

**DISCIPLINARE TECNICO
PER IL RIVESTIMENTO
di tubi a gravità (max. 0,5 bar)
con tecniche trenchless CIPP
(Cured In Place Pipe)**

**Commissione Tecnica Permanente
Relining CIPP 2014 - 2016**

INDICE

Sommario

0	INTRODUZIONE	5
1	PREMESSA.....	5
2	CAMPI DI IMPIEGO	8
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
	3.1 Premessa	8
	3.2 Sistemi di resine	9
	3.3 Materiale costituente la parte strutturante del liner (laminato)	9
	3.4 Membrane interne ed esterne.....	9
	3.4.1 Membrana interna/coating (spessore di usura)	10
	3.5 Prodotto finito (Liner/calza)	10
4	REQUISITI DI IDONEITÀ TECNICA	11
5	PROGETTAZIONE	14
	5.1 Generalità	14
	5.2 Parametri di valutazione del manufatto da risanare.....	14
	5.3 Parametri di progettazione dello spessore del liner.....	14
	Al fine di valutare lo spessore ottimale del liner da posare è fondamentale avere i seguenti dati: 14	
	5.4 Verifiche del sistema idraulico.....	15
6	PREPARAZIONE DELLA CONDOTTA.....	16
	6.1 Premessa	16
	6.2 Gestione delle acque defluenti ed interferenti.....	16
	6.3 Processi di spurgo	16
	6.4 Ostacoli/assenza di ostacoli	17

6.5 Attività edili funzionali all'installazione del liner	17
6.6 Interventi di normalizzazione propedeutici all'installazione del liner	17
6.7 Censimento degli allacciamenti laterali in linea	17
6.8 Ispezione pre-inserimento.....	17
7 INSTALLAZIONE DEL LINER	18
7.1 Premessa	18
7.2 Processo di installazione	18
7.2.1 Processo di inversione (aria/acqua).....	18
7.2.2 Processo di inserimento (Traino).....	18
7.2.3 Combinazione tra processo di inversione e di inserimento	18
7.3 Processo di indurimento	19
7.3.1 Indurimento a caldo (Termo-catalisi)	19
7.3.2 Indurimento a temperatura ambiente (Ambient Curing)	19
7.3.4 Indurimento combinato (Foto-Termocatalisi)	20
7.4 Documentazione a disposizione del committente/D.L.	20
7.5 Lavori successivi all'installazione del liner	21
7.5.1 Prova di tenuta.....	21
7.5.2 Apertura delle connessioni laterali.....	21
7.5.3 Collegamento delle connessioni laterali al liner	21
7.5.4 Collegamento ai pozzetti e/o vasche.....	21
8 ACCETTAZIONE DEL PRODOTTO	22
8.1 Premessa	22
8.2. Prove in loco.....	22
8.3 Prelievo e grandezza del campione	22
8.4 Determinazione dello spessore del liner installato (laminato)	23
8.5 Documento di trasporto del campione	24

8.6 Prove sul campione	24
8.6.1 Premessa.....	24
8.6.2 Prova di flessione a 3 punti	24
8.6.2.1 Normative di riferimento in vigore.....	24
ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO	25
GLOSSARIO.....	27
COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA PERMANENTE – RELINING CIPP	29

0 INTRODUZIONE

Il documento “DISCIPLINARE TECNICO PER IL RIVESTIMENTO di tubi a gravità (max. 0,5 bar) con tecniche trenchless CIPP (Cured In Place Pipe)” è frutto del lavoro svolto dalla Commissione Tecnica Permanente – Relining CIPP dal 2014 al 2016.

Esso vuole essere una guida orientativa per i tecnici del settore che necessitino di informazioni o debbano inserire tali tecniche no-dig nei loro progetti o documenti di gara.

Pertanto i contenuti di tale documento possono essere utilizzati anche parzialmente dai tecnici, siano essi Liberi Professionisti (Progettisti, Direttori dei Lavori,...) o in forza ai Gestori del Servizio Idrico Integrato per gli usi e gli scopi più consoni alle loro esigenze.

Certamente il documento potrà fornire riferimenti procedurali e normativi utili a chi debba progettare o seguire in cantiere lavori di risanamento o rinnovamento non distruttivo di tubazioni mediante l'utilizzo di tubolari impregnati con resine da polimerizzarsi in loco.

1 PREMESSA

Il gruppo di tecniche di risanamento NO-DIG raccolte sotto la denominazione C.I.P.P. - *Cured In Place Pipe* (tubo polimerizzato in loco), rappresentano una metodica di rinnovamento e/o risanamento non distruttivo.

Tale sistema consiste nell'inserimento all'interno di condotte esistenti con funzionamento a gravità, di un tubo flessibile polimerizzato in loco che prende la forma del tubo ospite e ne ripristina la funzionalità eventualmente migliorandone alcuni parametri.

La tecnologia oggetto della presente specifica utilizza come materiale di base un tubo flessibile eventualmente rivestito con una membrana plastica e costituito da un substrato e/o materiale di rinforzo che viene impregnato con una resina termoindurente e polimerizzato ad acqua, aria-vapore e raggi uv.

Lo stesso viene inserito, tramite pressione d'acqua o aria (processo di inversione), oppure trainato con l'ausilio di un argano.

