



**LAVORI DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA
E REALIZZAZIONE DELLA
RETE METROPOLITANA (MAN)
IN FIBRA OTTICA NEL
COMUNE DI FERRARA**

***CAPITOLATO TECNICO
ALLEGATO 1
Specifiche tecniche***

Sommario

1. Introduzione	1
2. Prescrizioni costruttive e qualità dei materiali	2
3. Opere civili - scavi	3
3.1 Generalità	3
3.2 Scavo in minitrincea	5
3.3 Scavo tradizionale	8
3.4 Scavo no-dig	12
3.5 Ripristini delle pavimentazioni stradale	13
3.5.1 Scarificazione di spessore fino a 4 cm	14
3.5.2 Fornitura e posa in opera del manto di usura di spessore fino a 4 cm posato a mano	14
3.5.3 Fornitura e posa in opera del manto di usura di spessore fino a 4 cm posato a macchina	15
3.5.4 Fornitura e posa in opera di battuto di cemento	16
3.5.5 Fornitura e posa in opera di mattonelle di qualsiasi tipo	16
3.5.6 Fornitura e posa in opera di cubetti di porfido, basoli su letto di sabbia	16
3.5.7 Fornitura e posa in opera di cordoli in CLS vibrato	17
4. Opere civili – infrastrutture	18
4.1 Infrastrutture per la posa sotterranea – tubazioni e pozzetti	18
4.2 Tubazioni	18
4.2.1 Caratteristiche generali	18
4.2.2 Accessori – sistemi di giunzione	21
4.2.3 Posa	22
4.3 Pozzetti	24
4.3.1 Normative	24
4.3.2 Tipologie	24
4.3.3 Manufatti	25
4.3.4 Materiali	27
4.3.5 Chiusini	28
4.3.6 Posa	32

4.4	Infrastrutture per la posa in ambienti interni	34
4.4.1	Canale	34
4.4.2	Ingresso sede d'utente	35
4.5	Infrastrutture per il transito su ponti e viadotti	35
4.6	Infrastrutture esistenti	37
4.6.1	Illuminazione pubblica interrata	37
4.6.2	Illuminazione pubblica aerea	38
4.6.3	Canalizzazioni interrate esistenti	38
5	Portanti fisici – cavi a fibre ottiche	40
5.1	Generalità	40
5.2	Potenzialità e sigle identificative dei cavi ottici	40
5.3	Caratteristiche dei cavi ottici	42
5.3.1	Struttura dei cavi da 24 a 312 fibre ottiche	42
5.3.2	Struttura dei cavi da 8 a 12 fibre ottiche	45
5.3.3	Caratteristiche meccaniche	47
5.3.4	Caratteristiche dei cavi LSZH	47
5.4	Marcatura esterna dei cavi	47
5.5	Colorazione delle fibre e dei tubetti	48
5.6	Procedura di fornitura del cavo	49
5.6.1	Certificazione e documentazione di collaudo in fabbrica	49
5.6.2	Gestione della fase produttiva e tracciabilità	50
5.6.3	Accettazione - collaudo dei cavi ottici	50
6	Posa dei cavi a fibre ottiche	53
6.1	Generalità	53
6.2	Posa in tubazione	53
6.2.1	Posa manuale	54
6.2.2	Posa con argani	54
6.2.3	Posa con acqua (sistema floating) o aria in pressione (sistema blowing)	55
6.3	Posa in cunicolo	55
6.4	Sistemazione del cavo nei pozzetti	56
6.5	Posa aerea	56
6.6	Posa in ambienti interni	57
6.7	Etichettatura dei cavi e degli elementi protettivi	57

7. Giunzione dei cavi a fibre ottiche	59
7.1 Generalità	59
7.2 Tipologie di giunto	60
7.2.1 <i>Giunto Pot-Head</i>	60
7.2.2 <i>Giunto di linea e derivazione</i>	60
7.2.3 <i>Giunto di estrazione</i>	60
7.3 Muffole	61
7.3.1 <i>Caratteristiche costruttive e funzionali</i>	61
7.3.2 <i>Caratteristiche dei materiali</i>	64
7.3.3 <i>Siglatura</i>	64
7.3.4 <i>Kit di bloccaggio e attestazione dei cavi</i>	64
7.3.5 <i>Sistema di ancoraggio</i>	65
7.4 Giunzione delle fibre ottiche	65
7.5 Etichettatura dei giunti	66
7.5.1 <i>Giunti di linea e pot-head</i>	66
7.5.2 <i>Giunti di diramazione</i>	67
7.5.3 <i>Giunti di estrazione</i>	68
8. Terminazione dei cavi a fibre ottiche	70
8.1 Generalità	70
8.2 Armadi rack 19" a parete	72
8.2.1 <i>Caratteristiche tecniche</i>	72
8.2.2 <i>Norme di riferimento</i>	72
8.2.3 <i>Grado di protezione</i>	73
8.2.4 <i>Materiali</i>	73
8.3 Armadi rack 19" a terra	73
8.3.1 <i>Caratteristiche tecniche</i>	73
8.3.2 <i>Norme di riferimento</i>	74
8.3.3 <i>Grado di protezione</i>	74
8.3.4 <i>Materiali</i>	74
8.4 Patch panel MOC 19"	77
8.4.1 <i>Caratteristiche generali</i>	77
8.4.2 <i>Schede di giunzione</i>	78
8.5 Passacavi	79
8.6 Telai in tecnica N3	80
8.6.1 <i>Caratteristiche generali</i>	80
8.6.2 <i>Caratteristiche costruttive funzionali degli elementi modulari e dei componenti</i>	82
8.6.3 <i>Sistema di sfioccamento dei cavi</i>	86

8.6.4	Deve essere inoltre prevista una adeguata protezione delle fibre dei cavi dal punto di sfioccamento fino all'ingresso di ciascun sub-telaio di giunzione sia che si tratti di cavi multitubetti sia che si tratti di cavi scanalati. <i>Sistema di guida delle fibre ottiche</i>	86
8.6.5	<i>Principali caratteristiche dei materiali</i>	87
8.6.6	<i>Siglatura</i>	88
8.6.7	<i>Imballaggi</i>	88
8.7	Sub-telai di giunzione/terminazione in tecnica N3	89
8.7.1	<i>Caratteristiche funzionali generali</i>	89
8.7.2	<i>Caratteristiche costruttive e funzionali dei vassoi di giunzione/terminazione</i>	90
8.7.3	<i>Principali caratteristiche dei materiali</i>	92
8.7.4	<i>Siglatore</i>	92
8.7.5	<i>Imballaggi</i>	92
8.8	Borchia di terminazione sede d'utente	92
8.8.1	<i>Caratteristiche costruttive e funzionali</i>	92
8.8.2	<i>Configurazione di base della borchie</i>	92
8.8.3	<i>Configurazione fino a 16 fibre ottiche</i>	93
8.8.4	<i>Modulo di giunzione</i>	94
8.8.5	<i>Principali caratteristiche dei materiali</i>	95
8.8.6	<i>Siglatore</i>	96
8.8.7	<i>Imballaggi</i>	96
9	Certificazione della rete in fibra ottica	97
9.1	Generalità	97
9.2	Strumentazione e accessori	97
9.3	Fase 1: collaudo delle bobine di cavo ottico	98
9.4	Fase 2: analisi delle misure e certificazioni	99
9.4.1	<i>Effettuazione delle misure di certificazione</i>	99
9.4.2	<i>Materiale da consegnare alla Committente</i>	102
9.4.3	<i>Analisi delle misure da parte della Direzione Lavori</i>	102
9.5	Fase 3: collaudo dell'installato da parte della DL	104
9.5.1	<i>Ispezioni visive</i>	105
9.5.2	<i>Rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione</i>	106
9.5.3	<i>Misure a campione di attenuazione di sezione</i>	106
9.5.4	<i>Misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea</i>	106
9.5.5	<i>Rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole</i>	107
9.6	Schemi di misura per la certificazione	107
9.7	Modelli di reportistica per la certificazione	108

1. Introduzione

La presente specifica tecnica ha lo scopo di definire le caratteristiche costruttive, gli standard qualitativi e le modalità d'impiego dei materiali per la realizzazione della MAN (Metropolitan Area Network) della città di Ferrara.

2. Prescrizioni costruttive e qualità dei materiali

Le opere da eseguire con i relativi materiali dovranno rispondere perfettamente alle prescrizioni della presente specifica e alle caratteristiche riportate nelle seguenti descrizioni.

Tutti i materiali e componenti da utilizzare dovranno essere previsti con le tecnologie più avanzate ed i sistemi costruttivi più aggiornati. In particolare, tutti i materiali dovranno essere provvisti di marchio CE e protetti da idoneo imballo sia durante il trasporto che per il periodo di immagazzinamento, mentre a posa avvenuta l'Appaltatore sarà responsabile del mantenimento sino al previsto collaudo.

Gli imballi e/o le protezioni dovranno dare una garanzia assoluta contro gli agenti atmosferici ed in special modo contro le azioni meccaniche che li possano danneggiare.

3. Opere civili - scavi

3.1 Generalità

La realizzazione delle opere civili avviene nel rispetto delle Norme e dei Regolamenti vigenti e in coerenza con la progettazione esecutiva approvata dal Direttore dei Lavori.

Lungo il tracciato degli scavi devono essere accertate la presenza di sottoservizi esistenti e la natura del terreno, effettuando preventivamente verifiche presso gli Enti proprietari dei luoghi e i Gestori dei servizi, sopralluoghi, indagini del sottosuolo con tecniche di analisi non invasive, saggi.

Gli scavi in vicinanza di alberi e l'eventuale estirpazione di radici e siepi deve essere preventivamente autorizzata dall'Ente competente. Eventuali danni causati dalle attività realizzative sono totalmente ed esclusivamente a carico dell'Appaltatore. L'Impresa dovrà immediatamente informare il Direttore dei Lavori e l'Ente proprietario/Gestore dei guasti provocati o riscontrati agli impianti esistenti.

I mezzi utilizzati per le lavorazioni devono essere tali da non danneggiare, né durante il trasporto né durante l'esecuzione delle opere, il manto stradale.

L'Impresa esecutrice dei lavori deve cautelarsi affinché l'apertura degli scavi non danneggi fabbricati limitrofi o alberature; ogni eventuale danno rimarrà a totale carico e responsabilità dell'Impresa.

I materiali di risulta degli scavi che non siano destinati ad essere reimpiegati per rinterri devono essere immediatamente allontanati dal cantiere e trasportati a rifiuto in apposite discariche indicate dagli Enti Locali competenti. Deve essere assicurata invece la massima riutilizzabilità degli elementi derivanti dal disfacimento della pavimentazione; in particolare i materiali recuperabili e reimpiegabili come basoli, selci, cubetti di porfido o simili, devono essere accatastati a parte in modo da poter essere reimpiegati in fase di ripristino.

Indipendentemente dalla tecnica utilizzata, dovrà essere assicurato sempre il transito pedonale e veicolare e l'accesso alle proprietà private.

Le variazioni di tracciato e quota di posa delle infrastrutture rispetto la progettazione esecutiva che in casi eccezionali e preventivamente concordati con la Direzione Lavori dovesse essere necessario introdurre per cause di forza maggiore, devono essere riportate nella documentazione di as-built; in particolare, ogni deroga alle profondità di scavo e posa delle infrastrutture deve essere preventivamente autorizzata dalla D.L. e dall'Ente territorialmente competente per iscritto, l'autorizzazione dovrà essere successivamente allegata alla documentazione di as-built, in qualità di liberatoria.

Tutti documenti contenenti le richieste di autorizzazioni verso gli Enti competenti e/o soggetti privati dovranno riportare espressamente la liberatoria con la quale il proprietario dell'infrastruttura si impegna a rilasciare il diritto d'uso della tubazione e/o manufatto e di residenza dei cavi di proprietà della committenza.

3.2 Scavo in minitrincea

La tecnica della minitrincea viene utilizzata soprattutto nelle strade di pertinenza dei comuni (previa autorizzazione degli stessi), lungo piste ciclabili o marciapiedi; tale tecnica permette l'eliminazione dei tempi di attesa tra scavo, posa dei tubi e riempimento della trincea (tecnica tradizionale), fornendo inoltre una minima invasività dello scavo nella struttura del sottofondo stradale esistente che viene intaccata in misura minima senza comunque minarne le caratteristiche di durata e resistenza.

I vantaggi rispetto all'utilizzo di tecniche di posa tradizionale sono la rapidità di esecuzione, il minor costo dell'opera, la significativa riduzione dell'impatto ambientale producendo quantità estremamente ridotte di materiale di risulta da trasportare a discarica ed il limitato intralcio al traffico veicolare.

Per minitrincea si intende uno scavo, di larghezza 20 cm e profondità compresa tra i 45 e i 50 cm, da realizzare con opportune macchine fresatrici composite che permettono la contemporanea realizzazione dello scavo, la pulitura del solco, la posa dei tubi previsti nel documento di progetto ed il successivo riempimento dello scavo con calcestruzzo dosato a 2q.li/m³ additivato con ossido di ferro; il ripristino definitivo è eseguito, previa scarifica, per una larghezza di 60 cm.

Di seguito si elencano nel dettaglio le prestazioni previste:

- segnatura dei sottoservizi presenti sul percorso di scavo con richiesta alle Società di servizi interessate
- indagine georadar o radiodetection (se richiesta) sul tracciato interessato dagli scavi relativi all'infrastruttura, da allegare alla richiesta permessi all'Ente competente e alla documentazione di as-built
- taglio della pavimentazione con apposite macchine munite di disco-fresa in modo da ottimizzare le procedure relative all'allestimento del cassonetto e successiva stesura dell'asfalto. E' assolutamente da evitare la forma frastagliata ed irregolare del bordo scavo
- esecuzione dello scavo in terreno di qualsiasi natura alle larghezze ed alla profondità previste

- eventuale rimozione delle parti di pavimentazione lesionata a causa dell'attività di scavo, pulizia del fondo dello scavo
- posa di tubi del diametro e nelle quantità indicate nei singoli progetti definitivi
- fornitura e posa dei materiali di riempimento, secondo le prescrizioni
- fornitura e posa in opera del nastro segnalatore
- fornitura e posa in opera di adeguata protezione allo scavo in attesa di indurimento del riempimento per successivo ripristino della pavimentazione stradale
- carico, trasporto e scarico alle destinazioni finali dei materiali di risulta e degli altri materiali eventualmente non riutilizzabili per il reinterro
- esecuzione di ripristino definitivo come da sezione riportata in Figura 1. La lavorazione è comprensiva di (per maggiori dettagli si rimanda al par. 3.5):
 - scarifica di larghezza 60 cm
 - scarifica di profondità da 3 a 4 cm
 - fornitura e posa di emulsione bituminosa
 - ripristino del manto stradale per una larghezza di 60 cm o oltre
 - fornitura in opera del manto di usura fino a 4 cm di spessore per una larghezza di 60 cm
- sabbiatura su manto di usura

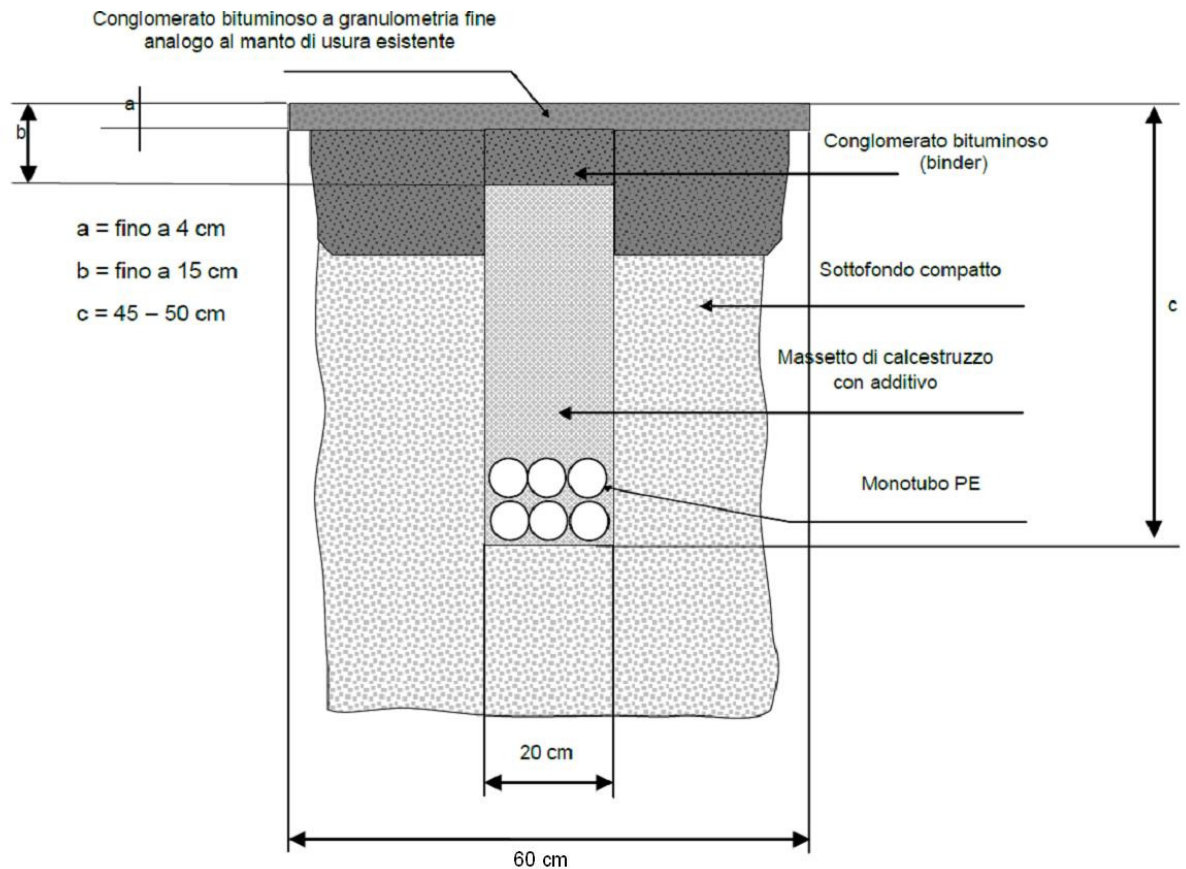


Figura 1: sezione tipo scavo in minitrincea

Il collegamento ad un manufatto quale pozzetto, maxipozzetto e cameretta esistenti deve essere realizzato mediante uno scavo di tipo tradizionale della lunghezza di circa 2 m, che consenta una discesa graduale di raccordo tra la minitrincea e i punti di accesso al manufatto (setti a frattura) nel rispetto del minimo raggio di curvatura dei tubi.

L'eventuale raccordo con una infrastruttura esistente a diversa profondità deve essere realizzato tramite un invito graduale per un tratto avente una lunghezza minima di 2 m.

3.3 Scavo tradizionale

La realizzazione di scavi deve essere preceduta da una attività di rilievo delle reti di eventuali sottoservizi ivi presenti (acqua, gas, fognature, energia, ecc.) al fine di definire il tracciato di posa più favorevole per l'installazione delle infrastrutture previste.

Gli scavi in tecnica tradizionale devono essere realizzati mediante appositi mezzi meccanici, salvo casi in cui l'imposizione da parte degli Enti interessati o particolari situazioni ne impongono l'esecuzione manuale. In relazione alle caratteristiche ambientali, alla stratigrafia del terreno e ai servizi presenti nel sottosuolo, la ditta Appaltatrice può eseguire gli scavi con i mezzi che ritiene più idonei.

Di norma, la larghezza dello scavo deve essere di 40 cm circa mentre la profondità varia da 110 cm su strada a 80 cm circa su marciapiedi, piste ciclabili e aree pedonali. Negli scavi su terreno sterrato la profondità sarà definita caso per caso e comunque previa prescrizione degli enti competenti. In tutti i casi la profondità dello scavo deve mantenersi il più possibile costante in modo da evitare bruschi cambi di pendenza.

Nei casi di scavo inferiore a 50 cm dall'estradosso, in presenza di piante aventi radici di notevoli dimensioni, nel sottopasso di servizi ad una distanza tale da non garantire la sicurezza dell'impianto, si richiede una protezione adeguata, quale un bauletto in cls a 180 kg/mc, cassette di ferro od altro.

La profondità di posa (piano di appoggio delle polifore longitudinalmente alla carreggiata stradale, compreso banchine pavimentate) deve essere comunque rispondente a quanto previsto dal Codice della Strada (D.L.vo 30.04.1992 - n. 285) e relativo Regolamento di Esecuzione e di Attuazione (DPR 16.12.1992 - n. 495) e successive modifiche ed integrazioni.

L'insieme dei tubi deve essere annegato in uno spessore di sabbia di fiume che non superi l'estradosso delle tubazioni per più di 10 cm.

A 30 cm dalla superficie, deve essere posato un nastro di segnalazione (logo-Lepida) dove sia indicata l'esistenza di cavi a fibre ottiche sopra la sezione di scavo destinata all'infrastruttura di telecomunicazione; ciò allo scopo di prevenire danni in opere di scavo successive da parte di altri utilizzatori del sottosuolo.

I reinterri devono essere eseguiti con idoneo materiale opportunamente costipato e bagnato a strati. Il riempimento degli scavi deve essere eseguito con le caratteristiche tecniche e nelle quantità indicate dai Proprietari/Gestori delle strade. Per le modalità di ripristino occorre fare riferimento alle prescrizioni dei Proprietari/Gestori delle strade, che devono comunque essere preventivamente accettate dalla Committente; in mancanza di prescrizioni, si farà riferimento alla sezione tipo riportata di seguito.

Qualora la sede di posa sia costituita da pavimentazione di pregio, il sottofondo stradale deve essere eseguito in conglomerato cementizio a q.li 2,5 di cemento tipo 325 e lisciato a cazzuola per la preparazione del piano di posa dei blocchetti. La ricostituzione di una pavimentazione in porfido prevede la disposizione dei cubetti, posti in opera su letto di sabbia grossa di spessore variabile a seconda delle dimensioni stesse dei cubetti, secondo il disegno geometrico pre-esistente. Normalmente i cubetti devono essere disposti ad archi contrastanti, le fughe tra cubetto e cubetto devono essere strette e parallele e comunque non superiori a cm. 1 e quelle di un arco successivo non devono mai corrispondere a quelle dell'arco precedente. Deve essere quindi disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe, dopodiché si deve procedere alla bagnatura e alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. La superficie pavimentata deve essere sigillata con boiaccia cementizia od emulsione bituminosa, quindi lavata con getto d'acqua a pioggia e ripulita mediante segatura.

