

Specifica tecnica nr. 32

Procedure di misura e verifica della fo

Data	10 agosto 2024
Revisione	5
Redatto	Luca Dalpiaz Diego Erroi Stefano Gorisbini
Verificato	Alberto Battarelli
Approvato	Paolo Simonetti

INDICE

1	Scopo e applicabilità	3
2	Condizioni generali.....	3
2.1	Norme di riferimento	3
2.2	Formato della documentazione	4
2.3	Supporti	4
2.4	Riservatezza.....	4
2.5	Strumentazione	4
3	Misure e collaudi	4
3.1	Misura dell'attenuazione delle fo sui giunti	5
3.1.1	Limiti di riferimento	8
3.2	Misura della potenza retro diffusa di sezione.....	8
3.3	Lunghezze ottiche progressive	5
3.4	Attenuazione totale di sezione.....	9
3.5	Misura della dispersione dei modi di polarizzazione (PMD).....	11
4	Verifiche di Trentino Digitale	12

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

1 Scopo e applicabilità

Il presente documento descrive le modalità di misura e verifica dei cavi ottici di dorsale o distribuzione al fine attestarne la corretta esecuzione e di fornire a Trentino Digitale la documentazione quale riferimento presente e futuro.

La norma si applica anche per interventi di manutenzione su impianti già in esercizio per i quali sia previsto il collaudo ottico.

2 Condizioni generali

Al termine di ogni singola lavorazione l'appaltatore è tenuto a verificare la corretta esecuzione dei lavori effettuando ispezioni visive sui luoghi ed eseguendo tutte le misure di certificazione secondo le modalità riportate in seguito. Tali verifiche, opportunamente documentate, costituiranno un riferimento per la redazione di un apposito fascicolo attestante la conformità dell'impianto alle norme contrattuali.

L'appaltatore effettuerà sia le misure di certificazione ottica sia le verifiche di accettazione provvisoria e definitiva con attrezzature e strumentazione propria. Eventuali non conformità di misure ai vincoli dettagliati nel presente documento, dovranno essere sollecitamente segnalati alla DL, con la quale dovranno essere concordate azioni correttive atte a garantire che l'opera rientri nei limiti di specifica.

Le misure dovranno essere consegnate alla Committenza su supporto elettronico e, su specifica richiesta, cartaceo. Il formato delle misure dovrà essere concordato con la DL, secondo gli standard di settore.

2.1 Norme di riferimento

- ✓ ISO 11801 Information technology – Generic cabling for customer premises;
- ✓ IEC 61280-4-2:2000 Fibre optic communication subsystem basic test procedures - Part 4-2: Fibre optic cable plant - Single-mode fibre optic cable plant attenuation;

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

- ✓ IEC TR 62627-01 Fibre optic interconnecting devices and passive components. Fibre optic connector cleaning methods;
- ✓ EN 60825-1, Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide;
- ✓ EN 61300-3-6:1997, Fibre optic interconnecting devices and passive components - Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss.

2.2 **Formato della documentazione**

La documentazione dovrà essere fornita in formato *Portable Document Format* (PDF) oltre a quello nativo Autocad (DWG) per i disegni e *Microsoft Excel* (XLS o CSV) per le tabelle oltre che .SOR per i tracciati OTDR (Optical time domain reflectometer).

2.3 **Supporti**

La documentazione dovrà essere fornita su supporto ottico (CD o DVD) o digitale ed eventuali copie cartacee nel numero richiesto da Trentino Digitale.

2.4 **Riservatezza**

L'Impresa s'impegna a non comunicare a terze parti i dati relativi ad impianti e Clienti di Trentino Digitale.

2.5 **Strumentazione**

L'appaltatore è tenuto ad effettuare le misure di collaudo avvalendosi di propria strumentazione soggetta ad un piano di controllo e taratura che garantisca la riferibilità a campioni nazionali.

L'appaltatore dovrà indicare nei report di prova: marca, modello e matricola delle apparecchiature impiegate e produrre idonea documentazione comprovante lo stato di calibrazione della strumentazione.