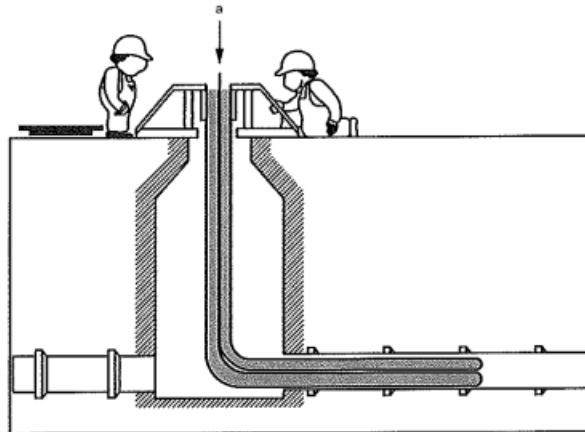


Figura 1 - INVERSIONE A BATTENTE D'ACQUA

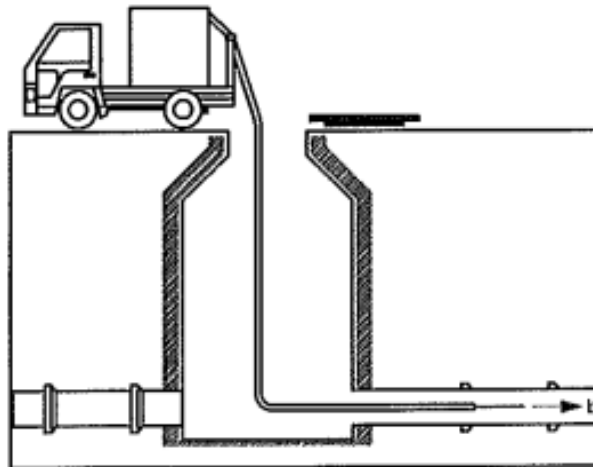


Figura 2 - INVERSIONE A TAMBURO AD ARIA

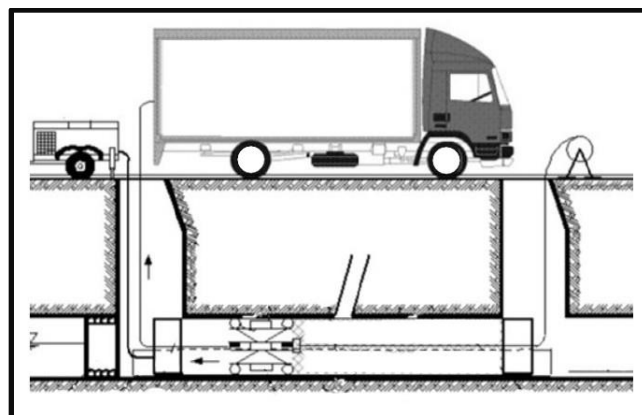


Figura 3 - INSERIMENTO A TRAINO

Possono anche essere utilizzate pellicole plastiche aggiuntive a titolo di ausilio/protezione per l'installazione. Il tubo flessibile inserito viene successivamente polimerizzato e comunemente chiamato

liner o calza (figura 4). L'indurimento è il processo di polimerizzazione della resina che può essere innescato mediante calore o foto-attivazione. Il risultato è costituito dal completo rinnovamento della condotta esistente, con migliorie dal punto di vista idraulico e statico. Sono da considerarsi attività propedeutiche e necessarie le attività di video-ispezione (ed eventuale pulizia se necessaria) della condotta da rinnovare (vedasi manuale ASPI linee guida nazionali per la video ispezione e codifica condizioni reti fognarie).

- 1 Membrana interna o temporanea
- 2 Composito (resina nel materiale di trasporto/rinforzo)
- 3 Membrana esterna
- 4 Tubazione esistente

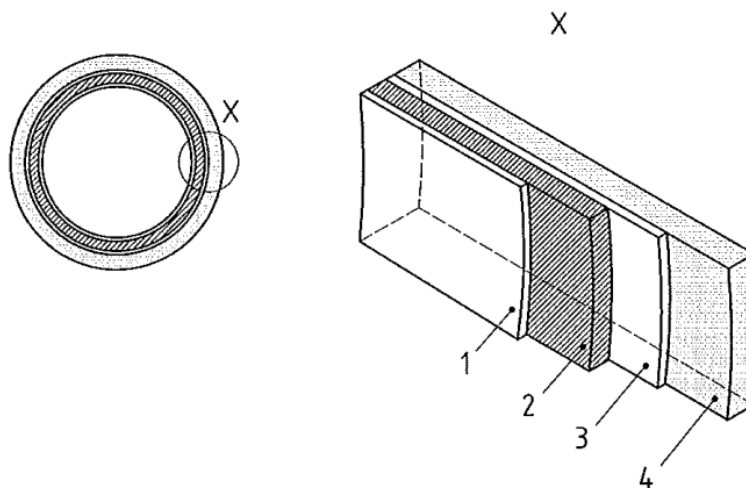


Figura 4 – TIPICA COSTRUZIONE DELLA PARETE DEL LINER

2 CAMPI DI IMPIEGO

Il presente capitolato ha validità per le seguenti tipologie di infrastrutture:

- Fognatura Civile (nere, miste e bianche);
- Fognature Industriali;
- Condotte e canalizzazioni con funzionamento a gravità.

La tecnologia del C.I.P.P. può essere applicata a condotte esistenti di qualsiasi materiale e forma con sezioni variabili da circa 80 mm a 2.000 mm e per lunghezze per singolo inserimento mediamente variabili da circa 10 m a 250 m (salvo casi particolari).

Il processo di lining può essere impiegato in condotte di qualsiasi profilo quali ad esempio sezioni circolari, ovoidali, policentriche, rettangolari etc. Indipendentemente dal materiale costituente la condotta da risanare, le tecniche di seguito analizzate, sono idonee ad essere applicate sia nei sistemi convoglianti fluidi a gravità o in regime di leggera pressione (massima pressione di collaudo 0,5 bar secondo UNI EN 1610).

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Premessa

Il liner, ovvero il componente principale che andrà a costituire la nuova “condotta nella condotta” oggetto di rinnovamento, dovrà essere schematicamente costituito da materiali conformi alla tabella 1. Il tipo e l'origine dei vari materiali utilizzati per comporre il liner dovranno essere esplicitamente dichiarati dal produttore o dal posatore dello stesso. (vedi norma UNI EN ISO 11296-4 pag. 8).

Componente del tubo per inserimento interno (lining)	Material
Sistema di resina: <ul style="list-style-type: none"> - tipo di resina - tipo di riempitivo - sistema di polimerizzazione 	UP, VE o EP Nessuno, inorganico oppure organico Iniziato dal calore, iniziato dalla luce o polimerizzazione ambiente
Materiale di trasporto/rinforzo	Fibre polimeriche: PA, PAN, PEN, PET o PP Fibre di vetro conformi al punto 4.2.2 della ISO 25780 Fibre di carbonio di designazione dichiarata conformi alla ISO 13002 Combinazioni delle fibre precedenti ^a
Membrane (interna, esterna, o temporanea)	Senza restrizioni ^b

- a) Dove si utilizza una combinazione di fibre, le proporzioni in massa di ciascun tipo di fibra devono essere dichiarate entro il 5%.
b) Poiché non ci sono requisiti per le membrane, non ci sono neppure restrizioni alla scelta dei materiali utilizzati per le membrane.

L'impiego di liner polimerizzati in loco può prevedere l'utilizzo di una membrana protettiva (ad es. preliner o pellicola esterna prevista dal sistema) tra il tubo impregnato di resina e la vecchia tubazione.

3.2 Sistemi di resine

Per l'impregnazione dei liner saranno prevalentemente impiegate le resine poliestere insature (UP), le resine epossidiche (EP) o le resine vinilestere (VE). In caso di composizione particolare delle acque reflue civili ed industriali, fluenti all'interno delle condotte da risanare, o in caso di temperature dei fluidi convogliati particolarmente dissimili da quelle ambiente, potranno essere impiegate resine e componenti del tubolare particolari, appositamente studiati anche mediante test di idoneità.

Per effettuare la scelta tra i diversi sistemi di resine, vanno tenute in considerazione le esposizioni termiche, meccaniche e chimiche che il prodotto finale deve affrontare (per le resine Poliestere e Vinilestere è possibile far riferimento alla norma UNI EN ISO 13121-1 tab.2).

3.3 Materiale costituente la parte strutturante del liner (laminato)

Il materiale costituente la parte strutturante del liner (punto 2 in figura 4) è generalmente costituita dai materiali illustrati in tabella 1 (Materiale di trasporto/rinforzo).

Per l'utilizzo di fibre di vetro come parte strutturante del liner è ammesso solo vetro tessile resistente alla corrosione (E-glass) e conforme alla EN ISO 2078, il quale soddisfa le prescrizioni della EN 14020 Parti 1-3.

Le zone di giunzione o sovrapposizione del liner non dovranno comportare modificazioni sostanziali o decadimento delle proprietà fisico-meccaniche dello stesso.