Di seguito si elencano nel dettaglio le prestazioni previste:

- segnatura dei sottoservizi presenti sul percorso di scavo con richiesta alle Società di servizi interessate
- esecuzione di saggi di qualsiasi tipo
- disfacimento di pavimentazione di qualsiasi tipo per la larghezza necessaria all'esecuzione dei lavori; il taglio della pavimentazione deve essere realizzato mediante apposite macchine munite di disco-fresa in modo da ottimizzare le procedure relative all'allestimento del cassonetto e successiva stesura dell'asfalto; è assolutamente da evitare la forma frastagliata ed irregolare del bordo scavo

- scavo in terreno di qualsiasi natura di sezione e profondità determinata in base all'infrastruttura di posa da predisporre (tubo, tritubo, pozzetto, ecc.), ai sottoservizi eventualmente presenti nel sottosuolo e alla natura del terreno:
 - strada - 110 cm
 - marciapiede - 80 cm
 - pista ciclabile - 80 cm
 - area pedonale - 80 cm
 - terreno sterrato - indicativamente 50 cm, comunque da definire caso per caso
- reinterro dello scavo con materiale inerte e comunque nel rispetto dei disciplinari e/o delle prescrizioni degli Enti proprietari delle strade, delle Amministrazioni, degli Enti, dei Privati, ecc., garantendo il rifacimento della struttura preesistente
- fornitura e posa in opera del nastro segnalatore a 30 cm dal piano del calpestio
- ripristino con conglomerato bituminoso (laddove previsto) fino 80 cm o, qualora richiesto dall'ente competente, superiore
- qualora richiesto dall'ente competente, riempimento con malta cementizia autolivellante tipo Geomix
- cernita ed accatastamento ordinato di materiali reimpiegabili per il ripristino in aree debitamente recintate in prossimità dello scavo o allontanamento, custodia, ritrasporto in sito di detti materiali
- cernita e trasporto dei materiali di risulta non reimpiegabili da trasportare a discariche autorizzate
- adozione di mezzi e/o di personale necessari per regolare il traffico, assicurare la circolazione stradale, e gli accessi pedonali e carrabili
- estirpazione (se consentita) di siepi e di radici
- rimozione e rimessa in sito di paracarri, indicatori di limite e cartelli indicatori
- opere di rinforzo del terreno

- prosciugamento dello scavo da acque sia piovane che provenienti dal sottosuolo
- sostegni, rimozione, spostamento provvisorio e successivo ripristino di servizi rinvenuti nello scavo (fogne, fognoli, tubi, ecc.) compresa la fornitura dei materiali
- formazione del cassonetto
- sabbiatura su binder e manto di usura
- esecuzione di tratti di scavo poi abbandonati a causa della omessa o insufficiente esecuzione di saggi

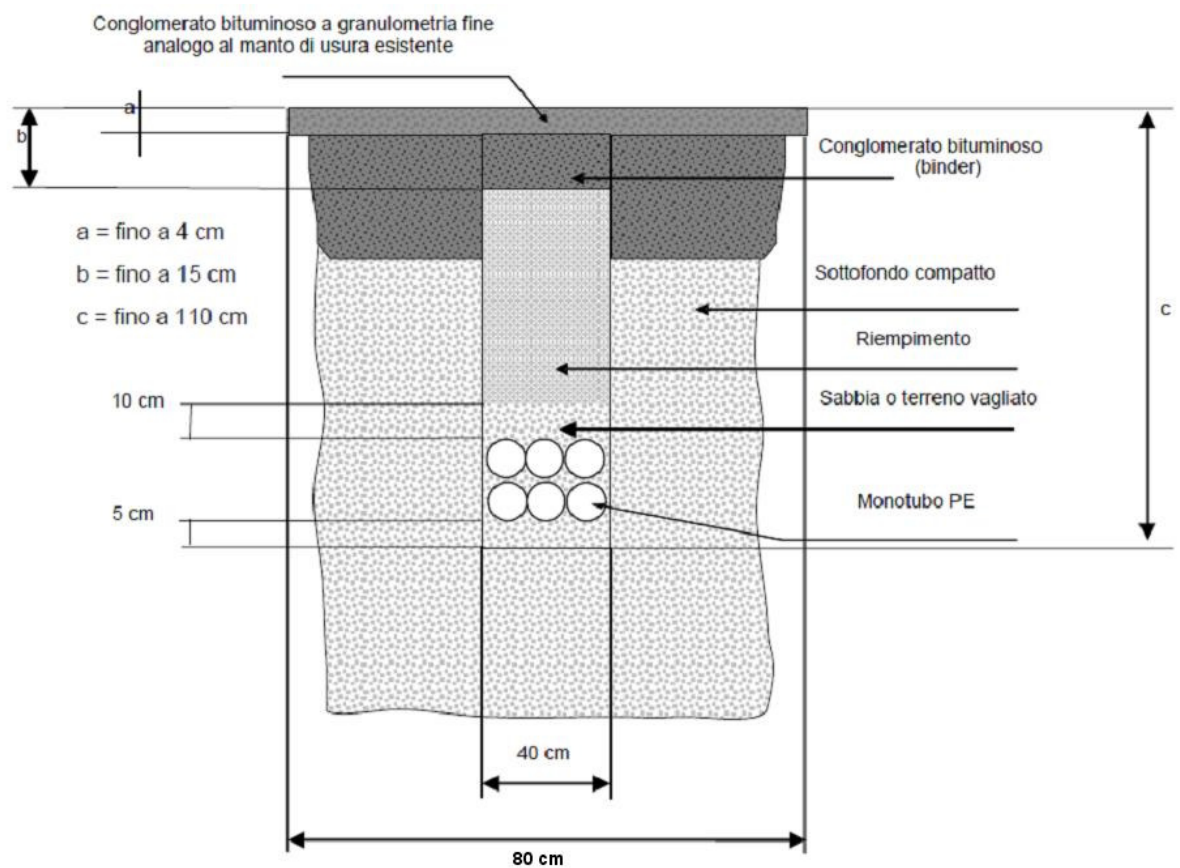


Figura 2 - sezione tipo scavo tradizionale

Per maggiori dettagli sui ripristini si rimanda al par. 3.5.

3.4 Scavo no-dig

Per scavo no-dig si intende una perforazione orizzontale teleguidata a cielo chiuso. Tale tecnica viene usata per l'esecuzione di attraversamenti stradali, attraversamenti ferroviari, attraversamento di fiumi o dove espressamente richiesto dalla Committente o prescritto dagli enti competenti, in alternativa ai normali scavi in trincea.

Il no-dig introduce significativi vantaggi operativi rispetto all'utilizzo di tecniche di scavo/posa tradizionali, legati in particolare ad un minore impatto ambientale: si ha infatti una riduzione sostanziale dei rifiuti generati (materiali di risulta), riduzione di emissione di gas inquinanti e dell'inquinamento acustico grazie alla maggiore rapidità di esecuzione delle opere ed al limitato intralcio al traffico veicolare.

E' indispensabile l'esecuzione dei rilievi della natura e lo stato del sottosuolo mediante l'ausilio di apparecchi Georadar. Le conseguenti analisi che certificano l'idoneità all'uso della tecnica del no-dig devono essere allegate alle richieste dei permessi all'Ente competente unitamente alla documentazione di as-built finale e provvisorio. Tutti gli oneri conseguenti, compreso quello relativo al trasporto del macchinario in loco, è da intendersi compreso nell'offerta dell'aggiudicatario per qualsivoglia lunghezza di sezione da realizzare.

Di seguito si elencano nel dettaglio le prestazioni:

- esecuzione di indagine georadar nella tratta interessata per il rilievo della natura del terreno, dei servizi longitudinali e trasversali esistenti nel sottosuolo e della profondità di essi
- progettazione della perforazione secondo le prescrizioni dell'Ente proprietario della strada
- posizionamento del cantiere e trasporto del macchinario

- esecuzione di carotaggi per il riconoscimento dei vari tipi di terreno e la misura di alcuni parametri meccanici
- disfacimento della pavimentazione per l'esecuzione delle buche (di qualsiasi larghezza) di partenza e di arrivo; il taglio della pavimentazione dovrà essere realizzato mediante l'uso di apposite macchine munite di disco-fresa in modo da ottimizzare le procedure relative all'allestimento del cassonetto e successiva stesura dell'asfalto. E' assolutamente da evitare la forma frastagliata ed irregolare del bordo scavo
- scavo, di qualsiasi larghezza, lunghezza e profondità, per l'esecuzione delle buche di partenza e di arrivo
- perforazione a qualsiasi profondità e posa di due tritubi o un monotubo ϕ 110 o superiore
- fornitura e posa del cordino di tiro
- fornitura e posa di tappi occorrenti per il bloccaggio delle estremità dei tubi
- trasporto del materiale non riutilizzabile alle discariche
- adozione di mezzi e/o di personale necessari per regolare il traffico, assicurare la circolazione stradale e pedonale
- cernita ed accatastamento ordinato in prossimità del luogo delle operazioni, in appositi spazi recintati, di materiali riutilizzabili per il ripristino o allontanamento, custodia e trasporto in sito di detti materiali
- ripristino della pavimentazione in corrispondenza delle buche di partenza e di arrivo, con le modalità riportate nei permessi rilasciati dall'Ente proprietario delle strade (per maggiori dettagli si rimanda al par. 3.5)

3.5 Ripristini delle pavimentazioni stradale

I ripristini delle pavimentazioni stradali (manti superficiali) devono essere eseguiti in modo da ricostruire le pavimentazioni con le caratteristiche tecniche

pre-esistenti (spessore, qualità e quantità dei materiali, ecc.), nel rispetto dei disciplinari e/o delle prescrizioni degli Enti proprietari delle strade (Amministrazioni, Enti, Privati, ecc.).

Tali prescrizioni devono comunque essere preventivamente accettate dalla Committente; in mancanza di prescrizioni, per gli scavi tradizionali si farà riferimento alla sezione tipo di Figura 2, ovvero ad una larghezza del ripristino definitivo di 80 cm.

Si precisa che l'offerta a corpo includerà:

- i costi di rifacimento dei manti superficiali comprendendo la posa e la fornitura a piè d'opera del materiale necessario per effettuare l'opera a regola d'arte e del ripristino delle verniciature di passaggi pedonali, piste ciclabili, segnaletica stradale, passi carrabili, ecc., con qualsiasi tecnica o materiale
- gli oneri e i compensi per l'occupazione temporanea del suolo pubblico e per i collaudi e/o certificazioni effettuati da terzi ad opere ultimate e richiesti dagli Enti proprietari secondo le modalità dell'Ente stesso, nonché la manutenzione anche in più tempi delle opere realizzate, secondo le normative riportate nel bando di gara e di legge vigenti in materia

3.5.1 *Scarificazione di spessore fino a 4 cm*

Prestazioni:

- scarificazione di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso eseguita con mezzi meccanici, compresa la raccolta del materiale utilizzabile o il suo trasporto alle discariche
- trasporto del materiale non riutilizzabile alle discariche

3.5.2 *Fornitura e posa in opera del manto di usura di spessore fino a 4 cm posato a mano*

Prestazioni:

- Fornitura in opera di manto di usura in conglomerato asphaltico di spessore 4 cm, costituito da inerti di granulometria simile

all'esistente e bitume puro in ragione del 5÷6% del peso degli inerti stessi, compresa la preventiva pulizia della sede stradale

- fornitura e spalmatura della superficie con emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 Kg per mq e successiva spalmatura
- cilindratura con rullo tandem da 6÷8 t, compresa la spruzzatura della superficie con emulsione bituminosa in ragione di 1 Kg per mq
- compattazione con mezzi idonei della superficie non accessibile ai rulli
- misura della pavimentazione costruita

3.5.3 *Fornitura e posa in opera del manto di usura di spessore fino a 4 cm posato a macchina*

Prestazioni:

- pulizia della superficie di posa e spandimento di emulsione bituminosa di ancoraggio in ragione di Kg 1 per mq di superficie da pavimentare
- fornitura di manto di usura in conglomerato bituminoso di spessore fino a 4 cm, formato da inerti di granulometria continua (diametro degli aggregati litici compreso fra mm 0,1 e mm 8) proveniente sia da cave fluviali, sia da frantumazione di rocce, da correggersi con l'eventuale aggiunta di inerti per il raggiungimento della granulometria desiderata. Detto miscuglio, dopo perfetto essiccamento e riscaldamento a temperatura compresa fra i 120 e i 160 gradi centigradi, deve essere impastato con bitume puro alla temperatura di 150-170 gradi centigradi nelle proporzioni del 5-7% in peso del miscuglio secco. L'impasto deve eseguirsi con l'uso di apposite macchine
- stesura in opera su superficie già predisposta mediante idonee macchine stenditrici finitrici in strati da cilindrare con rulli compressori fino al perfetto costipamento ed alla chiusura dei singoli strati ottenendo lo spessore desiderato
- misura della pavimentazione costruita

3.5.4 *Fornitura e posa in opera di battuto di cemento*

Prestazioni:

- preparazione del piano di posa
- spessore da 10 a 15 cm
- posa in opera di malta cementizia dosata a q.li 2,5 di cemento tipo 325 per mc di sabbia
- lisciatura previo spolvero di cemento
- eventuale rigatura o bocciardatura

3.5.5 *Fornitura e posa in opera di mattonelle di qualsiasi tipo*

Prestazioni:

- preparazione del piano di posa
- posa in opera di mattonelle di cemento e/o mattonelle di asfalto naturale compresso e/o grès, allettate con malta di sabbia e cemento dosata a q.li 3,5 di cemento tipo 325 per mc di sabbia
- sigillatura dei giunti con boiacca di cemento di opportuno colore per esecuzione del lavoro a regola d'arte

3.5.6 *Fornitura e posa in opera di cubetti di porfido, basoli su letto di sabbia*

Prestazioni:

- preparazione del piano di posa
- posa di sabbia con eventuale aggiunta di cemento per la posa a secco dei cubetti/basoli
- posa in opera dei cubetti riutilizzabili e di quelli di nuova fornitura con le medesime caratteristiche cromatiche e dimensionali di quelle già in opera
- sigillatura dei giunti dei cubetti/basoli mediante scarnitura dei giunti, bitumatura a freddo con emulsione bituminosa al titolo minimo del 50% in ragione di 2 Kg/mq e sabbia, successivo spandimento di sabbione

- sigillatura dei giunti dei cubetti/basoli effettuata a caldo mediante scarnitura dei giunti, bitumatura a caldo con bitume previa cottura con aggiunta di sabbia pozzolanica, ossidante e cemento pozzolanico con successivo spandimento di sabbione

3.5.7 *Fornitura e posa in opera di cordoli in CLS vibrato*

Prestazioni:

- preparazione del piano di posa
- posa di malta di sabbia e cemento, dello spessore di cm 10, dosata a q.li 3,5 di cemento tipo 325 per mc di sabbia per l'allettamento dei cordoli
- posa in opera senza rilavorazione dei cordoli in calcestruzzo vibrato riutilizzabili e di quelli di nuova fornitura con le medesime caratteristiche cromatiche e dimensionali di quelle già in opera

4. Opere civili – infrastrutture

4.1 Infrastrutture per la posa sotterranea – tubazioni e pozzetti

Le tubazioni di una rete di telecomunicazioni hanno lo scopo di proteggere i cavi sia al momento della posa che durante l'esercizio della rete. I tubi possono essere dotati sulla superficie interna di rigature longitudinali equidistanti, aventi lo scopo di agevolare la posa del cavo o di eventuali sotto tubazioni, riducendo la superficie di contatto e quindi l'attrito tra cavo e tubazione. La struttura dei tubi consente l'impiego di appositi accessori quali: manicotti di giunzione tra le varie pezzature di tubo, tappi di chiusura che impediscono l'ingresso di materiale o liquidi non idonei, sellette utilizzate per consentire un corretto posizionamento delle tubazioni in corso d'opera.

I pozzetti sono utilizzati per assicurare un adeguato spazio per effettuare la giunzione dei cavi, facilitarne le operazioni di posa dei cavi, ospitare i moduli di giunzione, consentire la tempestiva e agevole manutenzione dei cavi.

4.2 Tubazioni

4.2.1 Caratteristiche generali

L'infrastruttura per la posa dei cavi può essere costituita da un pacco di tubi singoli lisci (monotubi), da tritubi o da monotubi corrugati; di seguito con la dicitura "tubo" si intenderà indifferentemente monotubo/tritubo di tipo liscio o corrugato.

I tubi da fornire devono essere conformi agli standard vigenti (CEI EN-50086-2-1 per i tubi rigidi; CEI EN-50086-2-4/A1 per i tubi corrugati) in termini di prove a cui devono essere sottoposti, tra le quali si sottolinea la resistenza alla compressione, la resistenza all'urto, la temperatura minima e la temperatura massima di applicazione permanente e di installazione. Si rimanda pertanto a tali norme per tutti i dettagli del caso.

Nelle tabelle che seguono si forniscono le dimensioni in sezione dei tubi previsti.

Tipo	Diametro Esterno A [mm]	Diametro Interno B [mm]	Spessore Tubo [mm]	Larghezza Totale C [mm]	Peso Minimo [g/m]	Lunghezza delle Bobine [m]
Monotubo	40	34 +0,5 -0	3 +/- 0,3	40 +1,1 -0,6		100/500 +0,6/-0
Monotubo	50	44 +0,5 -0	3 +/- 0,3	50 +1,1 -0,6	390	100/300 +0,6/-0
Tritubo	50	44 +0,5 -0	3 +/- 0,3	156 +4,3 - 2,8	1160	350 +0,6/-0

Tabella 1 – monotubi e tritubi PN12,5

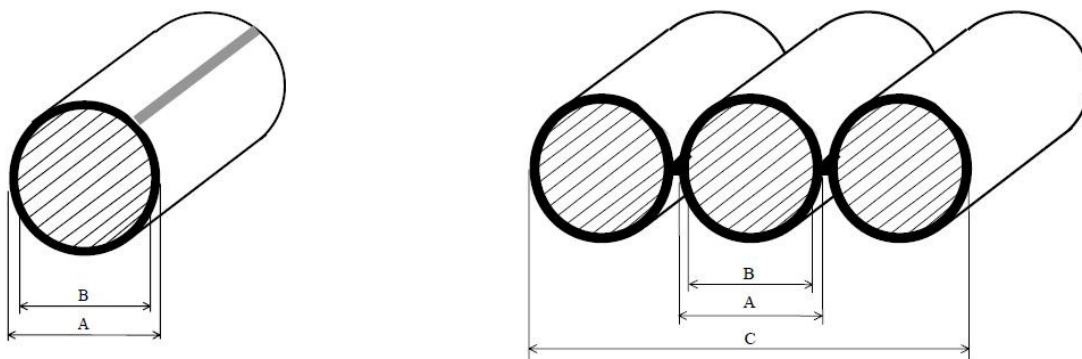


Figura 3 – sezione di monotubo e tritubo

Tipo	Diametro Esterno A [mm]	Diametro Interno B [mm]	Spessore Tubo [mm]	Peso Minimo [g/m]	Lunghezza (in matasse)
Monotubo	50	37 ± 1	6,5 ± 0,5	255	25/50 +1,5/-0
Monotubo	63	50 ± 1	6,5 ± 0,5	320	25/50 +1,5/-0
Monotubo	125	110,8 ±1	7,1 ± 0,5	820	25 +0,6/-0
Monotubo	140	124 ±1	8,0 ± 0,5		25 +0,6/-0
Monotubo	160	141,8 ±1	9,1 ± 0,5		25 +0,6/-0

Tabella 2 – monotubi corrugati

I tubi devono essere conformi a quanto riportato nella presente specifica tecnica. Più precisamente, l'Appaltatore deve fare riferimento e tenere conto delle quantità e modalità operative riportate puntualmente nei computi metrici e in ogni caso seguendo le indicazioni della D.L. anche in termini di richieste di materiali con caratteristiche costruttive non riportate in questo documento e senza che l'appaltatore possa avanzare richieste di nessun genere.

I tubi devono essere forniti in bobine di lunghezza standard, opportunamente identificati, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e le eventuali verifiche. Le estremità delle bobine di monotubo o tritubo devono essere chiuse con tappi o con altro sistema idoneo ad evitare l'ingresso di acqua o corpi estranei nei periodi di stoccaggio. Il Comune o l'ente individuato dallo stesso si riserva di effettuare controlli e/o ispezioni nelle aree di stoccaggio per verificare la corretta conservazione delle bobine.

I tubi devono essere forniti privi di difetti quali bolle, bruciature, cavità, lacerazioni, deformazioni, ammanchi di materiale, inclusioni d'aria, grinze, screpolature, lesioni e di quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

I monotubi ed i tritubi lisci devono essere ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE). Le mescole dei monotubi e dei tritubi devono essere caricate con opportune pigmentazioni che dovranno essere distribuite uniformemente nella massa polimerica. Le pigmentazioni dovranno essere concordate per iscritto con la D.L.

I monotubi corrugati devono essere realizzati per estrusione con materiale plastico e deve essere costituita da una guaina esterna corrugata e da una guaina interna liscia, che deve avere un'ondulazione massima di ampiezza $\leq 3\%$ del diametro nominale del tubo. All'interno della struttura deve essere posizionato un cordino di materiale dielettrico per facilitare l'inserimento di una fune per il tiro del cavo.

La struttura del tubo corrugato deve consentire l'impiego degli appositi accessori (manicotti di giunzione, sellette, tappi, ecc.) per la predisposizione delle infrastrutture di posa. La guaina esterna corrugata deve essere realizzata in polietilene alta densità (HDPE); la guaina interna liscia deve essere realizzata in polietilene bassa densità (LDPE) oppure in polietilene alta densità (HDPE). Il polietilene della guaina esterna e della guaina interna del tubo corrugato deve essere di colore blu, RAL 5002.

4.2.2 Accessori – sistemi di giunzione

I sistemi di giunzione per monotubi e tritubi hanno la funzione di unire ermeticamente i monotubi e i tritubi aventi i diametri esterni sopra specificati.

I sistemi di giunzione devono:

- essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 6 atmosfere
- garantire, tramite accessori concentrici, il perfetto allineamento dei tubi (il massimo disallineamento è pari alle tolleranze dei tubi stessi)
- evitare l'allontanamento tra i due tubi giuntati
- garantire che la luce interna dei tubi da giuntare non subisca una riduzione superiore al 6%
- non richiedere interventi di manutenzione

I sistemi di giunzione per tubi corrugati sono costituiti da due semigusci autobloccanti sulle superfici esterne del corrugato e da una calza in gomma

morbida che si interpone tra la superficie esterna corrugata del tubo e la superficie interna dei semigusci.

4.2.3 Posa

Negli scavi a cielo aperto, il fondo dello scavo deve presentare un piano di appoggio regolare e privo di sassi o spuntoni; per la posa dei tubi deve essere predisposto un letto di sabbia o altro materiale inerte a granulometria fine, di spessore 5 cm.

Prima della posa sul fondo dello scavo le teste dei tubi devono essere chiuse, in modo che sia impedito l'ingresso accidentale di liquidi o qualsiasi materiale solido.

Al fine di mantenere unito il pacco tubi, devono essere posate ogni 1,5 metri appositi supporti plastici (sellette). I tubi, all'ingresso dei pozzetti, devono mantenere lo stesso ordine e posizione che hanno lungo lo scavo. A tal scopo dovrà essere posata una selletta il più vicino possibile al setto di ingresso del pozzetto.

La posa dei tubi deve essere eseguita, fra pozzetto e pozzetto, con andamento il più possibile rettilineo e limitando al necessario i punti di giunzione; prima del rinterro devono essere corretti gli eventuali serpeggiamenti che possono verificarsi durante la fase di posa.

I tubi devono essere ricoperti per uno spessore di almeno 10 cm con sabbia o altro materiale a granulometria fine.

Al fine di evitare giunti tra tubi negli attraversamenti, nei casi in cui è necessario effettuare gli scavi per metà carreggiata alla volta, occorre predisporre i tubi per tutta la lunghezza della tratta prevista, avendo cura di posarli nella prima metà dello scavo per poi arrotolarli su se stessi al di fuori della trincea e, quindi, distenderli nella rimanente parte dello scavo.

