

WHITE PAPER

L'IMPATTO DELL'ACQUA SUI CAVI IN FIBRE OTTICHE

I cavi ottici sono frequentemente installati in tubazioni non stagne e in condotti dedicati. Le fibre hanno bisogno di essere efficacemente protette dall'umidità, per assicurare l'affidabilità di funzionamento dei cavi. Questo documento descrive l'impatto dell'acqua su cavi e fibre, dando una visione delle normative attuali e dei metodi di verifica e individua gli aspetti da tener presenti quando si selezionano i cavi in fibre ottiche adatti.

Lo stato dell'arte relativo alle fibre monomodali standard

Per anni, la maggior parte dei costruttori hanno prodotto i propri cavi monomodali con fibre di qualità OS2, G.652.D o EN 60793-2-50:2008, B1.3.

Il fatto che esistano diversi standard per le fibre monomodali è dovuto agli enti normativi internazionali coinvolti. ITU è l'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni, un'agenzia specializzata delle Nazioni Unite che, tra le altre cose, specifica gli standard per le telecomunicazioni globali. IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale) e la sua controparte europea CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica) redigono invece gli standard per le applicazioni private.

La norma G.652 fu scritta da ITU. IEC/CENELEC incorporarono questi tipi di fibre come "OS1" e "OS2" negli standard ISO/IEC 11801 e DIN EN 51073 per cablaggio generico trasparente alle applicazioni – i valori di attenuazione qui sono più elevati rispetto ai documenti IEC e CENELEC (60793-2-50) riferiti alla presente norma. I parametri di IEC 60793-2-50 sono simili a quelli dello standard ITU G.652.D.



Caso estremo: condotto completamente sott'acqua.

Fibre con picco ridotto di attenuazione

È conoscenza comune che gli ioni OH sono responsabili degli incrementi di attenuazione nelle fibre ottiche – con un picco di assorbimento a 1383 nm. Con le prime fibre monomodali (G.652.A e B), questo picco di attenuazione era la ragione per cui la gamma di lunghezze d'onda attorno a 1383 nm non poteva essere usata per la trasmissione.

Per un decennio, le fibre monomodali (singlemode, SM) sono state prodotte solo di qualità G.652.D. Nella EN 50173-1, entrambe le fibre SM, OS1 e OS2, sono descritte come fibre conformi a EN 60793-2-50:2008, fibra B1.3 o B.6_a. Ciò significa che entrambe le fibre OS1 e OS2 hanno un picco di attenuazione ridotto a 1383 nm. Sono spesso citate come fibre "a basso picco d'acqua" o "a picco d'acqua zero".

Secondo EN 50173-1, la sola differenza tra i due tipi di fibra OS1 e OS2 è la loro attenuazione massima alle lunghezze d'onda di 1310, 1383 e 1550 nm. Per la fibra OS1 l'attenuazione

	ITU-T G.652.A	ITU-T G.652.B	ITU-T G.652.C	ITU-T G.652.D	Datwyler G.652.D
attenuazione a 1310 nm	< 0,5 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	tipico < 0,34 dB/km massimo < 0,36 dB/km
attenuazione a 1383 nm			< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	tipico < 0,34 dB/km massimo < 0,36 dB/km
attenuazione a 1550 nm	< 0,4 dB/km	< 0,35 dB/km	< 0,3 dB/km	< 0,3 dB/km	tipico < 0,22 dB/km massimo < 0,24 dB/km
attenuazione a 1625 nm		< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	< 0,4 dB/km	tipico < 0,24 dB/km massimo < 0,25 dB/km

Tabella 1: confronto dei valori minimi di attenuazione di fibre monomodali (SM) secondo ITU-T G.652 (per reti WAN e metropolitane).

Lunghezza d'onda	Attenuazione massima OS1	Attenuazione massima OS2
1310 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km
1383 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km
1550 nm	1,0 dB/km	0,4 dB/km

massima è 1,0 dB/km e per la OS2 è 0,4 dB/km (per tutte le lunghezze d'onda menzionate).

Gli standard per l'impatto dell'acqua

Ci sono due norme che affrontano l'impatto dell'acqua con le fibre ottiche. IEC 60793-1-50 copre il metodo di misura e la procedura di collaudo "caldo umido", mentre IEC 60793-1-53 riguarda l'immersione in acqua. Nella prima prova, le fibre sono esposte all'azione di caldo umido (+85°C, 85% di umidità atmosferica relativa). Nella seconda, sono immerse in acqua a temperatura controllata (+23°C). Entrambe le verifiche durano 30 giorni; in questo periodo e in entrambi i casi non deve essere superato un incremento di attenuazione definito. Si verifica anche l'effetto repellente della protezione primaria – per esempio, l'efficacia del rivestimento della fibra rispetto all'esposizione all'acqua.