3.4 Membrane interne ed esterne

Lo strato del liner che costituirà la nuova superficie di scorrimento dovrà presentare caratteristiche di impermeabilità permanente ai fluidi trasportati, alle condizioni d'esercizio dichiarate dal destinatario/proprietario dell'impianto. L'impermeabilità è principalmente affidata alla membrana più interna, costituita da una "spalmatura" del supporto con idoneo polimero (detto coating/membrana interna). Per la misura dello spessore interno di usura, si rimanda al successivo punto 3.4.1. In linea generale, tale spessore può variare dal calcolo dei rapporti peso/superficie compresi tra 200g/m² a 1000g/m².

La membrana interna o esterna potrà essere generalmente composta da:

- PE (polietilene)
- PP (polipropilene),
- PUR (poliuretano),
- PA (poliammide),
- PVC (cloruro di polivinile)
- o loro combinazione (comunque compatibili con il fluido convogliato).

3.4.1 Membrana interna/coating (spessore di usura)

Lo spessore di usura deve garantire un'adeguata resistenza fisica e chimica, per tutto il periodo di vita utile posto a base di progetto. Come riportato nel paragrafo 8.4 quest'ultimo non deve essere conteggiato nelle verifiche statiche. L'eventuale usura nel tempo non deve compromettere l'impermeabilità del prodotto finito.

Lo spessore di usura dovrà essere costituito da:

- un rivestimento sulla parte interna del liner (membrana interna);
- uno strato di resina pura;
- uno strato di resina, legato con vetro, feltro e applicato sul lato interno del liner.

Sarà facoltà del progettista, in presenza di particolari caratteristiche di esercizio della condotta, prevedere materiali e spessori di usura, calcolati, eventualmente maggiorati rispetto al valore di sfregamento determinato con la canalina di Darmstadt (UNI EN 295-3).

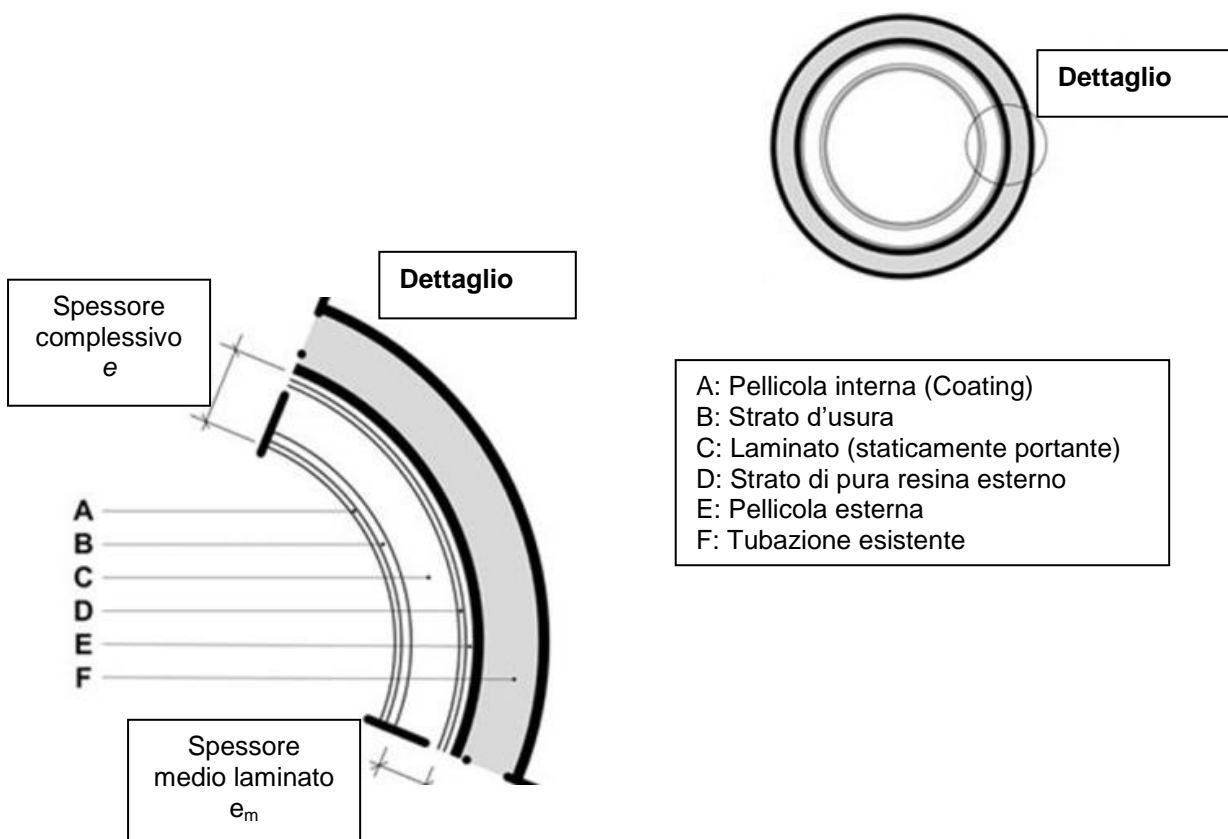


Figura 5 - ESEMPIO DI COSTRUZIONE DI UNA PARETE DEL LINER IN PRFV

3.5 Prodotto finito (Liner/calza)

Al termine della posa in opera, il liner consolidato dovrà essere formato da uno spessore in cui i vari componenti risultino coerenti tra loro, costituenti quindi uno strato omogeneo senza inclusioni d'aria e

privo di evidenti imperfezioni. È comunque possibile che si possano verificare delle corrugazioni/grinze indipendenti dalla qualità dei materiali e della posa in opera, causati da difetti non riconducibili al processo CIPP o da fattori esterni non dipendenti da esso, come irregolarità della sezione della condotta ospitante, deformazioni della sezione di deflusso dei fluidi, sensibili deviazioni piano altimetriche dei tracciati della condotta da risanare, difformità geometrica dei pozzetti di accesso ecc.

Nei tratti rettilinei di condotta esistente con caratteristiche di perimetro interno costante, l'applicazione del liner non dovrà produrre irregolarità superficiali, additive a quelle del tubo ospite, maggiori del 2% del diametro nominale o, quale che sia il maggiore, superiori a 6 mm.

NOTA 1: *il presente limite potrà essere modificato, ove ritenuto indispensabile dal progettista/DL, al solo fine di rispettare i requisiti di prestazione idraulica del tubo inserito internamente.*

NOTA 2: *una caratteristica dei tubi polimerizzati in loco è che generalmente sono conformi alle caratteristiche della superficie del tubo ospite. Generalmente, nelle curve e nelle irregolarità del tubo ospite, comprese le riduzioni locali del perimetro interno, si verificano una o più piegature.*

4 REQUISITI DI IDONEITÀ TECNICA

I requisiti di idoneità tecnica che un rinnovamento C.I.P.P. deve avere dal punto di vista meccanico-fisico e chimico, sono riportati nella norma UNI EN ISO 11296-4 prospetto 5 e prospetto 6.