La giunzione dei tubi deve essere effettuata dopo aver avuto la certezza che il tubo abbia raggiunto, nella sua sede, la configurazione definitiva e in modo da evitare gradini, sbavature, disassamenti, ecc., che aumenterebbero le difficoltà al successivo tiro dei cavi.

La giunzione dei monotubi lisci da 40 e 50 mm e dei tritubi, al fine di consentire tecniche di posa alternative, deve essere realizzata con dispositivi

di giunzione che garantiscono la tenuta pneumatica. E' fatto espresso divieto all'utilizzo di guaine termo-restringenti.

La giunzione dei tubi corrugati è eseguita utilizzando gli appositi manicotti autobloccanti. Non è consentita la giunzione tra tubi lisci e tubi corrugati, pertanto, il cambiamento di infrastruttura di posa da tubo/i corrugato/i a tubo/i liscio/i dovrà avvenire previa interposizione di un pozzetto.

Quando si renda necessario per proteggere l'infrastruttura interrata si predisporrà un bauletto di calcestruzzo, costituito da cemento dosato a 180Kg/m³, di almeno 10 cm di spessore; in alternativa al bauletto, si utilizzeranno canalette in ferro zincato, opportunamente dimensionate e disposte in funzione della dimensione del pacco tubi.

Di seguito si elencano nel dettaglio le prestazioni previste:

- preparazione della sede di posa (fondo dello scavo)
- posa delle infrastrutture previste in progetto
 - tritubo in PEHD (di tipo PN12,5) - ϕ 50
 - monotubo liscio PEHD (di tipo PN12,5) – fino a ϕ 63
 - monotubo corrugato in PE a doppia parete – ϕ 63
 - monotubo corrugato in PE a doppia parete – da ϕ 64 a ϕ 125
- giunzione dei tubi o dei tritubi mediante appositi accessori
- assemblaggio dei tubi o tritubi mediante sellette (ogni 1,5 m per i corrugati e ogni 8 m per i tritubi) in formazione di pacco tubi in trincea
- bloccaggio del tritubo all'interno delle canalette mediante appositi accessori
- fornitura e posa dei cordini di tiro
- fornitura e posa dei tappi ad espansione o di altri idonei accessori, occorrenti per il bloccaggio delle estremità dei tubi e per l'ancoraggio dei fili di tiro predisposti nei tubi

4.3 Pozzetti

4.3.1 Normative

Sia la progettazione che la realizzazione dei manufatti dovranno avvenire nel pieno rispetto sia delle prescrizioni tecniche contenute nella presente Specifica che di tutte le vigenti normative in materia:

- Legge n.1086, 5 Novembre 1971
- D.M. Agosto 1980: Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali
- D.M. 3 Dicembre 1987: Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- D.M. 11 Marzo 1988: Progetto fondazioni
- Circolare esplicativa Ministero LL.PP. n.31104 del 16.03.1989
- D.M. 4 Maggio 1990: Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e collaudo dei ponti stradali
- D.M. LL.PP. 14 Febbraio 1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circolare 24.06.1993 n.37406/STC – Legge 5.11.1971 n.1086
- D.M. LL.PP. 09 e 16 Gennaio 1996

4.3.2 Tipologie

E' previsto l'utilizzo delle seguenti diverse tipologie di pozzetto:

- pozzetto per ingresso alle sedi di utenza [48 x 48 cm]: in corrispondenza dell'edificio sede d'utente per la manovrabilità del cavo di rilegamento. L'ingresso vero e proprio tra tale pozzetto e la sede deve essere valutato di volta in volta e solo in fase di allacciamento della sede alla dorsale ottica; qualora lo spazio in

prossimità di una sede sia limitato, è opportuno far coincidere il pozzetto di ingresso alla sede con il pozzetto dedicato allo spillamento delle fibre ottiche; in tali casi non è quindi richiesta la posa del pozzetto di ingresso alla sede

- pozzetto su impianto della pubblica illuminazione [60 x 60 cm]: in corrispondenza di tratte della pubblica illuminazione particolarmente lunghe (dell'ordine di 100 m) per facilitare la successiva posa del cavo
- pozzetto rompitratte [90 x 70 cm]: in corrispondenza di tratte particolarmente lunghe per facilitare la successiva posa del cavo ottico
- pozzetto per cambio direzione [125 x 80 cm]: in corrispondenza di ogni cambio di direzione per consentire un successivo alloggiamento di scorte di cavo ottico (in previsione di future giunzioni e/o spillamenti) e comunque per consentire un'agevole curvatura del cavo stesso
- pozzetto per spillamenti o linea/diramazione [125 x 80 cm]: in corrispondenza delle sedi da collegare (o comunque in posizione baricentrica rispetto ad un certo numero di sedi vicine da collegare) e in corrispondenza dei giunti di linea/diramazione

4.3.3 *Manufatti*

I pozzetti devono essere realizzati con manufatti in calcestruzzo e devono essere equipaggiati con un coperchio in ghisa, provvisto di chiusure con chiavi di sicurezza

In particolare, il pozzetto 125x80 deve essere costituito da:

1. elemento base a pianta rettangolare (dim. esterno 145x100, dim. interno 125x80, altezza 53 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e due per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi

2. elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10, 20 o 40 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi
3. anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino

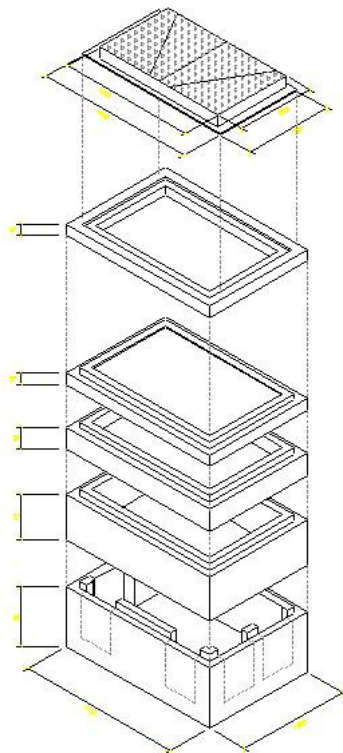


Figura 4 – pozzetto 125x80: manufatti

Il pozzetto 90x70 deve essere costituito da:

1. elemento base a pianta rettangolare (dim. esterno 108x88, dim. interno 90x70, altezza 37,5 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e uno per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo

superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi

2. elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10 o 20 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi
3. anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino

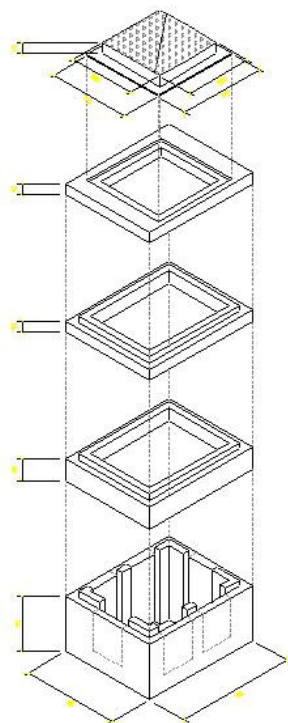


Figura 5 - pozzetto 90x70: manufatti

4.3.4 Materiali

Il costruttore deve dichiarare tutti i materiali impiegati nonché il tipo di processo produttivo adottato per la realizzazione del prodotto descritto nella

presente Specifica Tecnica; in particolare, nella realizzazione del manufatto si devono assumere, relativamente alle caratteristiche dei materiali impiegati, i seguenti valori:

- calcestruzzo Rbk non inferiore a 300 Kg/m³
- ferro d'armatura tipo FeB44K (UNI 6407-69, UNI EU 60) controllato in stabilimento

Ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento attestante i risultati di tutte prove a cui i materiali devono essere sottoposti sulla base di quanto prescritto dalle normative vigenti in materia e a cui si rimanda per maggiori dettagli (in particolare, D.M. 3 dicembre 1987 e dal D.M. LL.PP 09 e 16 Gennaio 1996 e successivi aggiornamenti).

I manufatti devono essere sottoposti a prove di carico statico; anche in questo caso, ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento che descriva la procedura utilizzata e i criteri di valutazione impiegati nell'esecuzione della prova di carico e se ne verificherà la conformità con la norma vigente.

4.3.5 Chiusini

I chiusini dei pozzetti 125x80 e 90x70 devono essere costruiti nel rispetto della norma UNI EN 124.

Tale norma (a cui l'Appaltatore deve scrupolosamente attenersi) raccomanda di classificare la posizione di posa del chiusino in funzione dell'utilizzo, del tipo di traffico, della zona di ubicazione e del carico in kN che deve supportare; nella seguente tabella si definiscono i gruppi di aree e le caratteristiche di appartenenza.

Gruppo	Zona	Classe	Carico
1	Pedoni e ciclisti	A 15	15 kN
2	Marciapiedi, zone pedonali e parcheggi	B 125	125 kN
3	Banchine stradali, cunette laterali a carreggiata e marciapiedi	C 250	250 kN
4	Vie di circolazione	D 400	400 kN
5	Vie di circolazione sottoposte a carichi elevati	E 600	600 kN

6	Zone speciali (es. aeroporti)	F 900	900 kN
---	-------------------------------	-------	--------

Tabella 3 – norma UNI EN 124: carichi in funzione delle aree

I chiusini devono essere realizzati in ghisa sferoidale (norma ISO 1083) e devono essere così costruiti:

- semicoperti di forma triangolare in grado di garantire l'appoggio al telaio in solo tre punti, incernierati con apertura minima a 100° e che già a circa 90° assumono la posizione di sicurezza (bloccaggio automatico)
- possibilità di rimozione completa di ogni semicoperto senza operazioni di smontaggio delle cerniere
- sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge n. 626 inerente al movimentazione dei carichi)

La superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da consentire il completo deflusso delle acque di scorrimento.

I chiusini per pozzetti 125x80 devono essere costituiti da 4 semicoperchi, mentre i chiusini per pozzetti 90x70 devono essere costituiti da 2 o 3 semicoperchi. La massa dei chiusini per unità di superficie non deve essere superiore a 375 kg/m².

Sui chiusini devono essere ricavate le seguenti indicazioni:

- logo LEPIDA SPA – Regione Emilia Romagna
- nome e/o marchio di identificazione del fornitore
- anno di costruzione (ultime cifre)
- numero del lotto di fonderia (sotto il coperchio)

- scritta "EN 124"
- la classe appropriata (es. D400)
- marchio di un ente di certificazione

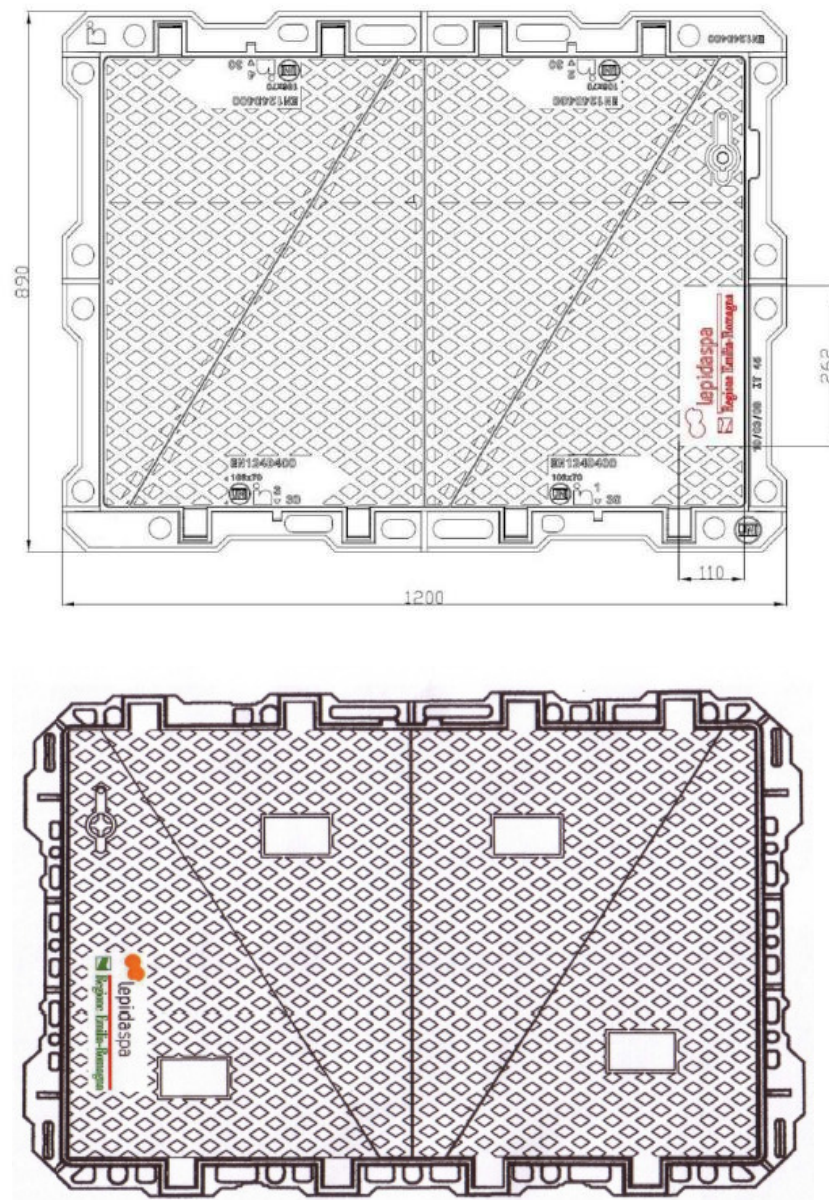


Figura 6 – pozzetto 125x80: chiusini

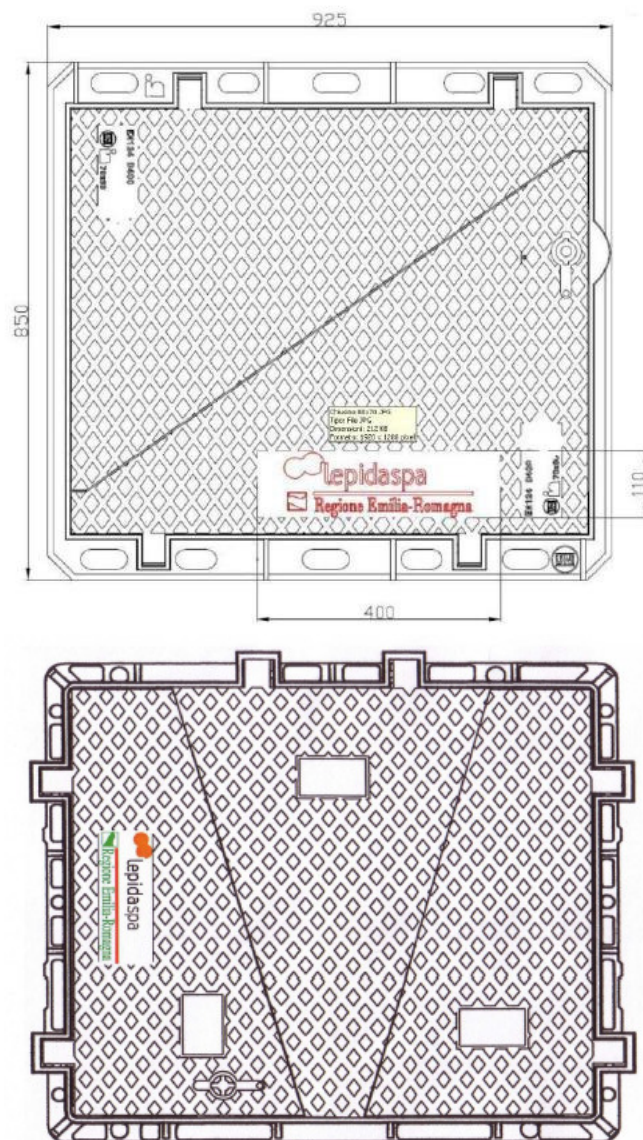


Figura 7 – pozzetto 90x70: chiusini

Il logo deve avere le seguenti caratteristiche e dimensioni:

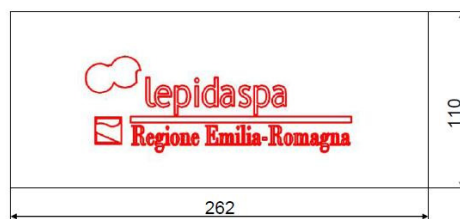


Figura 8 – logo

Sui telai devono essere ricavate le seguenti indicazioni:

- nome e/o marchio di identificazione del fornitore
- anno di costruzione (ultime cifre)
- numero del lotto di fonderia posto sulla faccia interna sottostante al bordo di appoggio del coperchio
- scritta "EN 124"
- la classe appropriata (es. D400)
- marchio di un ente di certificazione

Anche in questo caso, ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento attestante i risultati di tutte le prove sui materiali e sui carichi statici, come previsto dalla normativa in materia (rispettivamente ISO 1083 e UNI EN 124).

4.3.6 Posa

Salvo esigenze di ordine tecnico o disposizioni degli Enti proprietari delle strade, i pozzetti devono essere affioranti, tali cioè che il cui chiusino dopo il ripristino deve risultare a livello con la pavimentazione stradale. Dove l'installazione di pozzetti affioranti non è possibile possono essere utilizzati pozzetti interrati. Per consentire l'individuazione devono essere utilizzate delle bobine rivelatrici a risonanza (Marker), installate esternamente al lato corto

del pozzetto, ad una profondità non maggiore di 80 cm dal piano stradale. Per il reinterro e il ripristino si dovrà fare riferimento alle prescrizioni descritte nei relativi paragrafi.

I pozzetti devono essere posizionati sull'asse rettilineo dello scavo in modo da consentire un'ottimale accesso dei tubi in entrata e in uscita: il pacco tubi deve entrare e uscire dalle pareti più corte, solo in caso di cambio di direzione della dorsale il pacco tubi potrà uscire dal lato lungo del pozzetto.

La posizione del pozzetto deve essere tale da consentirne l'accesso ottimale, ovvero limitando al massimo sospensioni e/o intralci alla circolazione stradale; in ogni caso devono essere posizionati in modo da escludere interferenze con i sottoservizi esistenti.

Gli elementi che costituiscono il generico pozzetto devono essere dotati di ganci, di boccole o di fori per consentire le operazioni di sollevamento e di movimentazione dei singoli manufatti. Tali ganci o boccole possono essere di tipo normalizzato esistente in commercio e regolarmente certificati; la relativa certificazione deve essere allegata alla documentazione in possesso dell'azienda fornitrice.

Di seguito si elencano nel dettaglio le prestazioni previste:

- verifica operativa dello stato del sottosuolo e dei sottoservizi presenti, per la scelta del posizionamento del pozzetto
- disfacimento di pavimentazione di qualsiasi tipo per la superficie necessaria all'esecuzione dei lavori, con l'impiego ove possibile di idonei mezzi meccanici (fresa, disco troncatore) per la minimizzazione del disfacimento
- scavo in terreno di qualsiasi natura di sezione e profondità determinata in base al pozzetto da installare; le pareti dello scavo devono essere il più possibile verticali e la profondità essere tale che, una volta posato il pozzetto, i fori d'ingresso risultino allineati con i tubi e il chiusino sia a livello con la pavimentazione stradale
- preparazione piano di appoggio della base del pozzetto
- trasporto del materiale di risulta alle discariche

- posa dei materiali (base, anelli di sopralzo, soletta, chiusino) a piè d'opera
- rottura setti a frattura
- infilaggio tubi e loro bloccaggio con malta cementizia
- sigillatura con malta cementizia degli elementi (base, anelli di sopralzo, soletta porta-chiusino)
- rinterro dello scavo nel rispetto dei disciplinari e/o delle prescrizioni degli Enti proprietari delle strade, delle Amministrazioni, degli Enti, dei Privati, ecc., o comunque con materiale inerte

4.4 Infrastrutture per la posa in ambienti interni

4.4.1 Canale

All'interno delle sedi da servire può essere necessario installare delle nuove infrastrutture di protezione dei cavi ottici. A seconda dei casi, possono essere utilizzate:

- canale in acciaio metallico zincato (all'interno di controsoffitti, cavidotti verticali e locali tecnici)
- canale in PVC (lungo i corridoi a vista privi di controsoffitto e dentro luoghi comunque normalmente frequentati)
- monotubi in acciaio zincato (all'interno di cavidotti verticali, come raccordo tra canale in acciaio metallico zincato, oppure all'interno di locali tecnici)

Tutte le infrastrutture metalliche devono essere messe a terra secondo le normative vigenti. Nel caso vengono attraversate delle compartimentazioni

antincendio, occorre provvedere al ripristino del relativo isolamento, secondo le normative vigenti.

4.4.2 *Ingresso sede d'utente*

Per l'ingresso dei portanti fisici dentro le sedi d'utente, sono previste opere murarie comprendenti la perforazione di parete perimetrale dell'edificio, il ripristino del foro, il rifacimento dell'intonaco e la successiva tinteggiatura. È compresa la fornitura e posa di scatola di protezione del foro e cablaggio.

4.5 *Infrastrutture per il transito su ponti e viadotti*

In caso di transito su ponti o viadotti, il cavo a fibre ottiche deve essere collocato all'interno di canaletta in vetroresina (VTR) di opportuna dimensione oppure, in casi particolari, in canaletta in ferro zincato di opportuna dimensione.

La soluzione impiantistica deve essere concordata con l'Ente competente. In ogni caso, le canalette devono essere ancorate, mediante tasselli ad espansione, lateralmente alla struttura del viadotto/ponte utilizzando appositi accessori costituiti da mensole e staffe in ferro zincato per canalette, con un interasse di fissaggio ogni metro.

La canaletta deve essere poi sottoequipaggiata con un tritubo o monotubo di opportune dimensioni per contenere il cavo a fibre ottiche.

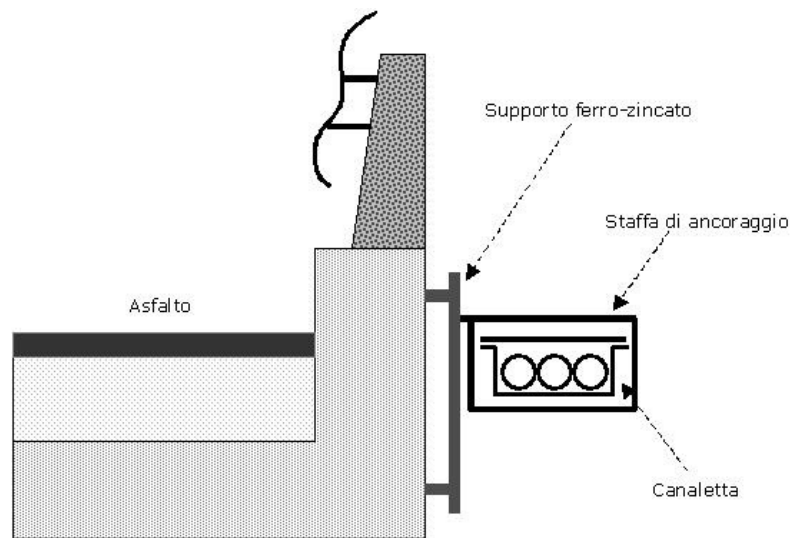


Figura 9 – infrastrutture per attraversamento di ponti/viadotti

4.6 Infrastrutture esistenti

4.6.1 *Illuminazione pubblica interrata*

L'utilizzabilità delle canalizzazioni esistenti della pubblica illuminazione per la posa di cavi ottici deve essere preceduta da una attività di bonifica, ovvero di ispezione e pulizia delle tubazioni e dei pozzetti da eventuale terriccio o altro materiale accumulatosi nel tempo.