3 **Misure e collaudi**

Prima di iniziare le misure ottiche tutti i lavori saranno completati a regola

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

d'arte. L'appaltatore effettuerà una ispezione visiva del tracciato, con l'eventuale presenza di rappresentanti di Trentino Digitale che dovranno essere avvisati almeno cinque giorni prima, al termine della quale verrà redatto un verbale. La presenza sui luoghi del personale di direzione e sorveglianza di Trentino Digitale non esonera minimamente l'Appaltatore delle responsabilità circa la perfetta esecuzione ancorché i difetti poi riscontrati fossero stati riconoscibili durante le misure ancorché approvate.

3.1 Lunghezze ottiche progressive

Prima di effettuare le operazioni di giunzione va eseguita una misura della lunghezza ottica per ciascuna tipologia di fibra (G652, G655, G656 ecc.) per ogni pezzatura in ordine progressivo dei giunti (fig. 1). Tale misura è effettuata al fine di disporre dei necessari riferimenti (eventi) per l'impostazione dello strumento per le successive misure di attenuazione.

Strumentazione necessaria:

- ✓ OTDR
- ✓ Bretella

Schema di misura:

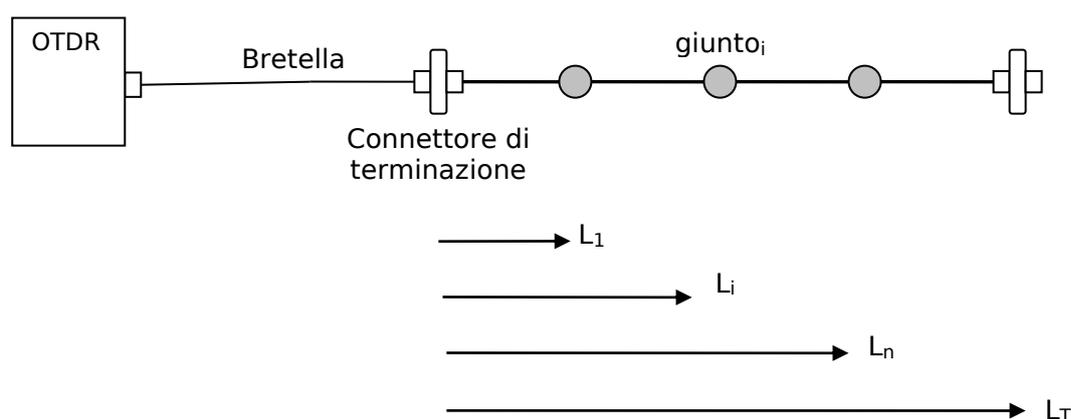


Figura 1: Schema di misura delle lunghezze ottiche progressive

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

Procedura di misura:

La misura viene eseguita con la tecnica della retro diffusione alla lunghezza d'onda di 1550 nm impostando l'indice di rifrazione ottico (IOR) proprio della fibra in misura.

Fibra	Attenuazione nominale [dB/Km]	IOR
G652	0,22	1,467
G655	0,23	1,467
G656	0,21	1,467

Figura 2: Valori caratteristici da impiegare per le misure @1550nm

Si deve effettuare la misura delle lunghezze ottiche di tratta progressiva (L_i) ai giunti e/o sezionamenti intermedi da un terminale su una fibra presa come riferimento per l'intera sezione, a giunto aperto.

Si deve inoltre misurare la lunghezza ottica della sezione totale d'impianto (L_T).

Tutte le misure devono essere registrate segnalando, ai fini dell'elaborazione, la lunghezza della bretella di lancio utilizzata.

3.2 Misura dell'attenuazione dei giunti

Strumentazione necessaria

- ✓ OTDR
- ✓ Bobina di lancio (minimo 1000m)

Schema di misura

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione



Figura 3: schema di misura delle fo sui giunti di linea / spillamento

Procedura di misura

La misura viene eseguita con la tecnica della “retro-diffusione” seguendo lo schema di Fig 3. Deve essere effettuata alla lunghezza d'onda di 1550 nm per meglio evidenziare eventuali attenuazioni dovute a macro bending e con l'indice di rifrazione adeguato al tipo di fibra (vedi fig. 2).