[8.5] Caratteristiche meccaniche
Quando sottoposte a prova in conformità ai metodi indicati nel prospetto 5, le caratteristiche meccaniche dei campioni di tubo prelevati da installazioni effettive o simulate in conformità al punto 8.8, devono essere conformi al presente prospetto.

Nota *Il fattore di scorrimento (creep) a secco al quale si fa riferimento nel prospetto 5 è l'inverso del rapporto di scorrimento (creep) per i tubi di ripristino di materia termoplastica definiti nella ISO 11296-3. Per confrontare le prestazioni di scorrimento (creep) del CIPP con quelle di un tubo di ripristino di materia termoplastica, si può calcolare un rapporto di scorrimento (creep) del CIPP equivalente ad x anni semplicemente come $1/(\bar{a}_x, dry)$.*

Prospetto 5 Caratteristiche meccaniche dei tubi

Caratteristica	Requisito	Parametri di prova		Metodo di prova
		Parametro	Valore	
Rigidità anulare iniziale specifica, S_0	Valore dichiarato, ma non minore del maggiore tra 0,25 kPa o $(0,125/\alpha_{50, dry})$ kPa	Numero di provini Lunghezza del provino per: $d_n \leq 300$ mm $d_n > 300$ mm Temperatura Per il Metodo B: flessione relativa	2 d_n mm $\pm 5\%$ 300 mm $\pm 5\%$ (23 \pm 2) °C (3 \pm 0,5)%	Metodo A oppure ^{a)} Metodo B della ISO 7685
Fattore di scorrimento (creep) a secco ^{b)} , $\alpha_{x, dry}$	Valore dichiarato ma non minore di 0,2	Metodo 1 (prova dell'anello) ^{c)} - numero di provini - lunghezza del provino per: $d_n \leq 300$ mm $d_n > 300$ mm - periodo di prova - tempo al quale i valori devono essere estrapolati - temperatura - umidità relativa	2 d_n mm $\pm 5\%$ 300 mm $\pm 5\%$ 10 000 h 50 anni (23 \pm 2) °C (50 \pm 5)%	ISO 7684
		Metodo 2 (prova di flessione a 3 punti) ^{c)} - numero di provini - orientamento del campione - periodo di prova - tempo al quale i valori devono essere estrapolati - temperatura - umidità relativa	5 Deve essere conforme al punto 8.8 10 000 h 50 anni (cioè $x=50$) (23 \pm 2) °C (50 \pm 5)%	Appendice D
Modulo di flessione a breve termine, E_0	Valore dichiarato ma non minore di 1 500 MPa	Numero di provini Velocità di prova	5 10 mm/min	ISO 178 come modificato dall'appendice B
Sforzo di flessione alla prima rottura, σ_{fb}	Valore dichiarato ma non minore di 25 MPa	Orientamento del campione	Deve essere conforme al punto 8.8	
Deformazione a flessione alla prima rottura, ε_{fb}	Valore dichiarato ma non minore dello 0,75%	Temperatura	(23 \pm 2) °C	
Modulo di flessione a lungo termine in condizioni umide ^{b)} , $E_{x, wet}$	Valore dichiarato, ma non minore di 300 MPa a 50 anni	Numero di provini	5	Appendice C
Sforzo di trazione longitudinale finale, σ_l	Valore dichiarato ma non minore di 15 MPa	Temperatura	(23 \pm 2) °C	Metodo A oppure ^{a)} Metodo B della ISO 8513
Allungamento finale	Valore dichiarato ma non minore dello 0,5 %	Numero di provini Velocità di prova	5 5 mm/min	

a) In caso di contestazione si applica il Metodo A.

b) E' prevista l'applicazione di uno solo di questi metodi di prova dello scorrimento (creep) (a secco o umido), secondo le preferenze nazionali.

c) Dove risulta difficile acquisire un anello completo per la prova, il Metodo 2 fornisce un'alternativa pratica.

Prospetto 6 Caratteristiche aggiuntive

Caratteristica	Requisito	Parametri di prova		Metodo di prova
		Caratteristica	Valore	
Resistenza all'attacco chimico in condizione di flessione	Minima deformazione a rottura estrapolata a 50 anni: $\geq 0,45\%$	Composizione del liquido di prova	0,5 mol/l di acido solforico	ISO 10952
		Numero di provini	18	
		Lunghezza del provino per		
		$d_n \leq 300$ mm	d_n mm $\pm 5\%$	
		$d_n > 300$ mm	300 mm $\pm 5\%$	
		Diametro del provino	$150 \leq d_n \leq 400$	
		Temperatura di prova	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$	
		Tempo al quale si deve calcolare il valore estrapolato	50 anni	

NOTA : se il laminato è costituito interamente da fibre PET, l'esperienza di prova indica che non si verificano rotture per corrosione da deformazione.

“I produttori/imprese garantiscono mediante produzione di certificati di laboratorio abilitato i requisiti di cui al prospetto 5.

I produttori di materiali C.I.P.P., siano anche produttori disgiunti di singoli materiali componenti il liner, come resine, feltri, supporti tessili etc, e le ditte esecutrici delle operazioni di relining dovranno essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001.

Entrambi i soggetti, produttore di materiali ed esecutore delle opere di relining, in caso di lavorazioni che prevedano risvolti significativi in campo ambientale, relativamente alla tutela del sito operativo, al tipo di fluido trattato, alla natura dei prodotti impiegati, alla possibilità di particolari impatti ambientali/inquinamento, particolari problematiche di gestione dei rifiuti di processo, dovranno essere in possesso di Certificazione Ambientale in conformità alla norma ISO 14001 rilasciata da ente accreditato.

NOTA 3: si suggerisce di prevedere il possesso della certificazione della OHSAS 18001 da parte dell'esecutore delle opere, nel caso di opere di relining che presentano le seguenti caratteristiche:

- Lavorazioni da svolgersi in spazi confinati;
- Lavorazioni da svolgersi in presenza di fluidi pericolosi (ad es. reflui industriali);
- Lavorazioni da svolgersi in aree di cantiere trafficate o in presenza stabile di interferenze;
- Lavorazioni in presenza di macchine e fluidi di processo con caratteristiche impattanti riguardo la sicurezza del cantiere e delle aree limitrofe;
- Lavorazioni in presenza di sistemi di by-pass particolarmente articolati.

5 PROGETTAZIONE

5.1 Generalità

Per controllare l'attuale stato del tratto di condotta da risanare, si richiede una video ispezione effettuata secondo UNI EN 13508-2.

Tale ispezione dovrà avere una qualità sufficiente (ad es. visibilità e pulizia) al fine di poter permettere un'adeguata classificazione dello stato della condotta.

5.2 Parametri di valutazione del manufatto da risanare

Per la progettazione del relining vanno rilevati e considerati i seguenti elementi:

- Caratteristiche idrauliche,
- Cambi di diametro o presenza di pezzi speciali,
- Deviazioni plano-altimetriche,
- Disassamenti della condotta,
- Connessioni laterali e loro stato,
- Presenza di radici,
- Presenza di acqua di falda,
- Ostacoli al deflusso,
- Rottura composta o scomposta o mancanza cocci nella condotta,
- Geometria, stato del collegamento, accessibilità, dei manufatti di ispezione,
- Logistica dell'intervento di relining.