La fase successiva è la ricerca e messa in quota dei pozzetti interrati. Ciò comporta la rimozione dei detriti e materiali terrosi presenti, il rialzamento dei pozzetti eseguito con laterizi e malta cementizia, compreso lo scavo, il riempimento e il ripristino delle superfici, la fornitura e posa in opera di telaio, controtelaio e chiusino in ghisa di tipo carrabile.

Laddove la tubazione della rete della pubblica illuminazione presenta un'interruzione o un'ostruzione, si deve realizzare uno scavo mirato e installare, nel tratto interessato, un monotubo corrugato a doppia parete dello stesso diametro di quello preesistente per garantire la continuità fisica dello stesso. Il successivo ripristino dello scavo deve essere realizzato con stabilizzato cementizio o frantoio assestato con getti d'acqua, fino alla quota che consente il ripristino della pavimentazione preesistente. Il successivo rifacimento della pavimentazione deve essere eseguito secondo le modalità preesistenti.

Qualora, durante le opere di adattamento delle canalizzazioni esistenti, dovessero verificarsi dei danni all'impianto della pubblica illuminazione (sia per quanto riguarda la parte infrastrutturale che le linee elettriche di alimentazione e le apparecchiature installate all'interno dei corpi illuminanti e nei quadri di alimentazione) occorre ripristinare le condizioni preesistenti e garantire la corretta funzionalità dell'impianto; questi interventi saranno a carico della ditta esecutrice del lavoro.

L'utilizzabilità delle condotte della pubblica illuminazione prevede la posa diretta del cavo a fibre ottiche in promiscuità con i cavi di alimentazione degli impianti; non sono previste sottotubazioni.

4.6.2 *Illuminazione pubblica aerea*

L'eventuale utilizzo di tesate metalliche aeree (installate tra edificio e edificio per il sostegno del cavo d'alimentazione della pubblica illuminazione) deve essere preceduto da una verifica di resistenza dei punti di fissaggio a parete (occhielli). Un esito negativo della verifica (fissaggio non stabile o comunque realizzato senza l'ausilio di una zanca di sostegno, necessario secondo le normative vigenti) deve comportare la sostituzione dell'occhiello e/o della fune interessata.

Inoltre, qualora lungo i percorsi di posa si incontrino dei punti in cui la tesata non è presente o la distanza tra due tesate adiacenti è superiore a 30 metri, deve essere installata una nuova tesata con fune di caratteristiche identiche a quelle utilizzate per l'illuminazione pubblica.

4.6.3 *Canalizzazioni interraste esistenti*

L'utilizzabilità delle canalizzazioni interraste esistenti per la posa di cavi ottici deve essere preceduta da una attività di bonifica, ovvero di ispezione e pulizia delle tubazioni e dei pozzetti da eventuale terriccio o altro materiale accumulatosi nel tempo.

La fase successiva è la ricerca e messa in quota dei pozzetti interrati. Ciò comporta la rimozione dei detriti e materiali terrosi presenti, il rialzamento dei pozzetti eseguito con laterizi e malta cementizia, compreso lo scavo, il riempimento e il ripristino delle superfici, la fornitura e posa in opera di telaio, controtelaio e chiusino in ghisa di tipo carrabile.

Laddove la canalizzazione rete esistente presenta un'interruzione o un'ostruzione, si deve realizzare uno scavo mirato e installare, nel tratto interessato, un monotubo corrugato a doppia parete dello stesso diametro di quello preesistente per garantire la continuità fisica dello stesso. Il successivo ripristino dello scavo deve essere realizzato con stabilizzato cementizio o frantoio assestato con getti d'acqua, fino alla quota che consente il ripristino della pavimentazione preesistente. Il successivo rifacimento della pavimentazione deve essere eseguito secondo le modalità preesistenti.

Qualora, durante le opere di adattamento delle canalizzazioni esistenti, dovessero verificarsi dei danni, occorre ripristinare le condizioni preesistenti e

garantire la corretta funzionalità dell'impianto esistente; questi interventi saranno a carico della ditta esecutrice del lavoro.

5. Portanti fisici – cavi a fibre ottiche

5.1 Generalità

I portanti fisici da utilizzare per la realizzazione delle MAN in oggetto devono essere cavi equipaggiati con fibre ottiche monomodali (SMR) conformi alle raccomandazioni **ITU-T G.652 D**.

I cavi devono essere completamente dielettrici (cioè privi di armatura metallica), devono avere una armatura antiroditorie dielettrica costituita da un doppio strato di filati di vetro a sensi controversi e contenere gel tamponante tale da non consentire la propagazione longitudinale dell'acqua in caso di penetrazione (caratteristica di water-blocking).

Per quanto riguarda l'impiego dei cavi per uso interno, in questa fase progettuale non si hanno elementi sufficienti per stabilire se il percorso dall'ingresso di un generico edificio fino all'armadio di attestazione delle fibre sia tale da prevedere l'utilizzo di un cavo con guaina LSZH (cioè a bassa emissione di fumi alogeni), come stabilito dalla normativa vigente in materia. L'eventuale introduzione di un giunto Pot-Head per la separazione fisica della tratta di cavo idonea per le pose esterne e la tratta di cavo posizionata all'interno degli edifici verrà decisa caso per caso in fase di progettazione esecutiva. Per questo motivo, di seguito si mostreranno solamente schemi di cavi con guaina in polietilene.

5.2 Potenzialità e sigle identificative dei cavi ottici

La potenzialità dei cavi da impiegare è regolarmente riportata nei progetti definitivi. I cavi devono avere struttura a tubetti (tipo loose) a moduli da 12 fibre ciascuno. Sono previste le seguenti tipologie di cavo:

- cavo a 312 fibre ottiche SMR – 26 tubetti con fibre
- cavo a 144 fibre ottiche SMR – 12 tubetti con fibre

- cavo a 96 fibre ottiche SMR – 8 tubetti con fibre
- cavo a 72 fibre ottiche SMR – 6 tubetti con fibre
- cavo a 48 fibre ottiche SMR – 5 tubetti di cui 4 con fibre
- cavo a 24 fibre ottiche SMR – 5 tubetti di cui 2 con fibre
- cavo a 8/12 fibre ottiche SMR – 1 tubetto con fibre

Ogni cavo deve essere contraddistinto da una sigla di identificazione del tipo previsto dalle vigenti norme CEI-UNEL 36011.

Numero di fibre	Sigla di Identificazione
8	TOL1 8 1(8SMR)T/EVE
12	TOL1 12 1(12SMR)T/EVE
24	TOL5D 24 2(12SMR)T/EVE
48	TOL5D 48 4(12SMR)T/EVE
72	TOL6D 72 6(12SMR)T/EVE
96	TOL8D 96 8(12SMR)T/EVE
144	TOL12D 144 12(12SMR)T/EVE
312	TOL26D 312 26(12SMR)T/EVE

Tabella 4 – sigle identificative dei cavi da esterni (guaine in polietilene)

Numero di fibre	Sigla di Identificazione
8	TOL1 8 1(8SMR)T/VM1
12	TOL1 12 1(12SMR)T/VM1
24	TOL5D 24 2(12SMR)T/VM1
48	TOL5D 48 4(12SMR)T/VM1
72	TOL6D 72 6(12SMR)T/VM1

96	TOL8D 96 8(12SMR)T/VM1
144	TOL12D 144 12(12SMR)T/VM1
312	TOL26D 312 26(12SMR)T/VM1

Tabella 5 – sigle identificative dei cavi da interni (guaine LSZH)

5.3 Caratteristiche dei cavi ottici

5.3.1 Struttura dei cavi da 24 a 312 fibre ottiche

Al centro del cavo è posto un elemento di Fiberglass opportunamente dimensionato attorno al quale vengono riuniti i tubetti che, a seconda della potenzialità del cavo, contengono 12 fibre ottiche SMR del tipo ITU-T G652D oppure sono solo riempitivi.

I tubetti sono tamponati al proprio interno per proteggere le fibre dalla penetrazione e dalla propagazione longitudinale dell'acqua nonché da eventuali danneggiamenti meccanici delle stesse. Il nucleo di tubetti riunito è del tipo tamponato con jelly tale da non permettere la propagazione longitudinale dell'acqua in caso di penetrazione.

Sopra il nucleo dei tubetti è posta una guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità (PE) di colore nero. Sopra la guaina interna è posta la protezione dielettrica del cavo. Questa protezione serve alla duplice funzione di organo di tiro e protezione antiroditoro, è composta da filati di vetro opportunamente dimensionati per garantire ai cavi le prestazioni di tiro ed una copertura del nucleo sottostante opportuna per la funzione antiroditoro. In ogni caso il titolo totale dei filati di vetro non dovrà essere inferiore a 20.000 Tex per i cavi fino a 72 FO ed a 30.000 Tex per i cavi da 96 a 312 fibre.

Nelle figure che seguono si mostrano le sezioni dei cavi.

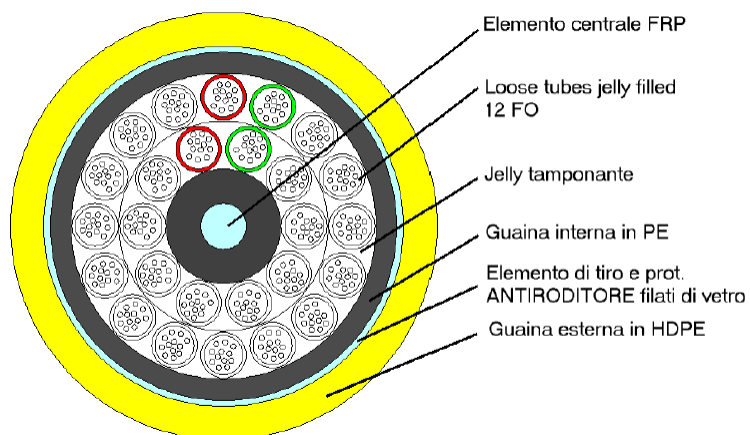


Figura 10 – sezione di cavo a 312 fibre ottiche SMR

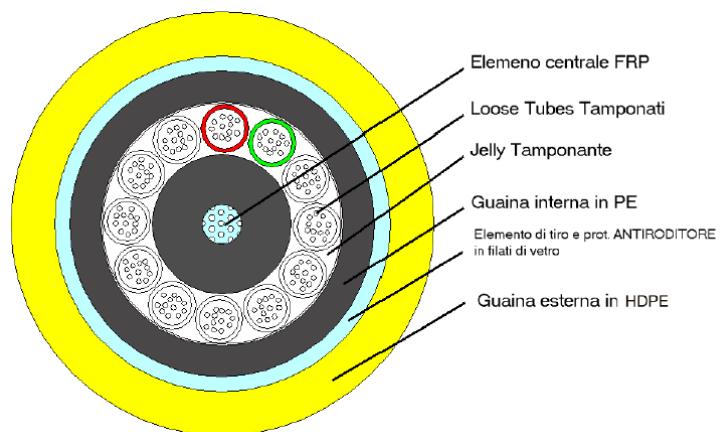


Figura 11 - sezione di cavo a 144 fibre ottiche SMR

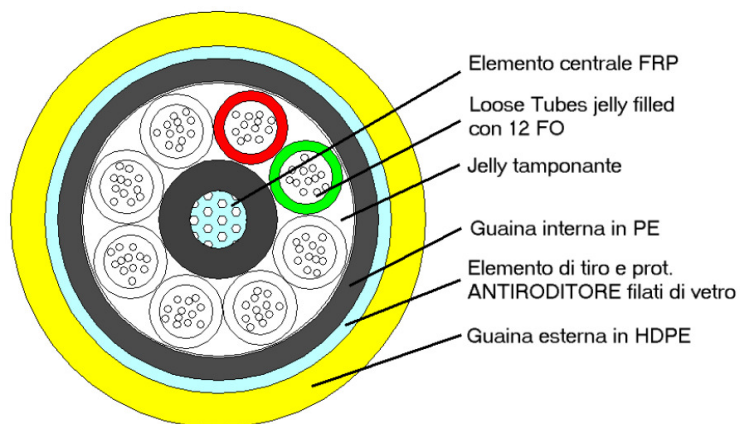


Figura 12 - sezione di cavo a 96 fibre ottiche SMR

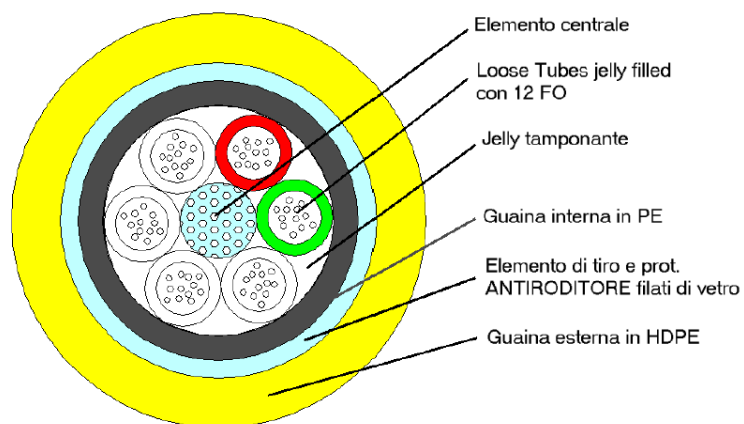


Figura 13 - sezione di cavo a 72 fibre ottiche SMR

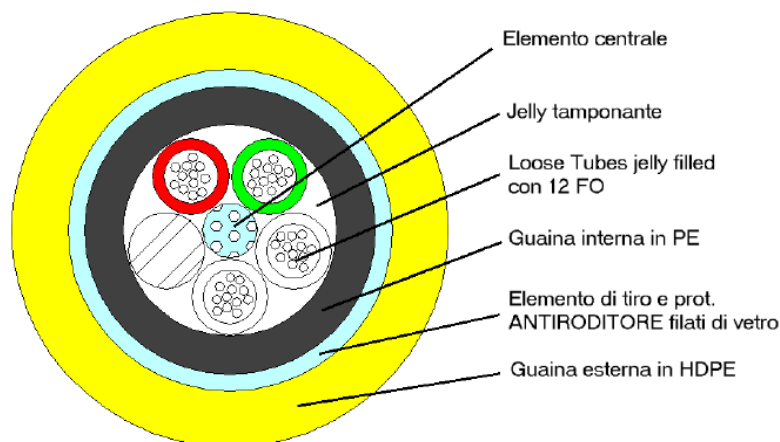


Figura 14 - sezione di cavo a 48 fibre ottiche SMR (un tubetto riempitivo) e 24 fibre ottiche SMR (tre tubetti riempitivi)

Come detto in precedenza, nel caso che lunghezze dei percorsi lo richiedano, nelle pose interne la guaina interna e la guaina esterna sono entrambe in LSZH.

5.3.2 *Struttura dei cavi da 8 a 12 fibre ottiche*

I cavi da 8 e 12 fibre ottiche sono costituiti da un unico tubetto lasco al cui interno sono poste tutte le fibre del cavo (SMR del tipo ITU-T G652D).

L'interno del tubo è tamponato con jelly per evitare danneggiamenti delle fibre e per impedire la propagazione longitudinale dell'acqua.

Sopra il tubo centrale è posta la protezione dielettrica del cavo. Questa serve alla duplice funzione di organo di tiro e barriera contro l'attacco dei roditori, è composta da filati di vetro opportunamente dimensionati per garantire al cavo le prestazioni di tiro ed una copertura del nucleo sottostante del 100%. In ogni caso il titolo totale dei filati di vetro non dovrà essere inferiore a 7.000 tex.

Sul totale del cavo è posta una guaina esterna di colore giallo in polietilene del tipo ad alta densità (HDPE) per l'utilizzo in esterno dentro tubazioni o

canalizzazioni, oppure una guaina esterna di colore verde di tipo LSZH (termoplastica di tipo M1) per l'utilizzo all'interno degli edifici.

Nelle figure che seguono si mostrano le sezioni dei cavi.

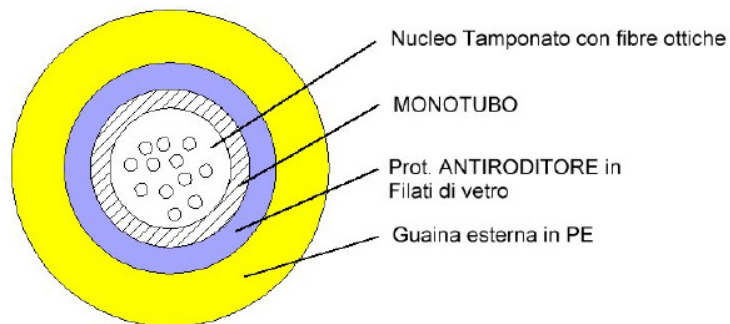


Figura 15 – sezione di cavo a 12 fibre ottiche SMR con guaina in PE

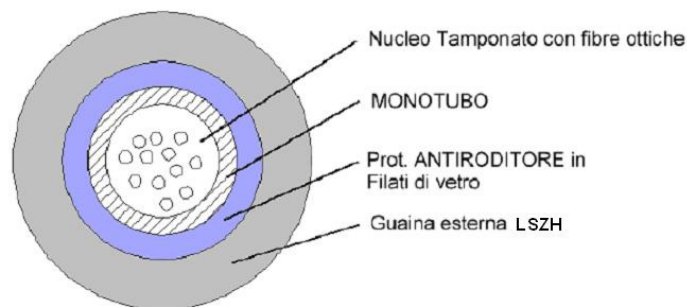


Figura 16 - sezione di cavo a 12 fibre ottiche SMR con guaina LSZH

5.3.3 *Caratteristiche meccaniche*

I cavi a fibre ottiche devono essere conformi alle norme in vigore (IEC 60794 e EN 187000) per tutto ciò che concerne le caratteristiche e le prove meccaniche (trazione, percussione, schiacciamento, ciclo termico e penetrazione dell'acqua).

5.3.4 *Caratteristiche dei cavi LSZH*

I cavi a bassa emissione di fumi opachi e antifiamma da utilizzare nelle pose in ambienti interni devono rispettare le norme CEI 20-35/1-1, CEI 22-22/3-4 e CEI 20-37 con i limiti riportati nella norma CEI 20-38.

5.4 Marcatura esterna dei cavi

Sulla guaina esterna di ogni pezzatura devono essere impresse ad intervalli regolari di 1 metro e senza arrecare deformazioni o danneggiamenti al cavo, la seguente stampigliatura in colore nero o di contrasto con il colore della guaina:

- nome del costruttore
- CAVO OTTICO
- sigla identificativa del cavo "sigla a norme CEI"
- numero identificativo (*)
- anno di fabbricazione
- metrica sequenziale (**)
- *MAN LEPIDA*

Esempio:

nome del costruttore - CAVO OTTICO - TOL12D 144 12(12SMR) - n°
identificativo - anno di fabbricazione - metrica sequenziale - *MAN LEPIDA*

(*) Numero identificativo che ha lo scopo di permettere la rintracciabilità del cavo posato es. Lotto di fabbricazione.

(**) La marcatura metrica sequenziale può iniziare da un valore diverso da zero.

Per quanto concerne la lunghezza della pezzatura, fa fede la misura di lunghezza ottica effettuata con un riflettometro ottico (OTDR) certificato in ambito ISO 9001.

5.5 Colorazione delle fibre e dei tubetti

Le fibre ottiche devono essere opportunamente colorate con colori fissati con raggi ultravioletti in modo da poter essere individuate univocamente all'interno dei singoli tubetti dei cavi.

Il codice colori (associazione "numero fibra - colore") da utilizzare per l'identificazione delle fibre è il seguente:

1	2	3	4	5	6
ROSSO	VERDE	BLU	GIALLO	GRIGIO	VIOLA
7	8	9	10	11	12
MARRONE	ARANCIO	BIANCO	ROSA	NERO	TURCHESE

Tabella 6 – codice colori delle fibre ottiche

Per quanto concerne i tubetti, solamente 2 (due) di questi devono essere colorati; i restanti devono essere bianchi.

Più precisamente, i tubetti colorati devono essere:

- ROSSO – tubetto PILOTA
- VERDE – tubetto DIREZIONALE

Nei cavi a 312 fibre ottiche, dove i tubetto sono posizionati su 2 (due) corone circolari (vedi Figura 10), il primo strato per la sequenza numerica delle fibre è da considerarsi quello più interno (costituito da 10 tubetti) e il secondo quello più esterno (costituito da 16 tubetti). Anche in questo caso, per ciascuna corona il tubetto pilota e il tubetto direzionale sono rispettivamente quello rosso e quello verde.

[es. la fibra n. 133 è la prima fibra (rosso) del secondo tubetto (verde) della seconda corona]

5.6 Procedura di fornitura del cavo

5.6.1 *Certificazione e documentazione di collaudo in fabbrica*

La consegna delle bobine di cavo in fibra ottica deve essere corredata dalla seguente documentazione:

- misure di attenuazione con tecnica di retrodiffusione sul 100 % delle fibre di ciascuna bobina
 - le misure devono essere eseguite in 2° finestra ottica (1310 nm) e in 3° finestra ottica (1550 nm)
 - l'attenuazione deve essere uniforme e non dovranno essere presenti punti di attenuazione concentrata superiori a 0,05 dB
- dichiarazione di conformità

5.6.2 *Gestione della fase produttiva e tracciabilità*

Le procedure produttive del cavo devono prevedere la completa tracciabilità di ogni materia prima impiegata nel processo. In particolare, devono essere mantenute e rese reperibili al Committente le documentazioni inerenti le fibre ottiche utilizzate, complete di ogni loro caratterizzazione.

5.6.3 *Accettazione - collaudo dei cavi ottici*

Il collaudo finale in fabbrica sarà effettuato al termine del processo produttivo, dopo la consegna alla D.L. del repertorio completo di certificazione da parte del Fabbrikante.

La D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ritenere di non dover effettuare il collaudo in fabbrica, autorizzando il Fabbrikante alla consegna del lotto di cavi immediatamente a valle dei controlli interni e della conseguente compilazione della Dichiarazione di Conformità da parte del Fabbrikante (s'intende che le prove di routine dovranno aver dato tutte esito positivo).

In caso contrario, la D.L. concorderà con il Fabbrikante la giornata in cui effettuare il collaudo in fabbrica, a cui presenzierà il personale incaricato allo scopo dal Committente e il personale del Fabbrikante necessario alla esecuzione delle prove.

Le pezzature di cavo da sottoporre alle prove verranno scelte dalla D.L. Rimarranno a carico del Fabbrikante gli spezzoni di cavo che in seguito alle prove risultassero danneggiati. Il Fabbrikante dovrà fornire la necessaria assistenza tecnica, gli strumenti di misura e l'ambiente adatto alla esecuzione del collaudo. Le prove dovranno essere effettuate alle "condizioni atmosferiche d'ambiente" secondo la norma CEI 50-2. Il collaudo sarà considerato positivo qualora tutte le prove effettuate in contraddittorio abbiano dato esito congruente con la documentazione del Piano di Fabbrikazione esibita dal Fabbrikante e con la presente specifica tecnica.

Sono di seguito elencati il tipo e il numero di prove e di misure da eseguire in fabbrica sui cavi oggetto della presente specifica.