Le misure di attenuazione dei giunti devono essere eseguite al termine di tutte le operazioni di giunzione avendo cura di impostare gli “eventi” di giunto come da schema di posa.

Le misure debbono essere eseguite sul 100% dei giunti di linea e/o spillamento e su tutte le fibre del giunto/armadio, in modo bidirezionale.

Il valore di attenuazione (Ag_i) sarà dato per ogni giunto dalla semisomma aritmetica dei due valori di attenuazione di giunto (Ag) misurati da A verso B e successivamente da B verso A.

$$Ag_i = \frac{Ag_{(AB)} + Ag_{(BA)}}{2}$$

È ammessa la misura bidirezionale utilizzando un “loop” su una coppia di fibre mediante giunzione a fusione oppure, in caso di terminazioni già dotate di connettori, impiegando una bobina di lancio di lunghezza adatta a distinguere le attenuazioni dei due connettori.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

3.2.1 Limiti di riferimento attenuazione massima dei giunti

Le attenuazioni delle singole fibre ottiche, saldate a fusione in corrispondenza dei giunti di linea e/o di spillamento e negli armadi all'interno dei siti, devono soddisfare le seguenti condizioni:

- a. 70% delle giunzioni $A_g \leq 0.10 \text{ dB @ } 1550 \text{ nm}$
- b. 100% delle giunzioni $A_g \leq 0.20 \text{ dB @ } 1550 \text{ nm}$

3.3 Misura della potenza retro diffusa di sezione

Strumentazione necessaria

- ✓ OTDR
- ✓ Bobine di Lancio di lunghezza opportuna

Schema di misura

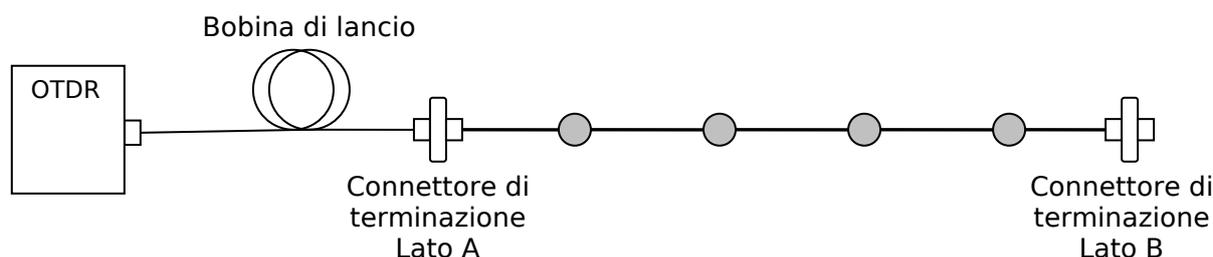


Figura 4: Schema di misura della potenza retrodiffusa di sezione

Procedura di misura

La misura dovrà essere effettuata secondo lo schema di Fig. 4 alla lunghezza d'onda di 1550 nm.

Dovrà però essere verificato che l'andamento dell'attenuazione delle fibre su ciascuna pezzatura sia regolarmente distribuito sull'intera sezione, producendo il diagramma della potenza retro diffusa sulle varie sezioni ottiche.

Al fine di consentirne una corretta valutazione, il diagramma dovrà essere visualizzato in tratte di lunghezza pari a circa 10 km e comunque non

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

superiore a 20 km.

La misura deve essere effettuata su tutte le fibre ottica per ogni sezione della rete ottica passiva.

Limiti di riferimento

La curva della potenza retro diffusa non dovrà presentare variazioni di attenuazione concentrata superiore a 0,1 dB (esclusi i giunti e connettori).

Le curve rilevate dovranno essere fornite in accordo al par. 2.2 e 2.3.