Fibre a rischio

Se un cavo a fibre ottiche è danneggiato, o immagazzinato senza le protezioni terminali, è importante che l'acqua non sia in grado di insinuarsi lungo il cavo senza restrizioni. La penetrazione dell'acqua non è, di per sé, drammatica, perché i fasci, che consistono principalmente di polietilene (PE), sono essi stessi a tenuta stagna e perché i fasci riempiti, insieme alla protezione primaria e alla guaina della fibra, offrono al nucleo un alto grado di protezione. Le caratteristiche di trasmissione di una fibra ottica sono, quindi, relativamente ben salvaguardate.

Se, comunque, l'acqua è in grado di diffondersi in una scatola di giunzione o terminale, a questo punto le fibre hanno solo la loro protezione primaria o quella del giunto. Il danno alle fibre non può essere escluso, in particolare se il rivestimento della fibra non è della qualità stabilita dagli standard citati sopra. Si verifica un incremento irreversibile dell'attenuazione se l'acqua si diffonde nel materiale della fibra ottica (SiO₂). Le molecole d'acqua si muovono anche nelle microfratture della fibra, allargandole e riducendo fortemente la vita della fibra.

Impermeabilità longitudinale

In vista del possibile impatto che l'umidità può avere sulle fibre, è decisamente sorprendente che l'impermeabilità longitudinale sia uno dei più importanti parametri ambientali per i cavi ottici. In accordo con IEC 60794-1-2F5, un cavo è considerato essere longitudinalmente stagno se la penetrazione d'acqua è in grado di diffondersi solo lungo una lunghezza definita nel nucleo del cavo.

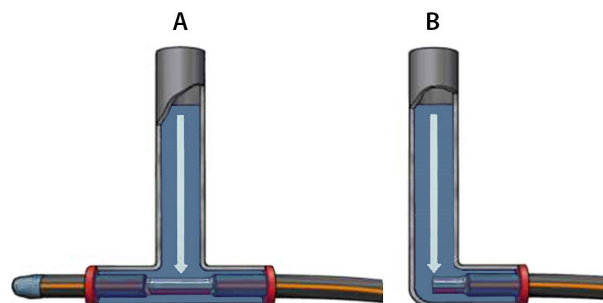
Anni fa, per proteggere i cavi dalla penetrazione dell'acqua causata da azione capillare, o almeno tenerla al minimo, gli interspazi nei cavi trefolati venivano riempiti con gel di petro-

◀ Tabella 2: requisiti prestazionali per fibre SM secondo DIN EN 50173-1:2011, tabelle 55-56 (per cablaggio di edifici neutro alle applicazioni).

lio, simile a vaselina. Questa soluzione ha due svantaggi, comunque: il riempitivo è molto infiammabile e l'installatore deve rimuovere questo gel dai fasci, con un processo lungo e che richiede detergenti speciali che poi devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi.

Produttori "innovativi" di cavi, come Datwyler, hanno allora sviluppato un metodo differente per soddisfare le richieste sull'impermeabilità longitudinale. Attualmente i costruttori riempiono gli spazi e gli elementi di tiro – filati di vetro o aramidici – con materiali espandibili. Se il cavo è danneggiato, questi materiali assorbono l'acqua che vi è penetrata e sigillano il punto danneggiato. A differenza del riempimento con gel di petrolio, i materiali espandibili non contribuiscono alla propagazione del fuoco. Infine, ma non meno importante, non è necessario pulire i fasci durante la lavorazione dei cavi.

Datwyler verifica l'impermeabilità longitudinale dei suoi cavi ottici per esterno e per interno secondo lo standard IEC 60794-1-2-F5 usando il Metodo B, che simula le condizioni più severe. Poiché il Metodo A descrive la penetrazione d'acqua in un cavo danneggiato, il Metodo B esamina il comportamento del cavo quando l'acqua è in grado di penetrare da un estremo non sigillato da un cappuccio a tenuta. Il criterio chiave di verifica specificato da Datwyler è che la diffusione dell'acqua nel cavo non dovrebbe superare i 3 metri nelle 24 ore.



Verifica dell'impermeabilità longitudinale secondo IEC 60794-1-2-F5, Metodi A e B.

Assenza di standard per l'impermeabilità laterale

Le specifiche di contratto spesso richiedono che i cavi ottici siano a tenuta d'acqua sia laterale che longitudinale. Finora, comunque, il parametro "impermeabilità laterale", che si riferisce alla penetrazione d'acqua o umidità in cavi intatti, non dispone di normative e, di conseguenza, di metodi di verifica attinenti. La ragione di questo è che c'è una scarsa probabilità di penetrazione d'acqua o umidità nell'intera struttura del cavo – per esempio, attraverso la guaina del cavo, i materiali assorbenti, i fasci di PE, i riempimenti in gel, la protezione primaria e la guaina della fibra. In più, la penetrazione d'acqua attraverso mezzi diversi è sempre un processo molto lento di diffusione. Il cavo dovrebbe essere verificato esponendolo all'azione dell'acqua per anni in condizioni definite, per ottenere qualche risultato significativo.