Nella colonna "TIPO" è indicato il carattere della prova da eseguire in base al seguente criterio:

- T – PROVE DI TIPO: da eseguire come test di omologazione ed in occasione di varianti significative ai materiali costituenti i cavi

- R – PROVE DI ROUTINE: da eseguire sui cavi finiti a cura del Fabbricante
- A – PROVE DI ACCETTAZIONE: da eseguire in fase di collaudo su richiesta e alla presenza del Committente o di un suo incaricato

Nella colonna "N° CAMP." è indicato il numero di campioni da sottoporre alle prove o la percentuale delle fibre da misurare.

PROVA	TIPO	N° CAMP.	PRESCRIZIONE
A. CARATTERISTICHE TRASMISSIVE GIBRE G.652D			
A.1 Misura attenuazione tecnica retrodiffusione $\lambda = 1310$ nm	R A	100% 20%	Val. max $\leq 0,34$ dB/km
A.2 Misura attenuazione tecnica retrodiffusione $\lambda = 1550$ nm	R A	100% 20%	Val. max $\leq 0,21$ dB/km
A.3 Misura lunghezza d'onda di taglio (λ_{cc})	R-A	10%-5%	≤ 1260 nm
A.4 Misura dispersione cromatica totale (*) 1250 ÷ 1330 nm 1550 nm	R	30% fibre	Val. max $\leq 3,5$ ps/nm*km Val. med. $\leq 3,0$ ps/nm*km Val. max $\leq 20,0$ ps/nm*km
A.5 Dispersione polarizzazione (PMD) su fibra cablata (*)	T	5% fibre	Val. max $\leq 0,1$ ps/(km) ^{1/2}
B. DIMENSIONE DELLE FIBRE			
B.1 Diametro campo modale	R	30% fibre	1310 nm: $(9,2 \pm 0,4)$ μ m 1550 nm: $(10,4 \pm 0,5)$ μ m
B.2 Diametro mantello	R	30% fibre	$(125 \pm 0,7)$ μ m
B.3 Errore di concentricità nucleo/mantello	R	30% fibre	$\leq 0,3$ μ m
B.4 Errore di concentricità riv.primario/mantello	R	30% fibre	≤ 12 μ m
B.5 Errore di circolarità mantello	R	30% fibre	≤ 1 %
B.6 Diametro protezione primaria	R	30% fibre	245 ± 10 μ m
C. PROVE MECCANICHE			
C.1 Trazione (IEC 60794-1-2 – E1A e B)	T	1	A carico massimo previsto, nessun incremento di attenuazione
C.2 Percussione (IEC 60794-1-2 – E4)	T	1	Nessun incremento permanente di attenuazione in corrispondenza della massima energia
C.3 Schiacciamento (IEC 60794-1-2 – F5B)	T	1	Nessun incremento permanente di attenuazione in corrispondenza del

			carico massimo
C.4 Resistenza alla propagazione d'acqua (IEC 60794-1-2 – E4)	R-A	1	Assenza di perdite spezzone 3 m x 24 h – intera sezione
D. PROVE CLIMATICHE			
D.1 Ciclo termico T = -30°C + 70°C (IEC 60794-1-2 – F5B)	T	1	Incremento attenuazione rif. A 20°C ≤ 0,1 dB/km a 1550 nm
E. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE/STRUTTURALI			
E.1 Controllo costruttivo	R-A	1	
F. TEST ANTINCENDIO PER CAVO MVM			
F.1 Non propagante fiamma (CEI 20-35/1-1; IEC 60332-1)	A	1	Tracce di bruciatura non devono propagarsi per più di 50 cm rispetto al morsetto superiore
F.2 Non propagante incendio (CEI 20-22/3-4; IEC 60332-3-24)	T	1	≤ 2,5 m rispetto al bruciatore
F.3 Densità dei fumi (CEI 20-37/3-1; IEC 61034)	T	1	≤ 1,5
F.4 Quantità gas alogenidrici (CEI 20-37/3-1; IEC 60754-1)	T	1	≤ 0,3 (guaina tipo LSZH)
F.5 Indice tossicità (CEI 20-37/7-0)	T	1	≤ 2 (guaina tipo LSZH)

(*) – in alternativa, il fornitore del cavo potrà presentare le misure eseguite dal Fabbricante delle fibre

6. Posa dei cavi a fibre ottiche

6.1 Generalità

La posa dei cavi a fibre ottiche deve avvenire secondo le seguenti prescrizioni generali:

- devono essere evitati tagli al cavo non autorizzati che darebbero luogo a giunzioni non motivate e non previste dal progetto; l'eventuale taglio di un cavo a fibre ottiche deve essere comunque realizzato con apposita attrezzatura e le teste del cavo devono essere immediatamente richiuse con materiale idoneo allo scopo (es. cappucci termorestringenti)
- avere cura nel tiro del cavo al fine di evitare abrasioni, danneggiamenti e/o stress che possono compromettere la funzionalità delle fibre
- avere cura nel posizionamento delle scorte nei pozzetti affinché il cavo non intralci o occluda l'imbocco dei tubi disponibili
- durante la posa con argano a motore, avere cura nel non applicare forze superiori a quanto indicato nelle prescrizioni del Costruttore del cavo

6.2 Posa in tubazione

Prima di iniziare la posa dei cavi in fibra ottica occorre eseguire l'apertura dei pozzetti per verificarne l'integrità e per predisporre pulegge, ruotismi e altri accessori necessari al tiro del cavo.

La posa del cavo può essere realizzata mediante tecniche tradizionali a mano o con argani, con sistema ad acqua (sistema floating) o con tecniche pneumatiche (posa con aria compressa, sistema blowing). La posa all'interno

delle tubazioni della pubblica illuminazione deve essere realizzata solo manualmente; la posa con sistema floating o blowing può essere effettuata solo in infrastrutture con tubi PN12,5 o superiore ed è consentita previa approvazione della Direzione Lavori.

La bobina di cavo deve essere posata, salvo diversa indicazione progettuale, per tutta la sua lunghezza. Preliminarmente sarà preparato il tubo destinato alla posa del cavo, se necessario tagliando lo stesso alla misura che garantisca il rispetto dei raggi di curvatura del cavo.

6.2.1 *Posa manuale*

Nel caso di posa eseguita manualmente, occorre predisporre del personale in ogni pozzetto interessato e operare con il massimo sincronismo durante le fasi di tiro.

6.2.2 *Posa con argani*

La posa del cavo può essere eseguita con l'aiuto di un argano motore e di argani intermedi, rispettando i valori di tiro indicati in Specifica Tecnica dei materiali.

Il cavo deve essere tirando mediante l'utilizzo di una fune di tiro appositamente predisposta, collegata all'elemento centrale di tiro del cavo tramite un giunto a snodo antitorsione.

Nel caso di posizionamento della bobina a metà della tratta interessata si deve, effettuato il tiro in una direzione, completare l'operazione in direzione opposta dopo aver svolto interamente la bobina formando il caratteristico "otto".

Per facilitare lo scorrimento del cavo, devono essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo sia all'interno del monotubo.

Al termine delle operazioni di tiro la testa del cavo deve essere protetta con un cappellotto termorestringente.

Il cavo deve essere poi sistemato sul fondo del pozzetto rispettando i raggi di curvatura indicati nella Specifica Tecnica dei materiali e bloccato con tappi spaccati.

E' possibile effettuare la posa del cavo con tecniche alternative a quella descritta purché sia garantita l'integrità del cavo e delle infrastrutture, dietro approvazione della Direzione Lavori.

6.2.3 *Posa con acqua (sistema floating) o aria in pressione (sistema blowing)*

Queste tecniche di posa consentono di spingere il cavo nel tubo rispettivamente mediante la spinta distribuita fornita da un flusso d'acqua inviato nel tubo stesso, producendo un effetto di galleggiamento del cavo e riducendo così l'attrito tra cavo e tubo, o grazie all'azione combinata delle forze prodotte dal fluido e dalla macchina necessaria per sospingere il cavo all'interno del tubo.

La posa con sistema Floating o Blowing può essere effettuata solo in infrastrutture con tubi PN12,5 o superiore ed è consentita previa approvazione della Direzione Lavori.

Di seguito si elencano le principali prestazioni previste:

- posa di cavo a fibre ottiche in tubazione, compreso l'apertura e la successiva chiusura dei pozzetti, la predisposizione degli accessori per il tiro del cavo e la lubrificazione del cavo stesso
- installazione di tappi per il bloccaggio del cavo alla tubazione
- affissione di targhette di identificazione del cavo

6.3 Posa in cunicolo

Il cavo deve essere posato all'interno delle apposite canalette in vetroresina precedentemente posate. La dimensione delle canalette deve essere adeguata ad ospitare lo stesso numero di cavi ospitabili dall'impianto che precede e segue il tratto in cunicolo.

Nel caso in cui il cavo debba, per brevi tratti, viaggiare all'esterno della canaletta, deve essere protetto con un tubo corrugato riapribile (coflex) di opportuno diametro.

Terminata la posa devono essere posate direttamente sul cavo, ad una distanza di ca. mt.10, le targhette di identificazione cavo.

6.4 Sistemazione del cavo nei pozzetti

In generale, ogni 150 metri circa di percorso e in prossimità di incroci stradali, devono essere lasciate delle spire di 16 metri di ricchezza di cavo ottico, in previsione di sviluppi futuri. Più in particolare, nei pozzetti in cui è prevista la giunzione con altro cavo ottico (giunzione di linea) si deve lasciare una scorta di circa 16 metri per ogni testa di cavo (salvo diverse indicazioni progettuali); nei pozzetti dove è prevista l'installazione di muffole di spillamento si deve lasciare una scorta pari a circa 32 m. di cavo (salvo diverse indicazioni progettuali) senza interruzione.

In tutti i casi la ricchezza del cavo all'interno del pozzetto deve essere disposta lungo il perimetro dello stesso (appoggiata sul fondo o fissata alla parete mediante apposite staffe), nel rispetto del raggio di curvatura del cavo stesso. Nei pozzetti dove transitano più cavi o dove si eseguono delle giunzioni, devono essere posate delle targhette indelebili di identificazione del singolo cavo con indicato la potenzialità del cavo e tratta interessata.

6.5 Posa aerea

Durante la fase di preparazione per la posa del cavo ottico sulle tesate della pubblica illuminazione devono essere effettuate le opportune verifiche di resistenza dei fissaggi (alle pareti delle tesate stesse o sulle palificazioni, a seconda della tipologia di impianto) ed una valutazione della resistenza della tesata al carico aggiuntivo.

Ogni tesata aerea della pubblica illuminazione è costituita da due parti:

- segmento di tesata centrale su cui sono fissati gli accessori di illuminazione
- segmenti laterali che assicurano la tesata alle due pareti degli edifici esistenti

Ogni segmento di tesata laterale, dedicato al fissaggio a parete, è vincolato al segmento centrale tramite un apposito isolatore. Il cavo ottico deve essere posato appoggiandolo su uno dei due segmenti laterali della tesata, cioè tra la parete dell'edificio e il relativo isolatore del segmento centrale.

Con appositi accessori di fissaggio, il cavo ottico deve essere ancorato completamente al segmento di tesata laterale su ogni tesata utilizzata. In caso di posa di nuove tesate (perché inesistenti o perché la distanza tra due tesate adiacenti è superiore a 30 m.), non è necessario utilizzare la suddivisione in tre segmenti e i relativi isolatori di raccordo.

Anche nei casi di posa aerea (sia questa su tesate che su palificazione) occorre lasciare, a determinate distanze e con modalità di fissaggio da definire in fase di progettazione esecutiva, degli anelli di ricchezza di cavo ottico di circa 10 m.

Nei tratti di posa verticale (su parete o su palificazione) il cavo deve essere protetto all'interno di un monotubo in acciaio zincato di opportune dimensioni.

6.6 Posa in ambienti interni

Il percorso del cavo all'interno degli edifici viene di norma determinato in base alle infrastrutture esistenti. Deve essere il più breve possibile e avere il minor numero di curvature.

Il cavo potrà transitare all'interno di canalette cavi in plastica o in acciaio zincato, in passatoie in acciaio zincato, sotto i pavimenti galleggianti all'interno di tubi in PVC corrugati.

In generale, nel caso di sede di posa dedicata il cavo sarà posato senza nessuna particolare protezione meccanica, nel caso di sede di posa condivisa il cavo sarà protetto con tubo corrugato riapribile (coflex).

Nel caso di transito in locali dove il cavo può rischiare un danneggiamento, quest'ultimo deve essere protetto da canalette (in vetroresina o in ferro zincato) o da tubo corrugato riapribile (coflex) e fissato a parete o a soffitto mediante appositi tasselli.

6.7 Etichettatura dei cavi e degli elementi protettivi

I cavi devono essere contrassegnati con opportune targhette identificative, da collocare in tutti i punti dell'infrastruttura dove il cavo è visibile o accessibile, come pozzetti, canalette, ecc.

Qualora il cavo fosse protetto con tubo corrugato riapribile (coflex) l'etichetta deve essere applicata sullo stesso.

Le etichette da applicare sui cavi o sugli elementi protettivi (ad es. canalette) devono riportare le seguenti indicazioni:

- il segmento di rete (dorsale, rilegamento, ecc)
- gli estremi del collegamento
- la potenzialità del cavo
- l'anno di costruzione dell'impianto/il nome o la sigla del fornitore dell'impianto

Nella figura si mostra un esempio di etichetta da applicare a monte di un giunto di linea.



Figura 17 – etichetta di cavo (esempio)

7. Giunzione dei cavi a fibre ottiche

7.1 Generalità

Nel presente capitolo vengono descritte i diversi contesti impiantistici in cui è necessario effettuare una giunzione tra cavi e la metodologia realizzativa da adottare per la giunzione delle singole fibre.

S'intendono comprese nell'offerta dell'appaltatore tutte le opere di giunzione e la fornitura dei materiali sia per la porzione di rete di nuova realizzazione, sia per la porzione di rete esistente coinvolta a qualsiasi titolo nella realizzazione di quanto previsto nel progetto definitivo.

La giunzione delle fibre ottiche tra cavi deve rispettare pedissequamente le specifiche tecniche riportate nel par. 5.5 circa la colorazione delle fibre e dei tubetti.

Nelle varie fasi di lavorazione dell'attività di giunzione tra porzioni di rete esistente e di rete di nuova posa, oppure in fase di omogeneizzazione della sola rete esistente, è possibile che si verifichi che la colorazione delle fibre ottiche e dei tubetti tra due pezzature di cavo siano diverse. Per ogni modulo di giunzione e/o sezionamento in genere in cui dovesse verificarsi la condizione di cui sopra, è a carico dell'aggiudicatario la redazione e la consegna per ogni documentazione di collaudo ottico di un documento denominato tabella di conversione attraverso il quale venga data evidenza del criterio di giunzione tra le due pezzature di cavo interessate alla giunzione.

L'ubicazione del giunto ed il tipo di muffola da utilizzare devono essere definite in fase di progettazione al fine di ottimizzare le necessità immediate con le future previsioni di sviluppo della rete.

La tecnica dell'alloggiamento delle fibre ottiche contenute nei singoli tubetti sarà del tipo "singolo elemento" per tutti moduli di giunzione in cui sono da realizzare i transiti di tutte le fibre ottiche contenute nel tubetto stesso.

In ogni evento in cui si renda necessaria l'estrazione di quota parte delle 12 fibre ottiche, contenute nei singoli tubetti, la tecnica di alloggiamento delle fibre estratta sarà del tipo "singolo circuito". Notoriamente tale tecnica consiste nell'alloggiamento di una coppia di fibre ottiche per singola scheda di

raccolta, generalmente posizionata sul lato opposto del castello del modulo di giunzione, rispetto al lato su cui alloggiano le schede in singolo elemento.

Una volta completate le operazioni di chiusura, deve essere sempre verificata la tenuta pneumatica della muffola secondo gli standard dettati dalla casa costruttrice.

7.2 Tipologie di giunto

7.2.1 *Giunto Pot-Head*

Il giunto pot-head ha come scopo la separazione fisica tra il cavo di linea (cavo per esterni) e la tratta di cavo posizionata all'interno di edifici (cavo per interni); tale operazione si rende necessaria al fine di transitare all'interno dei locali solamente con cavi aventi guaine non propaganti la fiamma ed a bassa emissione di gas tossici (guaina tipo LSZH).

I giunti pot-head vengono ubicati normalmente nelle immediate vicinanze del sito o nel primo punto utile dell'infrastruttura esistente ad una distanza breve.

Se il cavo utilizzato ha potenzialità fino a 48 fibre ottiche, è consentito l'impiego di muffole di giunzione compatte.

7.2.2 *Giunto di linea e derivazione*

Il giunto di linea consente la giunzione di due pezzature di cavo contigue al fine di realizzare una tratta continua. Il giunto di derivazione consente invece oltre alla giunzione tra due pezzature di cavo anche l'attestazione e giunzione di una terza pezzatura.

7.2.3 *Giunto di estrazione*

Il giunto di estrazione consente di estrarre alcune fibre in un tratto intermedio di una pezzatura di cavo, senza interrompere le restanti fibre.

7.3 Muffole

E' previsto l'utilizzo di 2 (due) diverse tipologie di muffola:

- muffola per cavi superiori a 48 fibre ottiche
- muffola per cavi fino a 48 fibre ottiche

Di seguito sono definite le caratteristiche tecniche, costruttive e funzionali della muffola per cavi a fibra ottica.

Questo prodotto deve poter essere installato all'interno di manufatti in cemento (cameretta o pozzetto), all'interno di centrali e su palificazione.

Le muffole devono essere configurate in modo tale da consentire, sullo stesso lato, l'ingresso e l'uscita dei cavi primari e l'uscita dei cavi secondari.

Prerogativa principale della muffola deve essere quella di permettere la gestione separata, mediante opportuni moduli di giunzione, dei circuiti, eliminando quindi la possibilità di interferire su circuiti già in funzione durante le operazioni di reintervento o di configurazione della rete.

7.3.1 *Caratteristiche costruttive e funzionali*

La muffola deve essere concepita come un sistema modulare con una configurazione base che può essere equipaggiata, in fabbrica o direttamente in campo, con diversi moduli e/o accessori.

Tutte le muffole nella configurazione base dovranno soddisfare le prescrizioni relative alle norme **IP 68 secondo EN 60 529, 5th ed. 1992 e I.E.C. 529**.

In generale le muffole dovranno essere costituite da un contenitore di materiale plastico, a tenuta stagna, composto da una base predisposta con imbocchi per la sigillatura dei cavi entranti e/o uscenti, un coperchio di chiusura e un sistema, in grado di chiudere ermeticamente e riaprire, base e coperchio, senza l'uso di attrezzature specifiche, a garanzia di semplice ed immediata riaccessibilità. Al fine di prevenire la possibilità di accesso, a personale non autorizzato ai moduli di giunzione contenuti all'interno della muffola, tale sistema deve essere predisposto per l'eventuale impiego di lucchetti o sigilli di sicurezza.

La base della muffola deve incorporare un imbocco ovale per cavo continuo (giunto di estrazione) ed almeno 6 imbocchi circolari per cavi da giuntare (giunto di linea, pothead) realizzati chiusi da stampo ed apribili, mediante taglio, in fase di installazione.

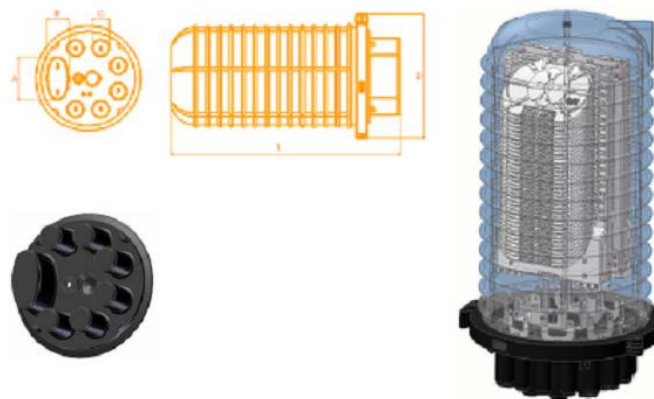


Figura 18 - muffola

La chiusura ermetica fra base e coperchio deve essere garantita mediante l'impiego di una opportuna guarnizione in materiale indeformabile. Al fine di prevenire durante le fasi di installazione e riaccesso alla muffola ogni contaminazione con grasso, gel, polvere o altri materiali che potrebbero pregiudicare la corretta chiusura stagna della muffola, tale guarnizione deve essere rimovibile.

Il coperchio di chiusura deve essere corredato di valvola per la verifica della tenuta pneumatica.

All'interno della muffola deve essere predisposto un telaio che consenta di assemblare in modo modulare e flessibile i vari moduli di giunzione, necessari alle diverse configurazioni.

Tale telaio deve essere realizzato in modo tale da poter contenere e proteggere la ricchezza di fibra continua nel caso di giunto di estrazione.

L'asportazione del coperchio deve consentire un immediato accesso ai cablaggi ottici, ai moduli necessari alla gestione delle singole giunzioni, agli eventuali dispositivi di diramazione dei cablaggi ed a quant'altro debba essere facilmente raggiungibile durante i normali interventi di manutenzione e riconfigurazione della rete.

Le singole fibre all'interno della muffola devono poter essere gestite singolarmente senza interferire sui circuiti già in esercizio; pertanto, l'accesso alle giunzioni allocate nei moduli, deve avvenire senza la necessità di manipolare o rimuovere i cablaggi.

Ogni modulo deve contenere la giunzione delle fibre facenti parte del singolo circuito o del singolo elemento (tubetto) e deve essere strutturato al suo interno in modo che la singola fibra sia protetta e guidata, al fine di garantire un costante rispetto del minimo raggio di curvatura, anche durante la manipolazione del modulo stesso. Il modulo deve inoltre potere accettare i più comuni sistemi di protezione delle giunzioni.

Il modulo di giunzione deve essere pertanto realizzato in modo da consentire e proteggere:

- le giunzioni fra fibre ottiche
- la ricchezza delle fibre ottiche
- le fibre continue

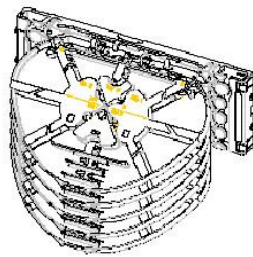


Figura 19 – modulo di giunzione

Devono essere previsti opportuni accessori in grado di consentire la separazione (sfioccamento) delle fibre appartenenti al singolo tubetto al fine di garantire il corretto instradamento delle fibre stesse, il rispetto del raggio di curvatura minimo consentito ed una semplice installazione.

L'elemento centrale in VTR dei cavi deve essere vincolato meccanicamente all'interno della muffola ed in grado di sopportare eventuali forze scaturite dal cavo stesso.

Le muffole devono poter essere installate a temperature comprese fra -5°C e + 45°C.

7.3.2 *Caratteristiche dei materiali*

La base ed il coperchio della muffola devono essere realizzati in soli due pezzi entrambi realizzati mediante stampaggio di opportuno materiale plastico. Lo stampo della base deve incorporare anche gli imbecchi cavi. Tali imbecchi devono essere realizzati chiusi da stampo e devono poter essere apribili, mediante taglio, in fase di installazione.

Deve essere possibile usare, per il sistema di sigillatura stagna e bloccaggio dei cavi, una guaina termorestringente.

Devono essere dichiarati dal Fornitore tutti i materiali impiegati e il tipo di processo produttivo adottato per la realizzazione del prodotto descritto nella presente Specifica Tecnica.