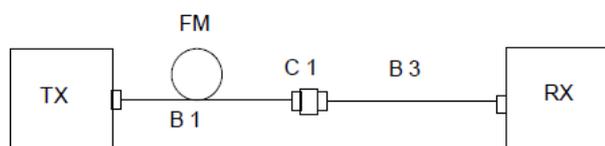
3.4 Misure di attenuazione totale di sezione

Strumentazione necessaria.

- ✓ Banco di attenuazione
- ✓ 2 bretelle di riferimento (TRC)
- ✓ 1 manicotto di riferimento
- ✓ Bretella multimodale

Schema di misura

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

MISURA PU (1^afase)


B 1 = BRETELLA DI RIFERIMENTO SMR O SM

B 2 = BRETELLA DI RIFERIMENTO SMR O SM

B 3 = BRETELLA MULTIMODALE

C 1 = MANICOTTO DI RIFERIMENTO

C 2 = MANICOTTO DI RIFERIMENTO

 FM = FILTRO DI MODO (1 spira \varnothing 5 cm)

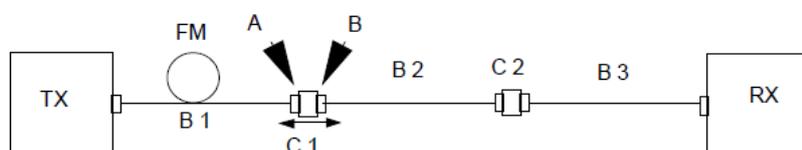
 MISURA P0 (2^afase)

 MISURA P1 (3^afase)


Figura 5: Schema di misura dell'attenuazione totale di sezione

Procedura di misura

La misura viene eseguita in tre fasi utilizzando il metodo di inserzione, come rappresentato nello schema di Fig 5, alla lunghezza d'onda di 1550 nm.

1^a Fase: Misura della PU (misura del livello di uscita)

Misurare il livello di uscita del trasmettitore (PU) collegando il Tx con Rx tramite la bretella B1 di riferimento, l'apposito manicotto a la bretella B3 multimodale.

2^a Fase: Misura della Po (verifica delle bretelle di misura)

Collegare fra loro Tx ed Rx tramite le bretelle e manicotti di riferimento e la bretella multimodale.

Misurare Po.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

È indispensabile verificare che nella misura della Po e della P1, le bretelle siano montate con le spine di riferimento rispettando la direzione di connessione lato cavo.

A tale proposito le spine delle bretelle di riferimento sono contraddistinte fra loro con un lato misura ed uno per la connessione allo strumento.

3^a Fase: Misura della P1 (misura dell'attenuazione del cavo)

Non modificare l'inserzione della bretella sia su Tx che Rx. Predisporre lo strumento come da schema eseguendo la inserzione. Il valore letto viene indicato con P1.

L'attenuazione del cavo (A) è intesa comprensiva dei 2 connettori terminali ed è data da (P1M – PU). L'attenuazione totale di sezione dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$A_{TOTALE} = A_{FO} * L + n_g * A_g + n_c * A_c$$

In cui:

A_{FO} = attenuazione specifica nominale (dB/km) della fibra alla lunghezza d'onda di 1550 nm (vedi fig. 2).

L = lunghezza ottica della sezione, espressa in km.

n_g = numero totale di giunzioni della fibra nella sezione.

A_g = valore di attenuazione attribuito a ciascuna giunzione della fibra, posto pari a 0.07 dB

A_c = perdita massima di attenuazione ammessa, relativa all'inserzione di un connettore (0.5 dB per connettore SC, SC-2, FC-UPC, LC)

n_c = numero delle connessioni nella sezione.

La misura deve essere effettuata sul 100% delle fibre costituenti la rete ottica passiva.

