuratore di energia luminosa e kit per il test della fibra ottica SimpliFiber® Pro | Identificatore dei guasti visivo VisiFault™ | Fiber QuickMap™ | OptiFiber® Pro OTDR | OptiFiber® Pro PON/FTTx HDR OTDR |
| Controllo della contaminazione o del danneggiamento della superficie terminale | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| Valutazione del risultato dell'ispezione della superficie terminale | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| Illuminazione della porta | ✓ | | ✓ | | | | | | | | |
| Messa a fuoco automatica | ✓ | | ✓ | | | | | | | | |
| Pulizia delle contaminazioni | | | | ✓ | | | | | | | |
| Controllo della connessione | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Controllo della polarità | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| Verifica dell'attenuazione sull'intero collegamento per esser certi che non sia superato il budget di perdita | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Test di perdita per fibra doppia | | | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| Certificazione Tier 1 monomodale | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Certificazione Tier 1 multimodale conforme a Encircled Flux | | | | | Conforme a EF all'uscita dello strumento | TRC con EF | ✓ | | | | |
| Localizzazione dei guasti | | | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Certificazione Tier 2 | | | | | | | | | | ✓ | ✓ |
| Risultati Passato/Fallito | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Documentare i risultati del test | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| Tipi di fibra supportati | Monomodale Multimodale | MPO, Multimodale Monomodale | MPO | MPO, Multimodale Monomodale | MPO Multimodale Monomodale | Multimodale Monomodale | Multimodale Monomodale | Multimodale Monomodale | Multimodale | Multimode Singlemode | Monomodale (1310, 1550, 1490 e 1625 nm) |
| Tipo di sorgente | | | | | LED, laser FP | LED, laser FP | LED, laser FP | Laser | Laser | LED, laser FP | Laser |

FLUKE networks

Ulteriori preziose risorse tecniche:

Per ulteriori informazioni che possano aiutarvi a stabilire le migliori procedure per eseguire il test della fibra ottica, visitare il sito Web all'indirizzo:
**www.flukenetworks.com/FBPPG**

Per ulteriori informazioni che possano aiutarvi a stabilire le migliori procedure per eseguire il test dei cavi in rame, visitare il sito Web all'indirizzo:
**www.flukenetworks.com/CBPPG**

Se volete parlare con un esperto potete trovare il numero del contatto locale su:
**www.flukenetworks.com/contact**

## Corsi video online

Questi video forniscono una formazione di base per l'intero Sistema di Certificazione del Cablaggio Versiv™. Per ciascun prodotto, una serie di video tratta i seguenti argomenti:

- Disimballaggio: cosa viene fornito con il prodotto e come utilizzarlo
- Impostazione di un test
- Esecuzione di un test
- Salvataggio e gestione dei risultati (utilizzando LinkWare™ PC e LinkWare™ Live)

www.youtube.com/FlukeNetworksVideo

## Blog sulle novità del cablaggio

Tutte le novità nel mondo dei test e degli standard con articoli scritti dagli esperti di Fluke Networks.

www.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles

## Knowledge Base

Ottieni il massimo dal tuo investimento in Fluke Networks con suggerimenti e trucchi e aggiornamenti sui prodotti da parte del nostro team di esperti di supporto.

www.flukenetworks.com/knowledge-base

P.O. Box 777, Everett, WA USA 98206-0777

Fluke Networks opera in più di 50 paesi in tutto il mondo. Per trovare i dettagli di contatto dell'ufficio locale, visitare il sito **www.flukenetworks.com/contact**.

©2020 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.
11/2020 19086-RL

FLUKE networks