L'utilizzo delle parti metalliche deve essere limitato al minimo indispensabile. Eventuali parti metalliche devono essere comunque non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche idonee a soddisfare le richieste dettate dalla presente Specifica tecnica.

7.3.3 *Siglatura*

La siglatura deve consentire l'identificazione del lotto di produzione di ogni singolo componente della muffola.

All'interno della muffola e all'esterno del coperchio devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore
- numero di lotto o analogo sistema di identificazione della serie di produzione

E' ammesso l'uso di etichette, purché inasportabili e stampate con inchiostro non dilavabile o plastificate.

7.3.4 *Kit di bloccaggio e attestazione dei cavi*

Sono inclusi nella presente fornitura tutti i materiali e gli accessori indispensabili per la realizzazione dei giunti a regola d'arte, tra cui i kit necessari per il bloccaggio e l'attestazione dei cavi agli imbecchi (ovale e circolari) della muffola.

Sono previste varie tipologie di attestazione, a seconda della potenzialità del cavo, come di seguito elencato:

- attestazione di cavo fino a 12 fibre ottiche
- attestazione di cavo fino da 13 a 48 fibre ottiche
- attestazione di cavo fino da 49 a 96 fibre ottiche
- attestazione di cavo fino da 97 a 144 fibre ottiche
- attestazione di cavo fino da 145 a 312 fibre ottiche

7.3.5 *Sistema di ancoraggio*

La muffola deve essere corredata di un adeguato sistema di supporto che ne consenta il fissaggio nei luoghi dove è prevista l'installazione.

Tale sistema deve poter supportare, oltre il peso della muffola, un eventuale sovrappeso accidentale di 1000 N. Inoltre, per agevolare le operazioni di installazione ed eventuali manutenzioni in esercizio, il sistema di supporto deve presentare un'agevole possibilità di sgancio della muffola per consentire il cablaggio della stessa all'interno di automezzi attrezzati.

7.4 Giunzione delle fibre ottiche

La giunzione delle fibre ottiche deve essere realizzata con la tecnica di fusione ad arco voltaico, impiegando giuntatrici che svolgono automaticamente le operazioni di allineamento, prefusione e fusione delle fibre, stima della perdita di giunzione. La zona di giunzione deve essere protetta con un tubetto capillare contenente resina da polimerizzare mediante l'applicazione di raggi U.V. emessi da un'apposita lampada. Le fibre sono individuabili mediante i relativi codici colori.

L'uso di giunzioni meccaniche non è consentito.

Di seguito si elencano le principali fasi della giunzione delle fibre:

- individuazione delle fibre da giuntare

- rimozione del rivestimento primario mediante stripper a caldo e pulizia delle fibre
- taglio e pulizia delle fibre per la giunzione
- inserimento delle fibre da giuntare nei carrelli della giuntatrice
- giunzione delle fibre tramite giuntatrice (allineamento e fusione delle fibre ottiche)
- estrazione della fibra ottica giuntata dai carrelli della giuntatrice
- posizionamento del capillare singolo/multiplo sul punto di giunzione ed iniezione di acrilato allo stato liquido
- esposizione del punto di giunzione alla luce u.v. della lampada polimerizzante
- posizionamento delle fibre nel proprio modulo di giunzione, rispettando i raggi minimi di curvatura e comunque evitando qualsiasi stress alle fibre
- etichettatura / numerazione delle singole fibre ottiche (ove richiesto)

7.5 Etichettatura dei giunti

Le etichette devono essere realizzate da una striscia di materiale autoadesivo idoneo all'incollaggio permanente su superfici plastiche. Le dimensioni delle targhette devono essere generalmente 20x80 mm, dimensioni e materiali diversi devono essere autorizzate dal Direttore Lavori.

7.5.1 Giunti di linea e pot-head

Le etichette da applicare sui dispositivi di giunzione di linea e pot-head devono riportare le seguenti indicazioni:

- il tipo di giunto e la sigla identificativa
- gli estremi della sezione

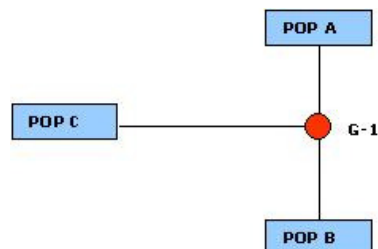
- l'anno di costruzione dell'impianto/il nome o la sigla del fornitore dell'impianto



Figura 20 – etichetta di giunto di linea/pot-head (esempio)

7.5.2 Giunti di diramazione

La tipica configurazione di un giunto di diramazione è illustrata nella seguente figura:



Le etichette da applicare sui giunti di diramazione devono riportare le seguenti indicazioni:

- il tipo di giunto e la sigla identificativa;
- gli estremi della sezione e della tratta derivata;
- l'anno di costruzione dell'impianto/il nome o la sigla del fornitore dell'impianto

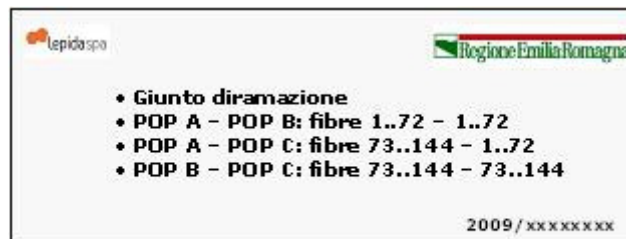
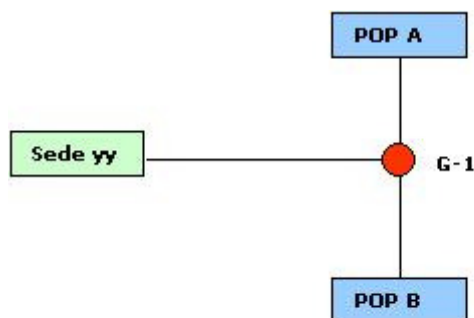


Figura 21 - etichetta di giunto di diramazione (esempio)

7.5.3 Giunti di estrazione

La tipica configurazione di un giunto di estrazione è illustrata nella seguente figura:



Le etichette da applicare sui giunti di estrazione devono riportare le seguenti indicazioni:

- il tipo di giunto e la sigla identificativa;
- gli estremi della sezione e della tratta estratta ;
- i numeri identificativi delle fibre estratte;
- l'anno di costruzione dell'impianto/il nome o la sigla del fornitore dell'impianto

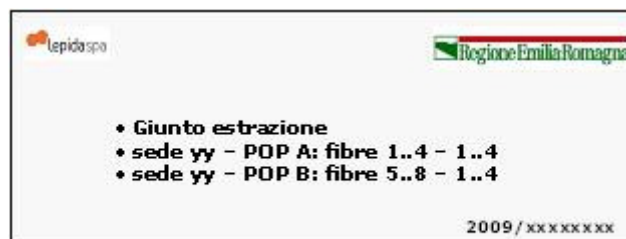


Figura 22 - etichetta di giunto di derivazione (esempio)

8. Terminazione dei cavi a fibre ottiche

8.1 Generalità

Il sistema di terminazione permette la realizzazione delle attestazioni dei cavi in fibra ottica e la gestione delle bretelle di collegamento agli apparati o di transito fra cavi diversi.

Tutti i materiali (telai, subtelai, componenti accessori, connettori) devono rispondere ai contenuti della presente Specifica Tecnica.

Sono previste 2 (due) diverse tipologie di attestazione dei cavi in fibra ottica:

- n. terminazioni ≤ 288 -> rack in tecnica 19" muniti di patch panel tipo MOC
- n. terminazioni > 288 -> telai in tecnica N3 muniti di subtelai

Più precisamente, le casistiche possono essere:

- A. rack in tecnica 19" muniti di MOC da n. 8 posizioni per bussole SC-PC simplex
- B. rack in tecnica 19" muniti di MOC da n. 12 posizioni per bussole SC-PC simplex
- C. rack in tecnica 19" muniti di MOC da n. 24 posizioni per bussole SC-PC simplex)
- D. telai in tecnica N3 muniti di subtelai contenenti n. 2 vassoi da 12 posizioni per bussole SC-SC o SC-LC simplex (24 fibre terminabili)
- E. telai in tecnica N3 muniti di subtelai contenenti n. 6 vassoi da 12 posizioni per bussole SC-SC o SC-PC simplex (72 fibre terminabili)
- F. telai in tecnica N3 muniti di subtelai contenenti n. 5 vassoi da 24 posizioni per bussole SC-PC simplex (120 fibre terminabili)

- G. telai in tecnica N3 muniti di subtelai contenenti n. 6 vassoi da 24 posizioni per bussole SC-PC simplex (144 fibre terminabili)

Nei casi D, E, F e G è tassativamente da escludere la tecnica che utilizza subtelai dedicati per la sola giunzione cavo-pigtails e subtelai dedicati per la sola attestazione dei pigtails.

Tutti i materiali impiegati devono essere esplicitati nella progettazione esecutiva e sono soggetti all'approvazione formale dalla Direzione Lavori.

Tutte le prescrizioni contenute di seguito sono mirate a garantire:

- la stabilità delle prestazioni nel tempo
- la rapidità di intervento (sia in fase di prima installazione che durante la vita dell'impianto)
- l'uniformità, la minimizzazione e la standardizzazione dell'accessoristica
- l'ottimizzazione e la razionalizzazione degli spazi

con l'obiettivo di:

- facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria e straordinaria
- garantire le prestazioni funzionali del sistema
- assicurare la durata attesa del prodotto

Per la stesura della presente Specifica Tecnica, relativamente ai telai, si è fatto riferimento alle vigenti norme nazionali e internazionali, in particolare:

- ETSI ETS 300-119
- Racc. ITU-T L.17, L.50, L.51
- Decisione CEE/CEEA/CECA n°129 del 28/01/1997. 97/ 129/CE;
- D. Lgs. 22/97 e successive modifiche;
- Dm 5/2/1988 GUSO n° 88 del 16/04/98;

- ISO 11469;
- ISO 9227
- UNI-EN ISO 9000:
- UNI ISO 2859:
- UNI CEI EN 45014:
- IEC 61754-3

8.2 Armadi rack 19" a parete

8.2.1 Caratteristiche tecniche

Gli armadi rack 19" a parete devono essere composti da tre sezioni: una parte posteriore da fissare a muro, un corpo centrale incernierato alla parte posteriore che consenta l'apertura a libro agevolando l'accesso alla parte posteriore, una porta anteriore in vetro. I pannelli laterali devono comunque essere asportabili.

Le dimensioni richieste sono di seguito elencate:

- armadio da 9 unita' rack
 - $490\text{ mm} \leq H \leq 510\text{ mm}$
 - $L = 800\text{ mm}$
 - $510\text{ mm} \leq P \leq 540\text{ mm}$

8.2.2 Norme di riferimento

- IEC 297-1 - Passo di foratura 19"
- UNI EN 12150-1: 2001 - Prova di frammentazione del vetro
- UNI EN 1288-3 - Vetro temprato

8.2.3 **Grado di protezione**

Protezione IP20 a norma EN 60529 (idoneo all'impiego in ambiente interno).

8.2.4 **Materiali**

- portata minima 25 Kg
- feritoie di aerazione sia nella parte inferiore sia nella parte superiore
- predisposizione di messa a terra di tutte le masse metalliche
- verniciatura delle parti metalliche eseguita con polvere termoindurente epossidica atossica, con aspetto liscio opaco (spessore medio del rivestimento 60 µm) di colore grigio RAL 7035; da eseguirsi previo idoneo trattamento fosfatico, atto a garantirne l'adesione
- montanti 19" ed altri accessori costruiti in lamiera successivamente protetta tramite zincatura bianca, finalizzata alla conduttività elettrica
- telaio 19" interno regolabile in profondità ovvero in modo da consentire il posizionamento di apparecchiature di differente profondità
- porta anteriore di tipo asportabile (con cerniere a molla), con apertura superiore a 180°, reversibile, chiusura con serratura

8.3 **Armadi rack 19" a terra**

8.3.1 **Caratteristiche tecniche**

Gli armadi rack 19" devono avere una struttura a parallelepipedo, simmetrico rispetto al proprio asse, con porte e pareti a filo struttura, in modo da permettere un accoppiamento laterale e anteriore/posteriore illimitato. La reversibilità dell'apertura delle porte e la possibilità di allocazione delle stesse su tutti i lati non devono porre limiti alle configurazioni possibili.

Le dimensioni richieste per gli armadi rack 19" sono di seguito elencate:

- armadio da 25 unità rack

- $1200\text{ mm} \leq H \leq 1300\text{ mm}$
- $L = 800\text{ mm}$
- $P = 800\text{ mm}$

- armadio da 42 unita' rack
 - $2150\text{ mm} \leq H \leq 2200\text{ mm}$
 - $L = 800\text{ mm}$
 - $P = 800\text{ mm}$

8.3.2 *Norme di riferimento*

- IEC 297-1 - Passo di foratura 19"
- UNI EN 12150-1: 2001 - Prova di frammentazione del vetro
- UNI EN 1288-3 - Vetro temprato

8.3.3 *Grado di protezione*

Protezione IP20 a norma EN 60529 (idoneo all'impiego in ambiente interno).

8.3.4 *Materiali*

Gli armadi rack devono possedere le caratteristiche di seguito riportate:

- struttura portante in lamiera d'acciaio, spessore 2 mm, totalmente smontabile, composta da quattro piantane angolari con forature per fissaggio ripiani o altri accessori, tetto e fondo giuntati e imbullonati
- tetto in lamiera d'acciaio, spessore 1,5 mm, con apertura per il passaggio cavi con chiusura a scorrimento
- ulteriore apertura 19" chiusa da pannelli ciechi; possibilità di inserire (dall'esterno) uno o due gruppi di ventilazione forzata

- fondo in lamiera d'acciaio, spessore 1,5 mm, con apertura per il passaggio cavi con chiusura a scorrimento
- forature anteriori e posteriori per aerazione passiva
- perni "prigionieri" M6 di messa a terra sul tetto e sul fondo
- montanti 19"
- apposito spazio di grandezza 19" per l'alloggiamento delle canaline di alimentazione: ciò allo scopo di avere le canaline di alimentazione in una posizione comoda senza occupare spazio nella parte frontale o posteriore del cablaggio
- verniciatura (previo idoneo trattamento fosfatico, atto a garantirne l'adesione) di tutti i moduli eseguita con polvere termoindurente epossidica atossica, con aspetto liscio opaco (spessore medio del rivestimento 60 µm), di colore grigio RAL 7035; la verniciatura deve essere
- predisposizione per la messa a terra

Caratteristiche tecniche porta anteriore:

- a filo armadio, composta da due profili verticali in lamiera d'acciaio, spessore 1,2 mm lastra di vetro temprato di sicurezza trasparente di spessore 4 mm incollata e imbullonata alla cornice metallica
- tutti i cristalli utilizzati devono risultare sottoposti al processo di tempra termica; il vetro impiegato deve essere rispondente ai criteri di sicurezza vigenti in materia verso le persone; in particolare il prodotto dovrà essere rispondente alla normativa UNI 7142-(88) "Vetri temprati per edilizia e arredamento"
- perno "prigioniero" M6 di messa a terra di maniglia a leva a scomparsa nera, con il foro della chiave coperto
- chiavi d'apertura unificate a tutte le altre serrature degli armadi dell'intero lotto di fornitura
- tipo asportabile (con cerniere a molla), apertura superiore ai 90° e con totale reversibilità (installabile indifferentemente con apertura

destra o sinistra); possibilità di installazione della porta su tutti i lati e spostamento anche dopo cablaggio

Caratteristiche tecniche porta posteriore:

- a filo armadio, in lamiera d'acciaio forata per l'aerazione naturale, spessore 1 mm
- perno "prigioniero" M6 di messa a terra di maniglia a leva a scomparsa nera, con il foro della chiave coperto
- chiavi d'apertura unificate a tutte le altre serrature degli armadi dell'intero lotto di fornitura
- tipo asportabile (con cerniere a molla), apertura superiore ai 90° e con totale reversibilità (installabile indifferentemente con apertura destra o sinistra); possibilità di installazione della porta su tutti i lati e spostamento anche dopo cablaggio

Caratteristiche tecniche dei montanti:

- in lamiera di acciaio zincata di spessore di 3 mm successivamente protetta tramite zincatura bianca, finalizzata alla conduttività elettrica
- muniti di una doppia foratura per contenere i dadi a gabbia e in modo che i dadi siano posizionabili a passo su tutta la profondità dell'armadio
- posizionati e ancorati ad apposite barre di distribuzione delle forze, in modo da permettere un carico ammissibile dell'armadio pari a 450 Kg distribuito sui 4 montanti
- regolabili in modo che il loro posizionamento più esterno anteriore/posteriore permetta l'ancoraggio di guide telescopiche di server profondi fino a 730 mm

8.4 Patch panel MOC 19"

8.4.1 Caratteristiche generali

I cassettei MOC da 19", di altezza pari a 1 unità rack, devono:

- essere costruiti in lamiera da 15/10, preferibilmente di colore grigio RAL 7035 bucciato
- avere le alette di fissaggio scorrevoli con la possibilità di aggancio anche su montanti posteriori
- presentare i manicotti disposti su un'unica fila orizzontale a vista
- essere equipaggiato con due schede di giunzione in grado di ospitare 12 giunzioni per scheda e i relativi portagiunti

In corrispondenza di ogni manicotto deve essere visibile la numerazione (1, 2, ..., 24); sulla parte frontale deve essere ben visibile la scritta "Lepida spa" e il logo della "Regione Emilia-Romagna" e ci deve essere lo spazio per eventuali etichettature. A titolo d'esempio si faccia riferimento alla figura di cui sotto:



Figura 23 – patch panel 19" MOC

Il MOC deve potere essere installato all'interno di armadi rack 19" in modo che la posizione dei manicotti risulti sufficientemente arretrata rispetto alla superficie della porta chiusa dell'armadio; in pratica, la distanza lineare minima che deve intercorrere tra il punto più vicino della porta chiusa dell'armadio rack e il manicotto deve risultare $\geq 50\text{mm}$.

Presso le sedi periferiche i MOC da fornire devono essere in grado di ospitare i moduli di giunzione e terminazione di capacità pari a 24 connettori SC, precaricato con 8, 12 o 24 connettori SC e altrettante semibretelle pre-connettorizzate SC.

Presso i POP (laddove prevista la terminazione in questa tecnica) il singolo MOC deve essere caricato al massimo delle capacità (24 connettori SC) e occorrerà installare e fornire n.1 moduli di dispersione delle ricchezze delle fibre ottiche (passacavo) ogni n. 3 MOC installati, avendo l'accortezza di posarli in opera in configurazione alternata ai MOC stessi.

8.4.2 Schede di giunzione

La scheda di giunzione da alloggiare all'interno del "MOC" di terminazione deve essere realizzata in modo tale da contenere e proteggere:

- la ricchezza delle fibre
- la giunzione fra le fibre
- le fibre continue

A titolo d'esempio si faccia riferimento alla figura di cui sotto:

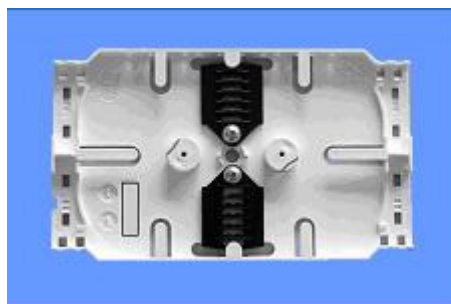


Figura 24 – scheda di giunzione per patch panel MOC

La scheda di giunzione deve essere predisposta per il montaggio con un sistema a cerniera; se montate sovrapposte all'interno del MOC con la

possibilità di apertura a libro, la scheda deve essere chiusa con l'apposito coperchio e fissata con cerniere idonee.

La scheda di giunzione deve poter alloggiare una ricchezza di almeno 1,5 metri di fibra singola in modo da consentire un agevole operatività nell'esecuzione delle giunzioni e il rifacimento delle stesse per almeno 10 volte.

La scheda di giunzione essere equipaggiata con n. 2 porta-giunti in nylon per fissare le giunzioni delle fibre; ogni porta-giunti deve essere predisposto per n. 6 giunzioni.

La scheda di giunzione deve essere realizzata per stampaggio in materiale termoplastico e deve essere indicato il nome del costruttore, la data di produzione e il tipo di materiale utilizzato.

8.5 Passacavi

I passacavi servono per la dispersione della ricchezza delle bretelle ottiche e vanno posizionati sotto ai "MOC", nella misura di uno (1) ogni tre (3) MOC.

Se viene posato uno o due MOC per armadio, è necessario posare n. 1 dispersore.

I dispersori devono possedere le seguenti caratteristiche:

- struttura in lamiera d'acciaio, spessore 2,00 mm
- altezza 1 unità rack con 4 asole per fissaggio su telai da 19" con viti M6
- quattro punti per dispersione fibre con l'accesso superiore aperto
- verniciatura a polvere RAL 7035 bucciata



Figura 25 – scheda di giunzione per patch panel MOC

8.6 Telai in tecnica N3

8.6.1 Caratteristiche generali

Il telaio per i cablaggi in fibra ottica deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati e compatibile con i criteri previsti dallo standard ETSI ETS 300-119. Deve poter essere installato all'interno dei locali (siti POP) indicati nel progetto definitivo.

La struttura modulare portante a forma di parallelepipedo, oltre ad offrire la possibilità di un montaggio "stand alone" di un singolo telaio di giunzione/terminazione oppure di interconnessione, deve consentire anche gli eventuali accoppiamenti di più telai (nel caso, anche comunicanti fra loro) nelle configurazioni di installazione

- "back-to-back"
- "side-to-side"

Allo scopo devono essere previsti tutti i kit con i materiali di fissaggio che ne consentano una idonea e sicura installazione in tutte le diverse situazioni di impianto, quali:

- materiali per il fissaggio della parte superiore del telaio alla struttura di fila $h=2.200$ mm delle centrali TLC
- materiali per il fissaggio posteriore a parete e materiali per il fissaggio a pavimento del telaio

La struttura deve permettere un facile assemblaggio e smontaggio di tutto il telaio al fine di facilitarne il trasporto e l'eventuale riutilizzo in diverse POP. Concetto base di questa tipologia di prodotti è quello della completa modularità, non solo applicata alla struttura principale, ma anche a tutti i sottoinsiemi. Pertanto, il telaio deve essere concepito come un sistema costituito da una serie di elementi modulari, quali:

- una struttura modulare portante componibile da equipaggiare e completare con appositi elementi modulari, descritti nel seguito, per allestire la configurazione definitiva di impiego
- i sub-telai di giunzione ed i sub-telai di terminazione per la gestione delle giunzioni, delle terminazioni e delle interconnessioni fra i cavi in ingresso al POP e gli apparati

L'uso opportunamente combinato di tutti gli elementi modulari sopra menzionati deve consentire l'allestimento, preferibilmente in fabbrica o direttamente in campo, di tutte le varie configurazioni funzionali (telaio in configurazione di giunzione/terminazione oppure di interconnessione), da utilizzare con tutte le diverse tipologie di cavi nelle loro diverse potenzialità, nelle diverse condizioni di installazione (nei POP o locali appositamente predisposti), consentendo di effettuare le eventuali giunzioni cavo-cavo (senza, cioè, l'inserimento di terminazioni ottiche).