Nella fase di progettazione è necessario valutare quali processi di installazione o polimerizzazione possano essere utilizzati, in ragione della specifica manifestazione del danno o della situazione in loco. I diversi sistemi di lining corrispondono ai diversi campi applicativi e alle possibilità di impiego. Nel capitolo 7 sono indicate le principali tecniche di installazione per i liner in fibre sintetiche e liner in fibre di vetro.

5.3 Parametri di progettazione dello spessore del liner

Al fine di valutare lo spessore ottimale del liner da posare è fondamentale avere i seguenti dati:

- Diametro interno;
- Profondità di posa;
- Altezza dell'acqua di falda;
- Percentuale di ovalizzazione (non superiore al 10-12%);
- Densità del suolo;
- Modulo di reazione elastico del suolo;
- Carichi dinamici (del traffico).

Si ricorda che il liner può avere diverse caratteristiche fisiche e meccaniche a seconda della sua configurazione. Si invita a visionare il prospetto 5 per i parametri minimi che il liner deve avere.

Il calcolo dello spessore del liner può essere eseguito in conformità alle ASTM-F1216, ATV-M 127-2 o metodi equivalenti.

5.4 Verifiche del sistema idraulico

Per verificare il comportamento idraulico della tubazione risanata, è possibile utilizzare la formula di Gauckler-Strickler al fine di comprendere se la riduzione di diametro ed il cambio di materiale ha un'influenza positiva o negativa sulla portata della tubazione prima e dopo il rinnovamento.

La portata della tubazione è funzione dell'area bagnata per la velocità della corrente (in funzione del grado di riempimento):

$$Q = A \cdot V = k \cdot i^{1/2} \cdot R^{2/3} \cdot A$$

- Q [m³/s] : portata nella tubazione in funzione del grado di riempimento
 A [m²] : area bagnata
 V [m/s] : velocità della corrente nella tubazione in funzione del grado di riempimento
 k : coefficiente di Gauckler-Strickler (inverso del coefficiente di Manning)
 i : pendenza della tubazione
 R [m] : raggio idraulico in funzione del grado di riempimento

Natura delle pareti ospiti	k (coefficiente di Gauckler-Strickler)
In ottone (tecnicamente liscio)	110
In acciaio saldate	70-90
In ghisa	63-91
In ferro grezzo	67-83
In ferro zincato	59-77
In vetro	77-110
In calcestruzzo	63-83
In plastica	85-90
Tubi in cemento degradati	50-60
Canale	30-40

Tabella 2: esempi di coefficienti di Gauckler-Strickler

Fermo restando che il coefficiente di scabrezza tipico delle guaine C.I.P.P. con presenza di coating interno è usualmente assimilato a quello delle tubazioni in materiale plastico, diversamente la portata attesa e le relative perdite di carico potranno essere calcolati utilizzando il coefficiente di Gauckler specifico del materiale impiegato.

6 PREPARAZIONE DELLA CONDOTTA

6.1 Premessa

Anche per sistemi no-dig che notoriamente hanno un basso impatto ambientale rispetto a tecniche di tipo tradizionale dovranno comunque essere valutati i possibili impatti su traffico, sulla continuità del servizio, etc. Sulla base di tale valutazione potrà essere necessario procedere preventivamente ad un'azione di informazione all'utenza finalizzata a sensibilizzare popolazione/utenza stessa circa le caratteristiche delle lavorazioni che si andranno ad eseguire (emissioni di odori, sospensione degli scarichi, presenza di vapori e condense).

6.2 Gestione delle acque defluenti ed interferenti

La condotta da risanare dovrà essere opportunamente posta fuori servizio, per assicurare la minor interferenza possibile dei fluidi durante le operazioni di relining. Tale operazione preliminare sarà da adottare anche in occasione delle lavorazioni/ispezioni preliminari (UNI EN 13508-2).

NOTA 4: la presenza di acque infiltranti nella condotta da risanare (come ad esempio acqua di falda, acque meteoriche, perdite idriche in adiacenza, scarichi industriali non interrompibili, etc) dovrà comportare un'accurata valutazione progettuale preventiva al fine di poter eseguire un lavoro a regola d'arte.

6.3 Processi di spurgo

I metodi di pulizia sono molteplici ed andranno adottati di volta in volta a seconda dello stato interno della condotta da risanare. I metodi generalmente giudicati più indicati al fine della pulizia della condotta sono quelli idrodinamici. In caso di adozione di tali metodi, una precauzione necessaria sarà quella di valutare preventivamente i possibili effetti sulla condotta derivanti dall'azione idromeccanica del sistema di pulizia previsto.

NOTA 5: ogni operazione di pulizia produce un rifiuto, che dovrà essere classificato e smaltito a norma di legge vigente. A tal fine sarà importante identificare preventivamente chi sarà il produttore del rifiuto.

6.4 Ostacoli/assenza di ostacoli

Gli ostacoli vanno rimossi prima dell'installazione del liner. Sono classificabili come ostacoli ad esempio la penetrazione di radici, gli allacciamenti laterali sporgenti, i depositi inamovibili, le incrostazioni, l'interferenza ostruttiva di altre condutture, parti con mancanza di tubazione e giunti con forte apertura o scostamento. Per rimuovere tali ostacoli è preferibile utilizzare metodologie di tipo remoto (ad es. frese robotizzate, scovoli meccanici, etc), in caso di inapplicabilità o inefficacia di tali metodologie, potrà essere previsto l'intervento diretto dell'operatore (vedi paragrafo 4) o sezionamento della condotta con scavo a cielo aperto. In ogni caso, i lavori di rimozione degli ostacoli dovranno essere documentati.

Vengono inoltre annoverati come ostacoli o impedimenti alla realizzazione del liner i cambi di sezione e le curve a gomito; questi dovranno essere valutati preventivamente in modo da poter attuare accorgimenti che possano permettere il risanamento, eventualmente anche senza la loro rimozione.

6.5 Attività edili funzionali all'installazione del liner

Generalmente i liner sono installati attraverso i pozzetti/camerette di accesso alla condotta. In tale caso, al fine di non danneggiare il liner durante l'installazione, o per motivi di sicurezza degli operatori, può essere opportuno prevedere l'asportazione della soletta del pozzetto di accesso. Sarà compito del progettista valutare le misure preventive idonee caso per caso ed in funzione della metodologia di posa adottata.

6.6 Interventi di normalizzazione propedeutici all'installazione del liner

Prima di procedere all'installazione del liner possono essere necessari dei lavori di riparazione preliminare, come ad esempio iniezione e/o spatolatura, fresatura, etc per raggiungere i requisiti minimi di progettazione strutturale ed idraulica.

6.7 Censimento degli allacciamenti laterali in linea

Prima di procedere all'installazione del liner, dovranno essere documentati e censiti gli allacciamenti laterali all'interno della condotta a seconda della loro posizione (longitudinale e trasversale) e della sezione, così da garantire la riapertura senza errori. Dopo l'installazione del liner si dovrà eseguire la riapertura degli allacciamenti laterali mediante idonea attrezzatura e con la stessa metodologia utilizzata per il censimento.