L'unica eccezione è il metodo F10 per cavi sommersi, che simula le condizioni che influenzano un cavo sul fondo del mare. Questo metodo è totalmente senza rapporti con le condizioni dei sistemi di canalizzazione cavi, dove la pressione dell'acqua è molto diversa.

Cavo universale per installazioni sotterranee?

I cavi da esterno con guaina HDPE (polietilene ad alta densità) sono particolarmente adatti per l'interramento diretto, per esempio negli ambienti umidi. Il materiale della guaina è altamente impermeabile e la tipica diffusione dal suolo alla guaina è minima.

Le guaine dei cavi "universali", invece, sono realizzate in polietilene contenente additivi minerali. Il PE è particolarmente combustibile, ma è esente da alogeni e non rilascia sostanze tossiche (corrosive) in caso di fuoco. Gli additivi migliorano il comportamento al fuoco di questi cavi, accrescendo le caratteristiche di ritardo della propagazione della fiamma, di bassa emissione di fumo e di autoestinguenza del materiale della guaina. La guaina FRNC/LSOH (ritardante la fiamma, non corrosiva, a bassa fumosità, priva di alogeni) è basata sul fatto che i cavi universali sono stati sviluppati principalmente con una visione del loro impiego all'interno degli edifici.

Gli additivi nella guaina accentuano la predisposizione alla diffusione dell'acqua, sebbene la penetrazione fino al nucleo della fibra è difficilmente dovuta alla struttura del cavo, principalmente a causa degli elementi espandibili nel cavo stesso. E, se l'acqua si propaga oltre il rivestimento esterno, deve ancora riuscire a penetrare la protezione primaria delle fibre, la cui efficacia è dimostrata dal test di invecchiamento all'idrogeno che segue la fase di produzione. Il danno a lungo termine alle fibre non può, comunque, essere escluso. Datwyler ha quindi deciso di omettere la dicitura "adatto per interrimento diretto" dalle specifiche tecniche dei suoi cavi ottici universali, denominati, appunto, "FO Universal".

Naturalmente si può installare un cavo di questo tipo in terreno asciutto, ma chi può garantire che il livello di umidità non cresca in futuro, e con esso il rischio di diffusione dell'acqua nel cavo?

L'installazione in tubazioni

Riguardo alla sicurezza, un cavo universale non dovrebbe mai essere installato in situazioni in cui ci potrebbe essere il rischio d'ingresso d'acqua in un condotto o tubazione e, quindi, di esposizione a lungo termine alla stessa. In questi casi, dovrebbe invece essere utilizzato un cavo da esterno con una guaina HDPE.

L'infiltrazione d'acqua può avvenire rapidamente

Nei Paesi dove i condotti principali sono costituiti da componenti prefabbricati in calcestruzzo – come la Svizzera, ma anche la Danimarca, la Finlandia, la Gran Bretagna e l'Italia – l'infiltrazione d'acqua può essere accompagnata da elevati valori di pH. Le guaine HDPE, qui, fungono da efficaci barriere. I cavi ottici da esterno "FO Outdoor" di Datwyler sono a tenuta

d'acqua longitudinale e, virtualmente, anche laterale, perché la combinazione di guaina HDPE, elementi espandibili e riempimento con gel offrono la miglior protezione possibile contro l'esposizione all'acqua.

I cavi "FO Outdoor" di Datwyler con rivestimenti intermedi in acciaio corrugato o in alluminio sono completamente resistenti all'acqua esterna, perché ermeticamente sigillati. Qualsiasi effetto negativo da umidità all'interno del cavo viene escluso dalla presenza di elementi espandibili e dal riempimento con gel. Comunque, per ovvie ragioni elettriche, l'installatore dovrebbe effettuare sempre la messa a terra quando installa cavi con rivestimento metallico.



I cavi ottici da esterno "FO Outdoor" di Datwyler sono "virtualmente a tenuta d'acqua laterale", grazie alla combinazione di guaina HDPE, elementi espandibili e riempimento con gel.

Testati per l'installazione in ambiente esterno

Al di là della non idoneità dei cavi universali all'interrimento diretto e all'installazione in tubazioni, si deve notare che tutti i cavi ottici "FO Universal" di Datwyler hanno superato i test per l'installazione in esterno. Questa verifica simula un invecchiamento accelerato e riproduce i danni che possono essere causati da luce solare, pioggia e rugiada. Durante la prova, i materiali sono esposti a cicli alternati di raggi UV e umidità a temperature controllate. L'azione della luce solare è simulata da speciali lampade UV fluorescenti, e l'impatto della rugiada e della pioggia tramite condensazione dell'umidità e/o acqua nebulizzata. In pochi giorni o settimane la prova riproduce i danni che si potrebbero verificare in mesi o anni di esposizione all'aperto.