In generale, vengono di seguito riassunti i componenti da utilizzare in funzione delle varie configurazioni di utilizzo, siano esse con modalità di giunzione/terminazione con gestione del singolo circuito o singolo elemento:

- accessori comuni: struttura portante principale, accessori per la gestione ordinata delle fibre ottiche, delle semibretelle e delle bretelle nel rispetto dei minimi raggi di curvatura consentiti
- accessori da utilizzare nel caso di configurazione del telaio di giunzione/terminazione con gestione singolo elemento: fino a 14 sub-telai di giunzione/terminazione

I telai, mediante l'utilizzo degli elementi modulari, devono consentire una rapida e facile implementazione, anche in tempi successivi alla prima installazione, per far fronte ad esigenze di riconfigurazione o di espansione della rete fino al raggiungimento della massima potenzialità.

Deve essere inoltre possibile combinare sub-telai di giunzione/terminazione singolo circuito e singolo elemento in qualsiasi numero, entro il massimo di 14, allo scopo di rispondere a diverse esigenze applicative.

I telai devono essere provvisti di un sistema di appoggi regolabili in modo da poterli installare anche su pavimenti non livellati.

Il telaio di giunzione/terminazione deve poter essere utilizzato con tutte le diverse tipologie di cavi usati per la realizzazione delle reti di Telecomunicazioni (sia di lunga distanza che di accesso), in particolare:

- con struttura ottica a nucleo scanalato, a tubetto singolo o multitubetto
- con costruzione totalmente dielettrica o con elementi metallici di rinforzo

I cavi devono poter accedere al telaio modulare indifferentemente dalla parte inferiore e/o superiore e devono poter essere attestati sullo stesso mediante un apposito sistema di sfioccamento con le caratteristiche funzionali e costruttive descritte al par. 8.6.3.

Le bretelle ed i cavi break-out di permutazione o di collegamento agli apparati devono poter accedere o uscire indifferentemente dalla parte inferiore e/o superiore del telaio modulare.

Il fornitore deve essere in grado di fornire non solo il telaio ed i sub-telai in forma separata ma eventualmente, in un'ottica di ottimizzazione dei costi e delle prestazioni, anche i sub-telai pre-assemblati in fabbrica nella configurazione richiesta dall'implementazione iniziale del sito di destinazione.

8.6.2 *Caratteristiche costruttive funzionali degli elementi modulari e dei componenti*

La struttura modulare portante del telaio di giunzione/terminazione deve essere costituita da una serie di elementi componibili fra loro, e precisamente:

- un elemento laterale aggiuntivo sinistro (cavedio sx) con larghezza 150 mm per l'ingresso dei cavi a fibre ottiche, completo di supporti e guide per il fissaggio dei cavi ottici
- un elemento centrale principale con larghezza 600 mm dove alloggiare i sub-telai;

- un elemento laterale aggiuntivo destro (cavedio dx) con larghezza totale 300 mm o 450 mm (a discrezione della Direzione Lavori) per la gestione delle bretelle/cavi break-out verso i telai di interconnessione, corredato di moduli di dispersione, supporti e guide per la corretta gestione dell'extra lunghezza delle bretelle monofibra di collegamento ai telai di interconnessione e per l'instradamento delle bretelle monofibra nel rispetto dei raggi minimi di curvatura consentiti (30 mm)
- materiali per il fissaggio posteriore a parete, materiali per il fissaggio a pavimento del telaio, materiali per il fissaggio della parte superiore del telaio alla struttura di fila $h=2.200$ mm
- sub-telai di giunzione/terminazione e relativi vassoi (dettagliati nel par. 8.7), completi di sistema di fissaggio sui montanti della struttura centrale del telaio e serratura
- sistema di sfioccamento per i cavi entranti; il fornitore deve prevedere un adeguato sistema di bloccaggio meccanico e di sfioccamento dei cavi e di protezione dei tubetti e/o fibre ottiche fino ai sub-telai di giunzione
- accessori complementari per il vincolo efficace e la gestione ordinata delle fibre ottiche, delle bretelle, e/o cavi break-out in uscita dalla parte superiore del cavedio destro nel rispetto dei minimi raggi di curvatura consentiti (30 mm)

Deve essere possibile allestire nella massima capacità il telaio con 14 sub-telai di giunzione/terminazione rispettando tutti i vincoli previsti dal presente allegato tecnico.

Di seguito si illustrano, a titolo puramente indicativo, un esempio di telaio realizzato in tecnica N3 e di sub-telai di terminazione/giunzione.

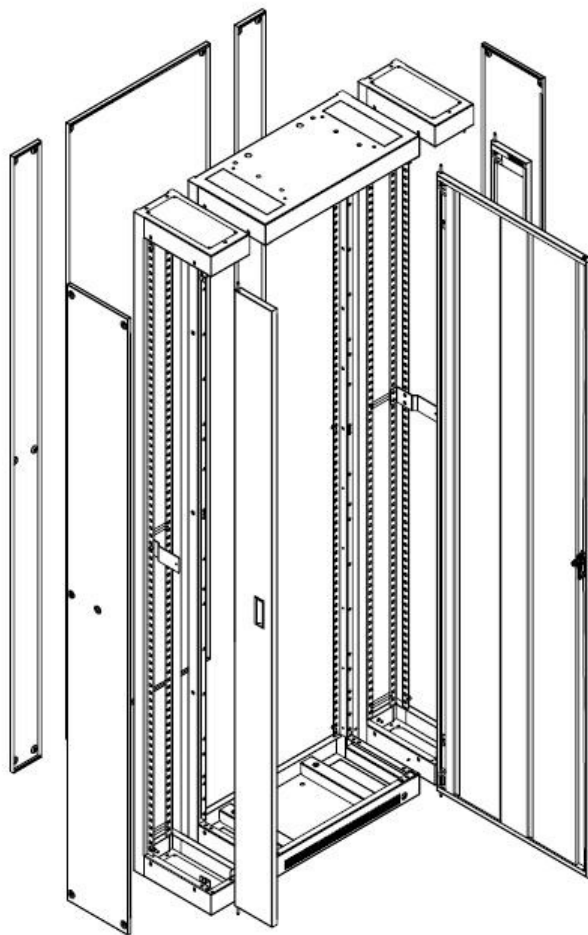


Figura 26 – esempio telaio in tecnica N3

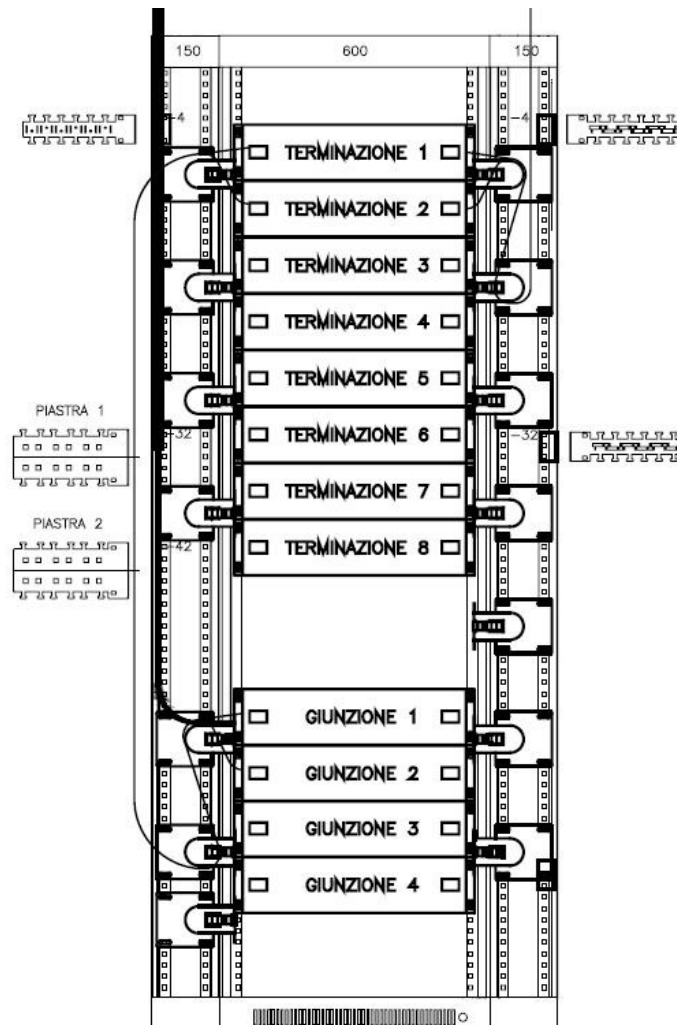


Figura 27 - esempio di attestazioni su telaio N3

Tutti gli elementi primari (sia l'elemento centrale principale che gli eventuali elementi laterali aggiuntivi) da utilizzare per la composizione delle varie configurazioni della struttura principale, devono essere costituiti da:

- una struttura portante propria (base, copertura superiore, struttura posteriore d'unione); la struttura principale centrale deve essere provvista di montanti ETSI per l'installazione dei sub-telai sulla parte posteriore

- pannelli laterali e pannelli posteriori (detti pannelli devono poter essere asportati per poter allestire le configurazioni composte dei telai o per mettere in comunicazione i telai installati in posizione adiacente o back-to-back); si ribadisce che tale condizione di funzionalità e di versatilità deve essere applicata sia alla struttura centrale principale che a tutte le strutture aggiuntive laterali
- una porta frontale asportabile

La predisposizione per il fissaggio dei sub-telai deve essere prevista nella parte posteriore del telaio e deve rispondere a quanto previsto dallo standard ETSI ETS 300-119.

Le porte frontali, sia dell'elemento centrale principale che degli eventuali elementi laterali aggiuntivi, devono essere fornite dotate di opportuna serratura di sicurezza.

Tutti gli elementi componenti il telaio (strutture portanti proprie, pannelli laterali, pannelli posteriori, porte frontali) devono essere muniti di apposito collegamento di equipotenzialità.

Il telaio deve essere dotato di un idoneo sistema per il collegamento di terra rispondente alle normative vigenti in materia.

8.6.3 *Sistema di sfioccamento dei cavi*

Per realizzare lo sfioccamento delle teste dei cavi deve essere proposto un opportuno sistema di bloccaggio meccanico dei nuclei scanalati o degli elementi centrali dei cavi, in grado di sopportare eventuali forze o sollecitazioni scaturite dai cavi, e di instradamento dei tubetti contenenti le fibre dei cavi verso i sub-telai di giunzione/terminazione.

8.6.4 Deve essere inoltre prevista una adeguata protezione delle fibre dei cavi dal punto di sfioccamento fino all'ingresso di ciascun sub-telaio di giunzione sia che si tratti di cavi multitubetti sia che si tratti di cavi scanalati. ***Sistema di guida delle fibre ottiche***

Per consentire una corretta e razionale realizzazione dei cablaggi all'interno dei telai dovranno essere previsti opportuni dispositivi guida-fibre da posizionare lateralmente ai sub-telai per consentire il corretto posizionamento delle semibretelle (pigtail), delle bretelle e dei cavi break-out all'interno del telaio. Sistema di bloccaggio dei cavi

Deve essere proposto un adeguato sistema di ancoraggio dei cavi break-out in ingresso/uscita dal telaio che ne garantisca il bloccaggio meccanico e la loro gestione razionale anche in tempi successivi alla prima installazione, per far fronte ad esigenze di riconfigurazione o di espansione della rete fino al raggiungimento della sua massima potenzialità.

8.6.5 *Principali caratteristiche dei materiali*

Il Fornitore, nell'ambito della realizzazione dei telai di cui al presente documento, deve dichiarare il tipo di processo produttivo impiegato e i materiali utilizzati, corredati delle sigle identificative secondo gli standard internazionali.

La struttura principale del telaio deve essere realizzata in lamiera.

Tutte le viterie utilizzate per l'assemblaggio devono essere non ossidabili e tutte le parti metalliche devono essere non ossidabili o adeguatamente protette con idoneo ciclo di verniciatura così da assicurare, per tutto il periodo vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche imposte dalla presente Specifica.

Lo spessore e le eventuali sagomature di rinforzo devono assicurare, per tutta la vita del prodotto, le caratteristiche meccaniche idonee alla sua funzionalità.

La struttura principale metallica del telaio deve essere verniciata a polvere in colore RAL 7035. Allo scopo di favorire la riciclabilità, il numero di materiali costituenti il prodotto deve essere ridotto al minimo indispensabile. Deve comunque essere evitato il ricorso a miscele di materiali differenti compatibilmente alle funzionalità del prodotto stesso. I materiali plastici dei componenti devono essere riciclabili e non devono contenere altri materiali pericolosi ai sensi dell'allegato H del D. Lgs. 22/97 e successive modifiche.

Per la produzione degli elementi del sistema modulare è ammesso l'uso di materiale riciclato in percentuali dichiarate purché vengano rispettate tutte le caratteristiche imposte dal presente documento.

Per consentire una più agevole gestione della fase di fine vita del prodotto, questo deve poter essere facilmente disassemblato, ovvero non prevedere l'impiego di colle, nastri adesivi o fusione di materiali diversi.

Il Fornitore deve riportare nella scheda sicurezza le prescrizioni da adottare in caso di incendio.

Tutti i componenti plastici dei moduli di giunzione devono essere realizzati da stampo utilizzando un idoneo materiale plastico con un grado di infiammabilità V0 secondo lo standard internazionale UL94.

8.6.6 *Siglatura*

Su ogni telaio devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logo-tipo della MAN LEPIDA (all'esterno sulla parte frontale dell'elemento centrale)
- la sigla del fornitore (sul lato opposto rispetto al logotipo precedente)
- il codice identificativo per la rintracciabilità del mese, dell'anno e del lotto di produzione (il numero deve riferirsi all'insieme di tutti i componenti del prodotto finito)

Sui particolari realizzati in materiale plastico deve essere presente la marcatura con l'indicazione del tipo di materiale costituente prodotto, l'indicazione di materiale riciclabile e l'eventuale indicazione di materiale riciclato impiegato.

Per le materie plastiche si ricorra alla Norma ISO 11469 "Plastic generic identification and marking of plastic products".

8.6.7 *Imballaggi*

Tutti i materiali componenti l'imballaggio devono essere marcati al fine di garantire la loro identificazione. Tale marcatura deve essere conforme a quanto previsto dalla Decisione CEE/CEEA/CECA n° 129 del 28/01/1997 97/129/CE.

Vanno indicate le parti/componenti l'imballaggio che sono state realizzate con materiali riciclati, riportando la percentuale di riciclato utilizzato.

Inoltre per ogni materiale costituente l'imballaggio occorre indicare se è riciclabile.

Vanno indicate le parti/componenti del prodotto per le quali si sono utilizzati inchiostri e/o vernici contenenti materiali definiti pericolosi ai sensi dell'Allegato H del D. Lgs 22/97 e successive modifiche. L'utilizzo di questi

elementi devono essere ridotti al minimo indispensabile compatibilmente alle funzionalità del prodotto stesso.

8.7 Sub-telai di giunzione/terminazione in tecnica N3

8.7.1 *Caratteristiche funzionali generali*

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati e compatibile con criteri previsti dallo standard ETSI ETS 300-119.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere corredato dei materiali (viti, dadi, rosette e dadi in gabbia per i montanti dei telai) necessari al suo fissaggio su telaio di tipo N3 (par. 8.6). Il montaggio del sub-telaio di giunzione/terminazione all'interno del telaio principale dovrà poter essere effettuato sugli appositi montanti predisposti nella parte posteriore del telaio, utilizzando le staffe apposite.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve poter gestire in ingresso cavi a tubetti di modularità 12 fibre ottiche per tubetto per massimo di 12 tubetti per ogni cavo.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere equipaggiato al suo interno con tutti gli accessori per una ordinata ed efficace gestione indifferentemente di tutte le semi-bretelle previste e relative extralunghezze, garantendo il controllo costante dei raggi di curvatura minimi richiesti (30 mm).

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere concepito come una soluzione integrata in grado di consentire al suo interno la giunzione e la terminazione di almeno 72 semibretelle connettorizzate SC-LC o SC-SC oppure 144 semibretelle connettorizzate LC-PC.

Nella figura che segue si mostra, a livello puramente indicativo, un esempio di sub-telaio di terminazione/giunzione in tecnica N3.

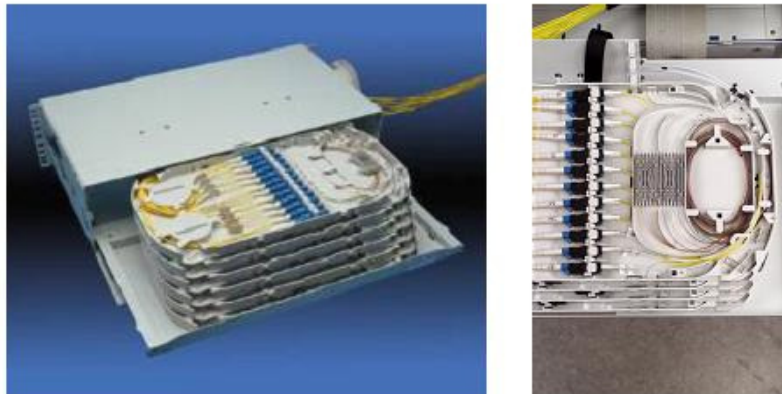


Figura 28 – esempio di sub-telaio di giunzione/terminazione e particolare vassoio con interconnessioni LC/PC

8.7.2 *Caratteristiche costruttive e funzionali dei vassoi di giunzione/terminazione*

Ogni singolo vassoio di giunzione/terminazione deve essere costituito da un elemento piano opportunamente sagomato e suddiviso in zone differenziate che svolgono le seguenti funzioni:

- una zona di guida e di instradamento delle bretelle e semibretelle ai manicotti
- una zona per l'ancoraggio delle protezioni delle singole giunzioni ottiche (protezione con tubetto termorestringente di diametro esterno massimo 2.5mm) e di guida e di protezione delle fibre e semibretelle
- una zona lineare centrale, posta tra le due precedenti, di bloccaggio e organizzazione ordinata delle terminazioni ottiche mediante opportuni manicotti

Ogni singolo vassoio deve consentire la giunzione e la terminazione di 24 connessioni ottiche LC o di 12 connessioni ottiche SC.

Al fine di ottimizzare gli ingombri verticali e facilitare il loro assemblaggio all'interno del subtelaio, i vassoi sono sagomati in modo da sovrapporsi a coppie, con le rispettive linee di ritenzione dei connettori opportunamente sfalsate.

La connessione deve essere interna e non frontale ed i manicotti devono poter essere facilmente sganciati dal vassoio per consentire un più agevole inserimento/disinserimento dei connettori ottici.

Il sistema di organizzazione e di gestione dei cablaggi all'interno del modulo di giunzione dovrà adottare tutti gli opportuni accorgimenti per garantire:

- il pieno rispetto del raggio minimo di curvatura delle fibre (30mm)
- il convogliamento protetto e guidato delle fibre

L'accesso alle singole giunzioni allocate nel vassoio di giunzione/terminazione deve avvenire senza la necessità di manipolare o rimuovere i cablaggi mentre l'instradamento delle fibre deve risultare protetto e non influenzabile dalle manipolazioni dell'operatore durante l'accesso al sub-telaio di giunzione.

Tutti i componenti dei moduli di giunzione devono essere prodotti da stampo in materiale plastico con le caratteristiche indicate al 8.7.3.

Il sistema di organizzazione e gestione delle giunzioni/terminazioni costituito dal vassoio deve adottare opportuni accorgimenti al fine di evitare, durante gli interventi di manutenzione e/o di riconfigurazione/espansione della rete sulle fibre alloggiate nel vassoio stesso, ogni interferenza o influenza sulla trasmissione delle altre fibre già in funzione allocate nei vassoi adiacenti.

I vassoi di giunzione/terminazione devono essere idonei per poter contenere indifferentemente le giunzioni ottiche con le relative ricchezze di fibra o le fibre inutilizzate.

Ogni vassoio deve poter contenere almeno 1,5 metri di ricchezza di ogni singola fibra.

I vassoi devono essere incernierati in modo sicuro ed efficace ad un supporto posto all'interno del subtelaio stesso. Le cerniere devono permettere di ruotare i vassoi in senso verticale in modo da consentire un facile accesso alle terminazioni ottiche contenute nel vassoio.

8.7.3 *Principali caratteristiche dei materiali*

Valgono le stesse considerazioni riportate nel par. 8.6.5.

8.7.4 *Siglatore*

Valgono le stesse considerazioni riportate nel par. 8.6.6.

8.7.5 *Imballaggi*

Valgono le stesse considerazioni riportate nel par. 8.6.7.

8.8 Borchia di terminazione sede d'utente

La borchia di terminazione utente è un accessorio che permette la gestione delle fibre presso l'utente consentendone l'interfaccia con gli apparati. Essa deve poter utilizzare gli stessi moduli di giunzione previsti per i telai e le muffole e deve garantire l'affidabilità, la flessibilità e la modularità di tutto il sistema.

Per tutti i tipi di borchia le terminazioni devono essere realizzate mediante connettori SC/PC.

8.8.1 *Caratteristiche costruttive e funzionali*

La borchia di terminazione utente deve essere concepita come un sistema modulare, costituito da un contenitore di varie forme e dimensioni, configurabile utilizzando una componentistica opportuna, in fabbrica o direttamente in campo, in base al numero di fibre che la borchia può ospitare.

8.8.2 *Configurazione di base della borchie*

La borchia, nella sua configurazione base, è costituita da un contenitore in materiale plastico, fissabile a muro, composto da una base con la predisposizione degli imbocchi per cavi e le bretelle, ed un coperchio di chiusura con viti o serratura con chiave.

Al fine di garantire la massima protezione dei componenti interni alla borchia, gli imbocchi devono risultare chiusi da stampo alla fornitura ed apribili in fase d'installazione con semplice taglio.

Devono poter essere utilizzabili sistemi di sigillatura degli imbocchi, sia per i cavi che per le bretelle.

Il nucleo scanalato o l'elemento centrale in VTR dei cavi, deve essere vincolato meccanicamente all'interno del borchia, utilizzando opportuni sistemi di fissaggio, e deve essere in grado di sopportare eventuali forze originate dal cavo stesso.

La borchia deve garantire la protezione meccanica ed ambientale:

- delle giunzioni contenute nei rispettivi moduli, necessari alla configurazione desiderata. I moduli di giunzione devono essere vincolati ad un telaio appositamente previsto
- dei connettori vincolati all'apposito supporto

Le dimensioni di massimo ingombro sono funzione del numero di fibre della configurazione.

La rimozione del coperchio deve consentire immediato accesso ai cablaggi ottici, ai moduli di giunzione e a ciò che deve essere facilmente raggiungibile durante gli interventi tipici di esercizio.

L'accesso alle singole fibre e alle singole giunzioni nei moduli deve avvenire senza manipolare o rimuovere i cablaggi, per non originare disturbi sulle fibre non interessate all'intervento.

In nessun caso il raggio minimo di curvatura deve risultare inferiore a 30mm. La borchia deve poter essere installata a temperature comprese fra -5°C e + 45°C.

8.8.3 Configurazione fino a 16 fibre ottiche

La borchia deve consentire la terminazione, con 16 connettori, di un cavo fino a 16 fibre ottiche, di diametro massimo di 18 mm.