6.8 Ispezione pre-inserimento

L'operatore che eseguirà il risanamento dovrà effettuare un'ispezione pre-inserimento finalizzata a verificare lo stato di fatto della condotta immediatamente prima di applicare il liner. La registrazione di tale ispezione dovrà essere conservata tra la documentazione tecnica a corredo dell'intervento.

7 INSTALLAZIONE DEL LINER

7.1 Premessa

Per l'installazione dei liner si può distinguere tra processo di inversione e processo di inserimento; la polimerizzazione della resina può avvenire per termoindurimento o fotocatalisi (è possibile una combinazione dei due processi).

7.2 Processo di installazione

Le principali tecniche di installazione sotto rappresentate hanno la stessa equivalenza tecnica, la scelta iniziale deve essere valutata dal progettista-committente in funzione del cantiere.

7.2.1 Processo di inversione (aria/acqua)

Con inversione si intende l'applicazione del liner risvoltandolo e posandolo tramite acqua e/o aria. I due fluidi sono utilizzati con uguale principio per la spinta, avanzamento controllato e quindi la posa. La pressione interna dovrà essere quindi prestabilita dall'impresa indicando il valore massimo di inserimento e modulata in maniera da risultare sufficiente a determinare l'avanzamento del liner fino a fine tratta da risanare, contrastando nel contempo la contropressione della falda acquifera infiltrante eventualmente presente, e che faccia aderire in modo adeguato il liner alla condotta esistente.

7.2.2 Processo di inserimento (Traino)

Con il processo di inserimento/traino il liner viene posto su una pellicola di scorrimento (tale pellicola può essere già incorporata nel liner) e inserito all'interno della condotta da risanare tramite un argano. Come fluido di pressurizzazione viene utilizzata l'aria. La pressione interna dovrà essere quindi prestabilita dall'impresa indicando il valore massimo di inserimento e modulata in maniera da risultare sufficiente a determinare la messa in forma, contrastando nel contempo la contropressione della falda acquifera infiltrante eventualmente presente. Non vanno superate le forze massime di tiro ammesse per l'inserimento.

7.2.3 Combinazione tra processo di inversione e di inserimento

La combinazione tra inversione e inserimento/traino prevede l'inserimento di un tubolare flessibile impregnato nella condotta e l'inversione di un secondo tubolare flessibile impregnato all'interno del primo. I due tubolari flessibili installati vengono induriti contemporaneamente. Dopo l'indurimento si forma un liner con uno spessore dato dalla somma dei due compositi. Tra i singoli liner non deve trovarsi alcuno strato divisorio (pellicola / coating).

Per i rispettivi processi di installazione valgono le prescrizioni sopraccitate.

NOTA 6: durante le installazioni sopracitate è necessario assicurarsi che la resina non venga modificata/asportata dai residui presenti nella condotta o dalla presenza di falda acquifera, a tal fine è possibile utilizzare pellicole/rivestimenti esterni sul liner e/o liner protettivi (preliner).

Nel caso di installazione senza pellicole/rivestimenti dovrà essere verificato l'eventuale impatto ambientale e la resistenza all'idrolisi della resina.

7.3 Processo di indurimento

Le principali tecniche di indurimento sotto rappresentate hanno la stessa equivalenza tecnica, la scelta iniziale deve essere valutata dal progettista-committente in funzione del cantiere.

7.3.1 Indurimento a caldo (Termo-catalisi)

L'indurimento a caldo può essere eseguito tipicamente tramite acqua calda o vapore. L'andamento della pressione di posa e quello della temperatura sarà prestabilita dall'impresa indicando la curva di riscaldamento e dovranno essere costantemente documentati durante l'intera fase di indurimento. Per l'indurimento ad acqua calda è necessario documentare le temperature di mandata e di ritorno, nonché l'altezza della colonna d'acqua. Su tutti i pozzetti intermedi e sul pozzetto finale vengono registrati i valori delle temperature tra liner e vecchio tubo utilizzando idonei strumenti di misurazione. Per l'indurimento a vapore è necessario documentare le rilevazioni termiche che vengono rilevate sul pozzetto iniziale e finale, come anche sui pozzetti intermedi, tra liner e vecchio tubo, utilizzando idonei strumenti di misurazione. Vengono inoltre registrate e documentate la pressione interna del liner e le temperature di ingresso e di uscita del vapore. Durante l'indurimento a vapore si forma condensa d'acqua che va estratta dal liner.

NOTA 7: la gestione dei fluidi di processo, deve essere opportunamente trattata nel manuale di sistema o manuale aziendale nel rispetto delle normative vigenti.

7.3.2 Indurimento a temperatura ambiente (Ambient Curing)

Tipicamente usato per piccoli diametri e lunghezze, l'indurimento a temperatura ambiente si intende un processo che non prevede l'utilizzo di un fluido o fonte esterna di attivazione, ma nel quale l'indurimento è determinato dalla particolare formulazione chimica della resina. Nel caso di applicazione dell'ambient curing, occorre tenere presente che l'indurimento ai fini strutturali del liner può non essere raggiunto al termine dell'applicazione (superamento del picco esotermico), ma richiedere tempi anche sensibilmente più estesi. La messa in esercizio della condotta risanata dovrà tenere debito conto di tale caratteristica.

7.3.3 Indurimento mediante raggi UV (Fotocatalisi)

Nel caso di un indurimento ai raggi UV è necessario assicurare il monitoraggio e documentazione costante delle funzioni delle lampade e la pressione di gonfiaggio. La tecnica di illuminazione impiegata

deve essere appropriata al rispettivo tipo di liner. Vanno rispettati le velocità di avanzamento e il posizionamento delle lampade UV indicati dal produttore del liner. La temperatura del liner deve essere misurata sulla sua superficie interna, in modo da adattare la velocità di avanzamento. L'andamento della pressione di gonfiaggio, della velocità di avanzamento e della temperatura devono essere costantemente documentati durante l'intera fase di indurimento e devono rispettare le prescrizioni contenute nel manuale del sistema.

Prima di procedere a ogni indurimento, è importante che le lampade UV siano state controllate e pulite conformemente a quanto indicato dal costruttore (ad es. eliminare impronte digitali, polvere ecc.). L'ineccipibilità generale della lampada e la sua pulizia superficiale sono aspetti fondamentali per il suo funzionamento e, di conseguenza, per l'esecuzione corretta dell'indurimento del liner.

Per ogni lampada devono essere documentati e conservati in cantiere i seguenti risultati delle prove:

- numero di serie,
- primo utilizzo della lampada,
- ore di esercizio (processi di indurimento),
- data del controllo,
- valore misurato dell'intensità luminosa e risultato della prova,
- identificazione della lampada di riferimento.

Nel caso di malfunzionamento di una o più lampade UV durante la fase di catalisi è necessario adattare la velocità di avanzamento secondo il manuale di sistema.

Tutti i parametri dovranno essere prestabiliti dall'impresa prima dell'installazione.