3.5 Misura della dispersione dei modi di polarizzazione (PMD)

La misura della dispersione per polarizzazione deve essere effettuata con

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

uno dei seguenti metodi:

- ✓ Jones Matrix Eigenanalysis
- ✓ Interferometrico
- ✓ Spectral Scanning

Il valore massimo del coefficiente di PMD misurato sulle fibre ottiche dovrà essere, a seconda della tipologia di fibra:

- ✓ 0,1 ps/ km^{1/2} per le fibre ottiche a specifica G.652;
- ✓ 0,07 ps/ km^{1/2} per le fibre ottiche a specifica G.655;
- ✓ 0,1 ps/ km^{1/2} per le fibre ottiche a specifica G.656.

Schema di misura

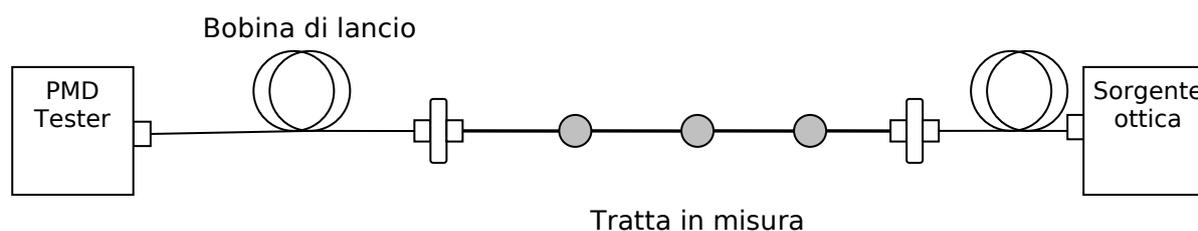


Figura 6: Schema di misura della dispersione nei modi di polarizzazione

La misura va effettuata indicativamente sul 10% delle fibre ottiche posate relativamente ai soli cavi di dorsale PAT, conformemente alle disposizioni della DL.

4 Verifiche di Trentino Digitale

Trentino Digitale si riserva di effettuare (anche tramite terze parti) verifiche sulla corrispondenza della documentazione con lo stato reale.

Nel caso di difformità rispetto ai documenti presentati dall'Impresa Appaltatrice, Trentino Digitale può richiedere la regolarizzazione delle relative

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

anomalie ed una campagna di misura a cura e spese dell'Impresa. In caso d'inadempienza entro i tempi stabiliti, Trentino Digitale provvederà ai necessari rilievi ed alle correzioni a spese dell'Impresa.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione

COLLAUDO OTTICO

DATA:

IMPRESA:

SEZIONE:

TRATTA:

TIPO CAVO:

CAVO:

POTENZIALITA':

 Collaudo Impresa

 Verifica Trentino Network

MISURE DI ATTENUAZIONE TOTALE - par. 3.4
 $A \text{ totale} = [(AFO \times L) + (ng + Ag) + (nc \times Ac)] \quad [(0, _ \times \text{ Km}) + (_ \times 0,07) + (_ \times 0,5)] = \text{ dB}$

Fibra n°	Misura Impresa	Verifica TNNet	Fibra n°	Misura Impresa	Verifica TNNet	Fibra n°	Misura Impresa	Verifica TNNet	Fibra n°	Misura Impresa	Verifica TNNet
1			26			51			76		
2			27			52			77		
3			28			53			78		
4			29			54			79		
5			30			55			80		
6			31			56			81		
7			32			57			82		
8			33			58			83		
9			34			59			84		
10			35			60			85		
11			36			61			86		
12			37			62			87		
13			38			63			88		
14			39			64			89		
15			40			65			90		
16			41			66			91		
17			42			67			92		
18			43			68			93		
19			44			69			94		
20			45			70			95		
21			46			71			96		
22			47			72			97		
23			48			73			98		
24			49			74			99		
25			50			75			100		

LUNGHEZZE OTTICHE PROGRESSIVE - par. 3.1

Misure dal nodo o giunto :

I.O.R. 1,4__

Fibra N°	Lunghezza ottica	Fibra N°	Lunghezza ottica	Fibra N°	Lunghezza ottica

Per l'impresa

Per Trentino Network

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
5	10/08/2024	ST nr. 32 Procedure di misura e verifica della fo	Quinta emissione