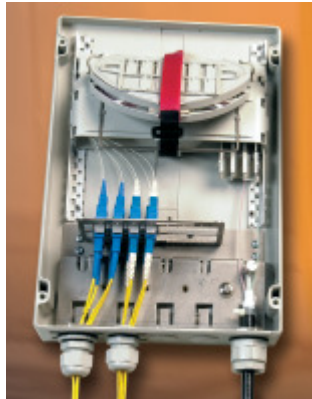


Figura 29 – esempio di borchia a 16 terminazioni

Sulla base della borchia di terminazione utente fino a 16 fibre ottiche devono essere previsti cinque imbocchi per l'ingresso dei cavi e per l'uscita delle semi bretelle. Inoltre, la borchia deve essere provvista di sistemi per la sigillatura degli imbocchi, per cavi e bretelle, mediante guarnizione o guaina termorestringente.

La borchia deve poter essere chiusa, mediante una serratura principale, posta sul coperchio. Deve inoltre essere possibile proteggere la sola zona di giunzione con un secondo coperchio con serratura secondaria, lasciando libero accesso alla zona dei connettori.

Le dimensioni di massimo ingombro della borchia devono essere di 22 cm x 33 cm x 11 cm.

8.8.4 *Modulo di giunzione*

Il modulo di giunzione deve poter essere alloggiato all'interno dei vari contenitori della borchia di terminazione utente e deve essere realizzato in modo tale da contenere e proteggere:

- la ricchezza delle fibre o dei nastri
- le giunzioni fra le fibre o i nastri
- le fibre o i nastri continui

Il modulo di giunzione deve poter essere montato con un sistema a cerniera su apposite piastre predisposte all'interno delle borchie.

Deve essere possibile rimuovere il singolo modulo dalle piastre.

Il sistema a cerniera deve far ruotare il modulo per agevolare l'accesso alle giunzioni e alla ricchezza delle fibre ottiche conservate all'interno del modulo stesso, senza causare transienti di attenuazione a fibre contenute nei moduli attigui.

Il modulo deve poter alloggiare una ricchezza di almeno 1,5 mt per ogni estremità di fibra singola, in modo da consentire un'agevole operatività nell'esecuzione delle giunzioni e il rifacimento della giunzione per almeno 10 volte.

Il modulo deve essere strutturato al suo interno in modo che la fibra singola sia protetta e guidata, in maniera tale da garantire che il raggio minimo di curvatura di 30 mm sia rispettato durante qualsiasi manipolazione del modulo stesso.

Deve essere possibile installare moduli che consentano di alloggiare:

- due giunzioni di fibre singole, per la gestione del singolo circuito (Tx e Rx)
- numero di giunzioni necessarie a gestire il singolo elemento (tubetto)

Il modulo deve inoltre poter alloggiare e proteggere le fibre del cavo non interessati alle giunzioni.

Il modulo deve potere accettare i più comuni sistemi di protezione delle giunzioni.

I moduli devono poter essere montati e rimossi dalle piastre di supporto a temperature comprese fra -5°C e + 45°C.

8.8.5 *Principali caratteristiche dei materiali*

Il modulo di giunzione deve essere realizzato come stampo di un blocco unico di un opportuno materiale termoplastico, con un grado di infiammabilità V0, secondo la Norma UL 94.

8.8.6 *Siglatore*

Valgono le stesse considerazioni riportate nel par. 8.6.6.

8.8.7 *Imballaggi*

Valgono le stesse considerazioni riportate nel par. 8.6.7.

9. Certificazione della rete in fibra ottica

9.1 Generalità

Di seguito si forniscono le prescrizioni inerenti le misure di collaudo delle MAN mirate alla verifica della perfetta esecuzione dei lavori.

All'inizio e al termine delle opere di realizzazione delle reti verrà effettuata dalla Direzione Lavori una serie di collaudi sui cavi ottici.

I collaudi saranno articolati in 3 fasi principali:

1. collaudo delle bobine di cavo ottico prima della posa
2. analisi delle misure sui cavi ottici e relative certificazioni fornite dalla ditta appaltatrice a fine lavori
3. collaudo dell'installato da parte della Direzione Lavori

Di seguito si riportano le modalità che verranno applicate per lo svolgimento delle tre fasi.

9.2 Strumentazione e accessori

Si riporta un elenco con la tipologia dei principali strumenti e accessori di cui l'Appaltatore dovrà disporre per l'esecuzione delle misure richieste sia in fase di Precollaudo che di Collaudo.

- OTDR con modulo monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm
- Power meter con TX monomodale alla lunghezza d'onda di 1550 nm
- bobina di lancio con lunghezza $\geq 300\text{m}$

- Kit di pulizia per connettori
- bombola di gas elio, rilevatore di gas elio da con sensibilità minima di 50 ppm

9.3 Fase 1: collaudo delle bobine di cavo ottico

La ditta appaltatrice, una volta in possesso delle bobine di cavo ottico (certificate dal costruttore – vedi 5.6) deve tempestivamente comunicare la disponibilità del materiale alla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva di procedere ad un collaudo a campione nella sede della ditta appaltatrice entro qualche giorni (da concordare) dalla data di ricezione della comunicazione.

Collaudato con esito positivo e comunque superato tale periodo, la ditta appaltatrice potrà procedere all'installazione dei cavi ottici.

Il collaudo sarà effettuato analizzando le certificazioni fornite dal costruttore e il diagramma della potenza retrodiffusa ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con sorgente LD (Laser Diode) operante in seconda e terza finestra ottica, che la ditta appaltatrice deve mettere a disposizione.

Nel diagramma della potenza retrodiffusa la Direzione Lavori verificherà la conformità alle specifiche dei seguenti parametri:

- attenuazione specifica
- uniformità dell'attenuazione della fibra su tutta la sua lunghezza

Le misure verranno eseguite, per ogni bobina, su alcune fibre ottiche la cui scelta è a discrezione della Direzione Lavori.

In caso di esito positivo, le misure effettuate verranno acquisite dalla Direzione Lavori e dalla ditta appaltatrice e si potrà procedere alla posa dei cavi ottici.

In caso di esito negativo, su ad esempio una bobina, la Direzione Lavori procederà alla verifica di conformità su tutte le altre bobine restanti.

Al termine del collaudo la ditta appaltatrice dovrà provvedere alla immediata sostituzione del materiale non conforme alle specifiche. Eventuali ritardi sulla consegna dei lavori dovuti a questa causa non saranno ritenuti giustificati.

Le misure devono essere effettuate nella terza finestra ottica.

9.4 Fase 2: analisi delle misure e certificazioni

9.4.1 Effettuazione delle misure di certificazione

Al termine della posa, dell'attestazione e terminazione di ogni segmento di cavo ottico, la ditta appaltatrice deve provvedere alla certificazione del 100% delle fibre ottiche di ogni cavo.

La certificazione consiste nell'effettuare, per ogni fibra del cavo, le seguenti misure:

1. diagramma della potenza retrodiffusa
2. lunghezza ottica del collegamento
3. attenuazione dei giunti di linea
4. attenuazione specifica
5. attenuazione totale di sezione (solo per le fibre ottiche terminate)

Tutte le misure devono essere effettuate in terza finestra ottica (lunghezza d'onda di 1550 nm) e IOR pari a 1,46750.

Deve inoltre essere certificata la tenuta pneumatica delle muffole.

Diagramma della potenza retrodiffusa

Il diagramma della potenza retrodiffusa deve essere ottenuto mediante l'utilizzo di uno strumento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con sorgente LD (Laser Diode) operante in seconda e terza finestra ottica.

L'uscita dello strumento di misura (OTDR) deve essere collegata alla bussola del patch-panel di permutazione relativa alla fibra da misurare tramite una

bobina di lancio, di lunghezza non inferiore a 300 metri, e connettorizzata lato patch-panel con un connettore SC.

La fibra ottica della bobina di lancio deve avere le stesse specifiche trasmissive delle fibre che equipaggiano i segmenti di cavo ottico.

Il diagramma della tratta sotto misura, una volta visualizzato per l'intero percorso (compresa la bobina di lancio) deve essere utilizzato per verificare che l'attenuazione della fibra sia uniformemente distribuita, a meno dei punti interessati dai giunti di linea e/o spillamento.

I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione di collaudo.

Lunghezza ottica del collegamento

La lunghezza ottica del collegamento deve essere rilevata sul diagramma di retrodiffusione posizionando il primo marker (M1) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel creato dal connettore di inizio segmento e il secondo marker (M2) di misura immediatamente prima del picco di Fresnel relativo al connettore di fine tratta o del giunto a fusione (questo nei casi in cui le fibre non terminate di un segmento vengono tra loro giuntate per creare un loop ottico).

Per ogni tratta, sarà sufficiente caratterizzare gli elementi di una sola fibra ottica la quale sarà opportunamente scelta per ogni rilievo.

I rilievi con OTDR dovranno essere effettuati dai POP verso le periferie oppure tra due POP.

I diagrammi dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione.

Attenuazione di eventuali giunti di linea e/o spillamento

Qualora, nel segmento interessato, sia presente un giunto ottico a fusione, deve essere effettuata la misura bidirezionale di attenuazione dello stesso, sul diagramma di retrodiffusione, posizionando M1 immediatamente prima della variazione di linearità della curva (provocata dal giunto) e M2 immediatamente dopo.

La misura deve essere effettuata nelle due direzioni utilizzando come seconda bretella di lancio la fibra immediatamente adiacente.

Le misure devono essere effettuate sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Le due misure ottenute, per ogni fibra e relativo giunto, dovranno essere riportati su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione.

Attenuazione specifica

La misura deve essere effettuata sul diagramma di retrodiffusione posizionando M1 immediatamente dopo il picco di Fresnel di inizio tratta e il M2 immediatamente prima del picco di Fresnel di fine tratta, se non sono presenti giunti di linea.

Nel caso in cui siano presenti giunti di linea, la misura dovrà essere effettuata per ogni segmento escludendo le sezioni di giunzione.

La misura deve essere memorizzata su supporto digitale.

Attenuazione totale di sezione

La misura deve essere effettuata esclusivamente per le fibre ottiche terminate ai due estremi.

Tale misura deve essere realizzata bidirezionalmente con il metodo dell'inserzione. Allo scopo dovrà essere utilizzato un banco ottico di misura operante in terza finestra, costituito da un trasmettitore e un misuratore di potenza ottico.

I due valori di misura ottenuti per ogni fibra devono essere riportati su un'opportuna tabella, con a fianco il valore medio della misura determinato dalla semisomma dei due valori di attenuazione stessi. A fianco ad ogni misura deve essere inoltre riportato il valore massimo atteso per ogni misura, che deve essere calcolato secondo quanto riportato nel successivo paragrafo.

Le misure dovranno essere riportate su appositi modelli che costituiranno parte integrante della certificazione di collaudo.

Tenuta pneumatica delle muffole

La ditta Appaltatrice dovrà garantire che tutte le muffole presenti nell'impianto siano a tenuta stagna.

A tal fine si dovrà immettere nella muffola di linea gas elio alla sovrappressione di 500 hPa e verificare dopo circa 15 minuti che non vi siano delle perdite con l'ausilio di un rilevatore d'elio.

9.4.2 *Materiale da consegnare alla Committente*

Una volta terminate le misure, L'Appaltatore consegnerà alla D.L, in doppia copia debitamente sottoscritta in ogni pagina, la documentazione completa delle certifiche di collaudo prodotte, sia su supporto cartaceo che elettronico, con allegato eventuale programma di visualizzazione di curve in formato SOR.

I moduli relativi a questa documentazione sono riportati in calce a questo capitolo. In particolare, tale documentazione conterrà:

- diagrammi di retrodiffusione – report OTDR
- attenuazione totale di sezione – report power meter

9.4.3 *Analisi delle misure da parte della Direzione Lavori*

La Direzione Lavori, in questa fase, analizzerà la documentazione consegnata dalla ditta appaltatrice per effettuare le opportune valutazioni sull'esecuzione a regola d'arte delle opere di posa, di giunzione e di terminazione dei cavi ottici.

La valutazione verrà fatta su tutte le misure effettuate con le seguenti modalità.

Si precisa che, qualora vengano riscontrati dalla D.L. condizioni fuori specifica di collaudo, qualunque ne sia la causa, l'Appaltatore dovrà sostituire l'intera pezzatura di cavo e/o rigiuntarla e terminarla senza pretendere nessun compenso di qualsiasi natura.

Diagramma della potenza retrodiffusa

Verrà verificato che l'attenuazione della fibra sia uniformemente distribuita su tutta la sua lunghezza, a meno della presenza di giunti intermedi (giunti di linea). La mancanza di eventuali attenuazioni concentrate, non giustificabili da terminazioni o giunti di linea, confermerà la esecuzione della posa a regola d'arte e la qualità della fibra.

Si precisa che la traccia OTDR del diagramma della potenza retrodiffusa dovrà essere rappresentata utilizzando una scala appropriata, in particolare non saranno accettate dalla Direzione Lavori rappresentazioni di diagrammi di retrodiffusione dove i singoli eventi non siano riportati con una scala idonea a procedere con l'analisi dei singoli eventi, mediante il metodo grafico della curva rappresentante il diagramma di retrodiffusione; dovranno inoltre essere evidenziati chiaramente i marker utilizzati per le misure di cui sopra.

Ogni singolo diagramma di retrodiffusione dovrà essere corredato da una tabella in cui vi siano specificati tutti parametri in misura richiesti dalla presente Specifica Tecnica comprendendo, oltre che la data in cui è stata eseguita la misura e il numero di fibra in misura, la sezione e la tratta di cui fa parte la fibra misurata. La tabella deve essere sempre riportata in un foglio unico unitamente al relativo diagramma di retrodiffusione

Lunghezza ottica del collegamento

Viene utilizzata per il calcolo delle lunghezze dei segmenti di cavo ottico, e quindi per definire le massime attenuazioni di sezione consentite.

Attenuazione degli eventuali giunti in linea

La maschera d'accettazione delle misure di attenuazione di giunti di linea prevede:

- il 70% delle misure bidirezionali dei giunti deve avere attenuazione minore o uguale a 0,07 dB [$A_g \text{ (db)} \leq 0,07 \text{ db}$]
- il 20% delle misure bidirezionali dei giunti deve avere attenuazione compresa tra a 0,07 dB e 0,15 dB [$0,07 < A_g \text{ (db)} \leq 0,15$]
- il 10% delle misure bidirezionali dei giunti deve avere attenuazione compresa tra a 0,15 dB e 0,30 dB [$0,15 < A_g \text{ (db)} \leq 0,30$]

Le percentuali di cui sopra sono riferite considerando come 100% la totalità delle fibre ottiche prese in esame per singola tratta in misura. Saranno

ritenute non accettabili e quindi invalideranno il collaudo le percentuali riferite alla sommatoria delle misure effettuate considerando fibre ottiche rilevate da più tratte.

La verifica di quanto sopra per ogni giunto di linea conferma l'esecuzione a regola d'arte del giunto stesso.

Misura dell'attenuazione specifica

Le misure ottenute dovranno essere inferiori a 0,25 dB/km (nella terza finestra ottica).

Attenuazione totale di sezione

Verrà verificato che l'attenuazione totale di sezione, relativa ad ogni fibra ottica terminata, sia prossima al valore dell'attenuazione di sezione attesa, calcolata attraverso la seguente formula:

$$A_{attesa}[\text{dB}] = 2 \cdot A_c[\text{dB}] + N_g \cdot A_g[\text{dB}] + \alpha[\text{dB/Km}] \cdot L[\text{Km}]$$

dove

A_c → attenuazione media prevista per un connettore (0,5 dB)

N_g → n.ro di giunti lungo la tratta in esame

A_g → attenuazione media prevista per un giunto (0,07 dB)

α → attenuazione specifica della fibra in terza finestra ottica (0,25 dB)

L → lunghezza ottica del collegamento

9.5 Fase 3: collaudo dell'installato da parte della DL

Il collaudo funzionale definitivo verrà effettuato alla presenza della Direzione Lavori e della ditta appaltatrice.

Le fasi previste per il collaudo sono:

- ispezione visiva delle terminazioni e attestazione delle fibre agli armadi di nodo e all'interno delle muffole
- rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione
- misure a campione dell'attenuazione di sezione
- misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea
- rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole

Di seguito se ne riportano le modalità.

9.5.1 *Ispezioni visive*

Successivamente all'analisi delle misure, saranno effettuati dei sopralluoghi all'interno dei locali delle sedi interessate alla connessione in rete, dove sono posizionati gli armadi di nodo, e all'esterno, dove sono posizionate i giunti di giunzione/spillamento dei cavi ottici; per questi ultimi, i sopralluoghi saranno effettuati a campione e comunque a discrezione del collaudatore e/o della D.L.

Durante i vari sopralluoghi, sarà verificata l'avvenuta realizzazione a regola d'arte di quanto segue:

- l'ingresso dei cavi ottici negli armadi e nei giunti
- la ricchezza dei cavi ottici e loro fissaggio all'interno degli armadi e dei giunti
- la sguainatura e attestazione dei cavi ottici
- l'allocazione delle ricchezze delle fibre ottiche entro i cassette ottici e all'interno dei moduli di giunzione dei giunti
- la protezione del giunto tra ogni fibra e la relativa semibretella

Sarà verificato infine che i cavi ottici in ingresso e/o uscita dai giunti, nonché i cassette ottici di terminazione e i relativi connettori siano identificati con idonee etichette poste sulla parte visibile del singolo componente.

Al termine del collaudo sarà redatto congiuntamente un apposito verbale che attesti la conformità dell'impianto alle prescrizioni oggetto del Capitolato.

In caso di collaudo con esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto, a regolarizzare le anomalie riscontrate e ad eseguire le misure che attestino la rimozione delle non conformità, nei tempi e modi concordati con la D.L.

9.5.2 *Rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione*

La Direzione Lavori richiederà alla ditta di eseguire a campione rilievi del diagramma di retrodiffusione in ogni segmento di cavo ottico interessato, con OTDR di proprietà della ditta appaltatrice.

I rilievi potranno essere richiesti sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Il numero di campioni rilevati sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo e sarà a discrezione della Direzione Lavori.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente dalla Direzione Lavori.

9.5.3 *Misure a campione di attenuazione di sezione*

La Direzione Lavori richiederà alla ditta di eseguire a campione una serie di misure di attenuazione di sezione per ogni segmento di cavo ottico.

Il numero di campioni misurati sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche terminate di ogni segmento di cavo e sarà a discrezione della Direzione Lavori.

Anche le fibre ottiche terminate da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente dalla Direzione Lavori.

Le misure dovranno essere effettuate dalla ditta, in presenza della Committente e della Direzione Lavori, utilizzando il proprio banco ottico monomodale nella terza finestra ottica, secondo le modalità precedentemente descritte.

9.5.4 *Misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea*

La Direzione Lavori richiederà alla ditta appaltatrice di eseguire a campione misure bidirezionali dei giunti di linea con la tecnica della retrodiffusione con OTDR di proprietà della stessa ditta appaltatrice.

Le misure potranno essere richieste sia per le fibre terminate che per le fibre in pig-tail.

Il numero di misure da effettuare sarà minore o uguale al 20% delle fibre ottiche di ogni segmento di cavo contenente il giunto e sarà a discrezione della Direzione Lavori.

Anche le fibre ottiche da sottoporre a misura saranno scelte incondizionatamente dalla Direzione Lavori.

9.5.5 *Rilievi a campione della tenuta pneumatica delle muffole*

Verrà considerata non regolare la rilevazione di una perdita di almeno 100 P.P.M. rilevata con uno rivelatore d'elio con sensibilità pari a 50 P.P.M.

9.6 Schemi di misura per la certificazione

Di seguito si rappresenta lo schema da adottare per l'esecuzione delle misure di cui sopra, con evidenza dei dei marker da utilizzare.

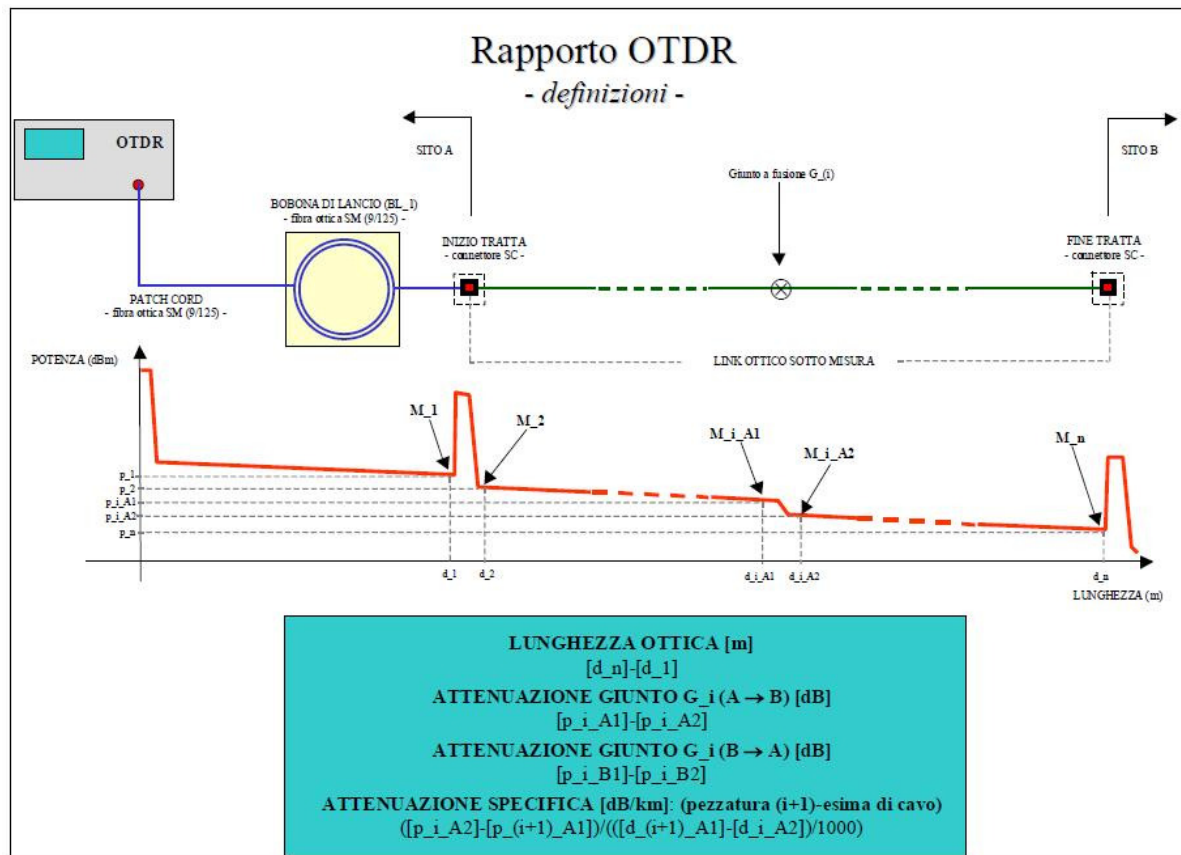


Figura 30 – schema di misura: report OTDR

9.7 Modelli di reportistica per la certificazione

Per quanto riguarda i report prodotti con la strumentazione OTDR, devono essere riportate in maniera chiara le seguenti informazioni di minima:

Data della certifica	gg/mm/aaaa
Collegamento	es. POP X (A) – sede Y (B)
Direzione della misura	es. A -> B

Fibra ottica	es. 1
Lunghezza d'onda	1550 nm
Scala di misura	es. 25 km
Indice di rifrazione	1.46750
Ampiezza dell'impulso	es. 100 ns
Strumento utilizzato	Marca e modello
Versione del software	xxxxxxxxxxx