7.3.4 Indurimento combinato (Foto-Termocatalisi)

Nel caso in cui gli spessori necessari (derivanti dal calcolo statico) siano particolarmente elevati per il sistema della fotocatalisi, si ammette l'utilizzo dell'indurimento combinato. Caratteristica di tale indurimento è l'aggiunta di iniziatori attivati dal calore (perossidi), oltre che di iniziatori UV, nel processo produttivo dell'impregnazione dei tubolari. Il calore esotermico che si crea con l'indurimento ai raggi UV, stimola gli iniziatori d'indurimento al calore. Per l'indurimento combinato è necessario misurare la temperatura tra vecchio tubo e liner rispettivamente sul pozzetto centrale, intermedio e finale. La velocità di avanzamento delle lampade UV, l'andamento della pressione di posa e della temperatura devono essere prestabiliti dall'impresa, costantemente documentati durante l'intera fase di indurimento e devono rispettare le prescrizioni contenute nel manuale del sistema.

7.4 Documentazione a disposizione del committente/D.L.

I parametri descritti per i singoli processi d'installazione e indurimento, devono essere costantemente documentati e messi a disposizione del committente / D.L.; inoltre, sarà messo a disposizione il manuale del sistema o manuale aziendale.

7.5 Lavori successivi all'installazione del liner

Le principali attività da svolgere a seguito dell'indurimento del liner sono le seguenti.

7.5.1 Prova di tenuta

La prova di tenuta consiste nel testare la condotta secondo UNI EN 1610; si evidenzia la necessità di testare la tenuta prima di aprire le connessioni laterali del liner.

7.5.2 Apertura delle connessioni laterali

Le connessioni laterali vengono riaperte con frese robotizzate oppure manualmente nelle sezioni delle condotte in conformità con le norme di sicurezza.

7.5.3 Collegamento delle connessioni laterali al liner

Il collegamento delle connessioni laterali al liner va attentamente pianificata in fase progettuale verificandone la fattibilità, a seguito della presa d'atto dello stato delle singole connessioni prima dell'intervento di risanamento. Questo sarà in funzione del fatto che le tipologie e materiali possono essere estremamente eterogenee e che, di conseguenza, non tutti le connessioni possono essere realizzabili con metodologie senza scavo.

Qualora la condizione della connessione laterale sia giudicata compatibile con l'intervento di ripristino non distruttivo, le metodologie più utilizzate alle quali è possibile far ricorso sono le seguenti:

- Intervento manuale dall'interno con operatore (qualora le condizioni di sicurezza/valutazione dei rischi lo consentano);
- Intervento robotizzato con profilati a cappello (secondo UNI EN ISO 11296-4);
- Intervento robotizzato di spatolatura con resine specifiche;
- Intervento robotizzato tramite processo di iniezione di resine o malte specifiche,

L'esecuzione del collegamento deve essere a tenuta e resistente nel tempo.

7.5.4 Collegamento ai pozzetti e/o vasche

La riconnessione del liner ai pozzetti di ispezioni (o vasche) va attentamente pianificata in fase progettuale verificandone la fattibilità, a seguito della presa d'atto dello stato dei singoli pozzetti prima dell'intervento di risanamento. Questo sarà in funzione del fatto che le condizioni interne e i materiali possono essere estremamente eterogenei e che, di conseguenza, non sempre è sufficiente la sola sigillatura del terminale del liner al vecchio tubo e/o al pozzetto.

Qualora le condizioni dei pozzetti lo consentano, le metodologie più utilizzate alle quali è possibile far ricorso sono le seguenti:

- Installazione di un nastro water stop tra liner e vecchio tubo;
- Installazione di un manufatto laminato in PRFV (in sito);

- Applicazione / spatolatura / iniezione di sistemi di resine reattive;
- Applicazione di malte modificate espansive;
- Applicazione di guarnizioni anulari.

Collegamento e impermeabilizzazione devono essere in grado di far fronte alla massima pressione prevista per la falda acquifera.

8 ACCETTAZIONE DEL PRODOTTO

8.1 Premessa

Su richiesta della direzione dei lavori l'appaltatore dovrà produrre idonea documentazione (schede tecniche, certificati di prova, etc) attestante quanto riportato nei capitoli 3 e 4.

8.2. Prove in loco

Una volta installato, il liner deve essere sottoposto a ispezione visiva secondo norma UNI EN ISO 11296-1. Dal liner indurito deve essere prelevato un provino di materiale.

8.3 Prelievo e grandezza del campione

Il campione di materiale viene prelevato a scelta dal pozzetto o dal tronco sanato. Nel caso di un prelievo dal pozzetto, è necessario prendere misure atte a mantenere la forma del liner e le caratteristiche di progetto. Per i profili ovoidali, il provino viene prelevato sotto al piedritto, nella zona in cui la curvatura è minore ove fattibile. Per le dimensioni del campione da prelevare si rimanda alla norma UNI EN ISO 11296-4.

La lunghezza del campione da sottoporre a prova deve avere una luce nominale, L , minore di $16 e_m$ (si rimanda alla norma UNI EN ISO 11296-4 punto B.4.2) che deve essere tagliato ad una lunghezza non minore di $L \pm 4e_m$. Dal campione prelevato da consegnare al laboratorio accreditato, saranno ricavati dal laboratorio stesso almeno 5 provini da testare.

Spessore medio del Composito e_m	Larghezza b
$e_m \leq 15$	$15,0 \pm 1$
$15 < e_m \leq 25$	$25,0 \pm 1$
$25 < e_m \leq 35$	$35,0 \pm 1$
$e_m > 35$	$50,0 \pm 1$

Tabella 3 - Valori della larghezza del provino longitudinale, b , in relazione allo spessore medio di parete e_m (dimensioni in millimetri).

8.4 Determinazione dello spessore del liner installato (laminato)

Lo spessore totale, h , deve essere inizialmente determinato mediante la misurazione del provino in sei punti entro il terzo centrale della sua luce (vedere figura B.3), in conformità alla ISO 3126, utilizzando un dispositivo di misurazione con accuratezza entro $\pm 0,01$ mm.

Lo spessore del composito è quindi determinato sottraendo da ciascuna misurazione dello spessore totale, gli spessori noti o misurati separatamente di ogni membrana interna e/o esterna e/o di tratti di resina pura in eccesso.

Ogni resina pura in eccesso sul retro del provino (corrispondente all'esterno del tubo di ripristino, specialmente se forma uno strato di spessore irregolare, può essere parzialmente o interamente molata prima della prova, a condizione che non siano così rimosse le fibre del materiale di trasporto e/o di rinforzo.

Se ogni singola misurazione dello spessore del composito devia di oltre il 10% dallo spessore medio del composito, e_m , il provino deve essere scartato e un nuovo provino scelto a caso.

Se il valore medio dello spessore del composito, e_m , di qualsiasi provino individuale si scosta di oltre il 10% dalla media, e_m , delle medie per una serie di provini, quel provino deve essere analogamente sostituito da un altro provino scelto a caso.

La larghezza del provino deve essere misurata nelle posizioni delle tre coppie di punti utilizzate per la misurazione dello spessore (vedere figura B.3).

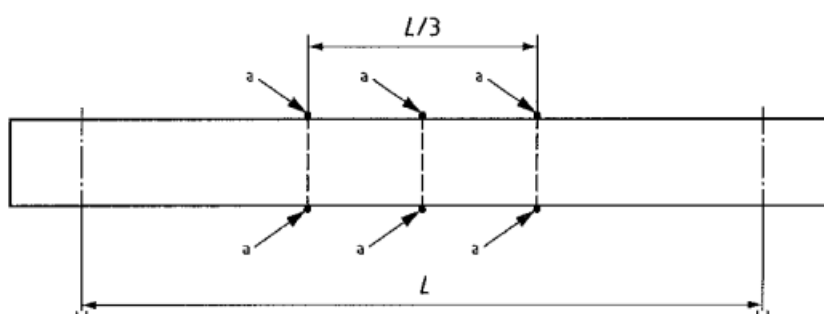


Figura B.3

8.5 Documento di trasporto del campione

Nel documento di trasporto del campione dovranno essere indicati tutti i dati necessari relativi al materiale e al cantiere. Il direttore dei lavori in contraddittorio con la ditta esecutrice sceglierà il campione da testare, inoltre sarà tenuto a controllare la completezza e la correttezza dei dati riportati nel documento di trasporto e dell'identificazione del campione. I campioni saranno controfirmati dal responsabile di cantiere dell'impresa esecutrice.

8.6 Prove sul campione

8.6.1 Premessa

Le prove devono essere effettuate in un laboratorio accreditato da ACCREDIA o da analogo ente europeo per il quale valgono accordi internazionali di mutuo riconoscimento, cioè appartenenti alla rete EA - European Co-operation for Accreditation.

Le prove sui materiale devono essere eseguite conformemente ai criteri descritti nella UNI EN ISO 11296-4. Eventuali scostamenti dalle direttive devono essere descritti in modo esplicito.

Tutte le prove da eseguire sul materiale sono tese ad accertare che la qualità consegnata corrisponde effettivamente alla qualità commissionata. Le tolleranze ammesse per i risultati sono indicate nella UNI EN ISO 11296-4.

8.6.2 Prova di flessione a 3 punti

8.6.2.1 Normative di riferimento in vigore

UNI EN ISO 178: Materie plastiche - Determinazione delle proprietà flessionali

UNI EN ISO 11296-4: Sistemi di tubazioni in materia plastica per il risanamento di reti interrate non in pressione di fognature e di scarichi (tubazioni a gravità) – Parte 4: Ripristino con tubi polimerizzati in loco, allegato B (normativo) - Modifiche della ISO 178 per le prove di flessione.

ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO

UNI EN ISO 11295:	Classificazione ed informazioni relative alla progettazione dei sistemi di tubazioni di materie plastiche utilizzati per il ripristino.
UNI EN ISO 11296-1:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi – Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 11296-4:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte 4: Inserimento interno (lining) di tubi polimerizzati in loco.
ATV-M 127-2:	Static calculation for the rehabilitation of drains and sewers using lining and assembly.
DWA-M 143-2:	Static calculation for the rehabilitation of drains and sewers using lining and assembly.
ASTM F1216-09:	Rehabilitation of existing pipelines and conduits by the inversion and curing of a resin-impregnated tube.
ISO 7685:	Plastics piping systems -- Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes -- Determination of initial specific ring stiffness
ISO 7684:	Plastics piping systems -- Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes -- Determination of the creep factor under dry conditions
UNI EN 295-3:	Sistemi di tubazioni di gres per impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue - Parte 3: Metodi di prova
ISO 178:	Materie plastiche - Determinazione delle proprietà flessionali
ISO 8513:	Plastics piping systems -- Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes -- Test methods for the determination of the initial longitudinal tensile strength

ISO 10952:	Plastics piping systems -- Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings -- Determination of the resistance to chemical attack for the inside of a section in a deflected condition
UNI EN 13598-2:	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 2: Specifiche per i pozzetti di ispezione accessibili al personale e per le camere di ispezione, per installazioni interrate in aree di traffico ed in profondità

GLOSSARIO

TRENCHLESS / NO-DIG:	tecniche di posa “senza trincea” ovvero con assenza o limitato utilizzo di scavi tradizionali
CIPP:	“Cured In Place Pipe” ovvero tubazione rinnovata o risanata in loco; nel caso specifico con polimerizzazione delle resine effettuata sul posto
LINER:	calza o laminato o sistema di rivestimento/rinnovamento interno delle tubazioni
LINING o RELINING:	operazione di rivestimento interno e rinnovamento delle tubazioni tramite inserimento di un liner all'interno della condotta esistente
PRE-LINER:	tubolare o membrana protettiva esterna al liner
COATING:	membrana (di rivestimento) che compone il liner
INDURIMENTO:	processo di catalisi o polimerizzazione della resina
UV:	“UltraViolet” ovvero sistema di polimerizzazione e indurimento della resina tramite Fotocatalisi con raggi ultravioletti
AMBIENT CURING:	metodo di polimerizzazione e indurimento della resina a temperatura ambiente
ASPI:	Associazione nazionale manutenzione e spurgo reti fognarie e idriche
ACCREDIA:	Ente italiano di accreditamento
EA:	European Co-operation for Accreditation

PE:	polietilene (polimero)
PP:	polipropilene (polimero)
PUR:	poliuretano (polimero)
PA:	poliammide (polimero)
PVC:	cloruro di polivinile (polimero)
PRFV:	Polimero Rinforzato con Fibra di Vetro o GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer)
RESINA EP:	resina Epossidica
RESINA UP:	resina Poliestere Insatura
RESINA VP:	resina Vinilestere

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA PERMANENTE – RELINING CIPP

Responsabili della Commissione:

- Viola ing. Domenico (Idroambiente srl) dal 2104 - 8/2016
- Paro ing. Gianluca (Risanamento Fognature SPA) dal 9/2016 - attuale

Membri della Commissione al 31/12/2016:

ACEA Spa	Fabio Cuscunà
Agsm Verona Spa	Angelo Bonvicini
Cap Holding Spa	Andrea Pasqualini
	Dario Sechi
Hera Spa	Paolo Gelli
	Pierpaolo Martinini
Iren Spa	Carlo Torre
MM Spa	Stefano Tani
	Stefano Mambretti
Relineeurope AG	Firmino Barbosa
Rs Technik AG	Claes Yvan
3 M Italia Srl	Davide Panciera
Benassi Srl	Arnold Cekodhima
Blueco Srl	Massimo Ferri
Car-jet di Gandolfi Carla S.S.	Domenico Romano
Dinamica Spurghi Srl	Roberto Lucifero
Ecoris srl	Emil Lako
Elenca Srl	Massimo Lambruschi
Ekso srl	Karim Sergio Ladjeri
Euroscavi Srl	Stefano Guiducci

Idroambiente Srl	Stefano Dini
	Domenico Viola
Iliria Srl	Arjan Shehaj
Inteco Srl	Franco Scarabelli
Risanamento Fognature Spa	Remo Paro
	Gianluca Paro
Rotech Srl	Karlheinz Robatcher
Tivoli Jet Srl	Mario Scrocca
Wpr Srl	Michele Libraro

Coordinatore delle Commissioni Tecniche Permanenti IATT: Feliciano Esposto