



DOCUMENTO TECNICO

“RISANAMENTO DI TUBI E FOGNATURE DI ACQUE REFLUE CON TUBI RIGIDI PREFABBRICATI (DISCRETE PIPES)”

INDICE

1	Ambito di applicazione	4
2	Riferimenti normativi	4
3	Termini	5
4	Pianificazione.....	5
4.1	Cenni generali.....	5
4.2	Indagini preliminari	6
4.2.1	Informazioni sulla struttura esistente	6
4.2.2	Informazioni sul comportamento portante della struttura esistente	6
4.2.3	Informazioni sull'idraulica e controllo del deflusso	7
4.2.4	Informazioni sulla qualità delle acque reflue	7
4.2.5	Informazioni rilevanti per l'ambiente.....	7
4.2.6	Informazioni sul funzionamento	7
4.2.7	Altre informazioni.....	7
5	Nozioni di base	8
5.1	Descrizione della procedura	8
5.1.1	Cenni generali	8
5.1.2	Campo di applicazione.....	8
5.1.3	Struttura del sistema.....	8
5.1.4	Modalità di installazione.....	9
5.1.5	Prodotto finale.....	12
5.2	Limiti di applicazione	12
5.3	Requisiti	13
5.3.1	Cenni generali	13
5.3.2	Materiali e attrezzature	14
5.3.2.1	Tubi di lining.....	14
5.3.2.2	Materiale di riempimento dello spazio anulare.....	14
5.3.2.3	Laminazioni in situ	15
5.3.2.4	Ausili per l'installazione	15
5.3.2.5	Blocco della posizione e controllo del galleggiamento.....	16
5.3.3	Sistema complessivo	17
5.4	Requisiti di pianificazione.....	17
5.4.1	Cenni generali	17
5.4.2	Requisiti di prestazione.....	18
5.5	Verifica di stabilità	18
5.5.1	Cenni generali	18
5.5.2	Verifica della stabilità strutturale / riempimento dello spazio anulare.....	19
5.5.3	Verifiche di stabilità in fase di esercizio	22
5.6	Prova di tenuta e ispezione visiva	23

6	Esecuzione	23
6.1	Lavori preliminari.....	23
6.1.1	Controllo degli scarichi (mantenimento dell'acqua ricevente).....	23
6.1.2	Pulizia	23
6.1.3	Ispezione visiva all'inizio della costruzione.....	23
6.1.4	Rimozione degli ostacoli.....	24
6.1.5	Taratura.....	24
6.1.6	Misurazione delle connessioni.....	24
6.1.7	Scavi	24
6.1.8	Pre-sigillatura contro le acque di falda (infiltrazione)	24
6.1.9	Altri lavori preliminari.....	25
6.1.10	Ispezione visiva prima dell'installazione.....	25
6.2	Installazione.....	25
6.2.1	Elementi principali.....	25
6.2.2	Procedura A – Spinta	25
6.2.3	Procedura B – Tiro.....	25
6.2.4	Procedura C – Inserimento.....	25
6.2.5	Blocco della posizione e sistema antigalleggiamento	25
6.2.6	Riempimento dello spazio anulare.....	26
6.3	Lavorazioni finali.....	27
6.3.1	Collegamento al pozzetto.....	27
6.3.2	Collegamento degli allacci.....	28
6.3.2.1	Cenni generali.....	28
6.3.2.2	Tubo di lining accessibile.....	28
6.3.2.3	Tubo di lining non accessibile	29
6.4	Accettazione dell’opera.....	30
7	Garanzia di qualità/qualificazione	30
7.1	Cenni generali.....	30
7.2	Garanzia di qualità dei prodotti di fabbrica.....	30
7.2.1	Prova di idoneità	30
7.3	Garanzia di qualità dei prodotti fabbricati in loco.....	31
7.3.1	Malta da iniezione.....	31
7.3.2	Laminazioni in situ	32
7.4	Test di accettazione.....	32
	Allegati	33
	Allegato A: Protocollo di riempimento dello spazio anulare	33

1 Ambito di applicazione

Questa sezione tratta il rinnovamento di tubazioni, interrate, a servizio di reti di drenaggio e fognarie con funzionamento a pelo libero mediante il loro rivestimento con singoli tubi di lining prefabbricati e collegati tra loro solo durante l'installazione per formare un liner di rivestimento.

Il campo di applicazione comprende tubi circolari prefabbricati e profili non circolari. Nella presente sezione sono trattati i seguenti profili:

- Profilo circolare $\geq$ DN 250 fino a DN 3200 mm
- Profilo ovoidale 400/600 fino a 1600/2400 mm
- Profilo a bocca 1000/750 fino a 3000/2250 mm
- Profilo speciale $\geq$ 250/250 fino a 3200/3200 mm

Per i profili al di fuori dei limiti menzionati, si può usare la stessa procedura esposta in questo prospetto, tenendo conto di qualsiasi condizione specifica particolare.

Il prospetto tratta il lining a tubo singolo nelle seguenti aree:

- Tubazione da risanare non accessibile
- Tubazione da risanare accessibile

2 Riferimenti normativi

UNI EN 752:2017-07 Sistemi di drenaggio al di fuori degli edifici - Gestione delle condutture

UNI EN 15885:2019-10 Classificazione e caratteristiche delle tecniche per il rinnovamento, la riparazione e la sostituzione di condotti fognari e scarichi

UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura

UNI EN 13508-2 Indagine e valutazione degli impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue all'esterno di edifici - Parte 2: Sistema di codifica per ispezione visiva

ATV-DVWK-A 127 Calcolo statico di reti fognarie e di drenaggio

DWA-A 143 Parte 2:2015-07: "Risanamento dei sistemi di drenaggio al di fuori degli edifici - Parte 2: Calcolo statico per il risanamento di tubi e condotti di acque reflue con metodi di lining e installazione

DWA-M 143-12 – Risanamento di condotte e canali fognari con profili prefabbricati – Rivestimento di condotte singole

UNI EN 14654-2: Gestione e controllo delle attività operative negli impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue all'esterno di edifici - Parte 2: Risanamento

UNI EN ISO 23856:2021 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, per scarichi o fognature con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)

UNI EN 14636-1: Plastics piping systems for non-pressure drainage and sewerage - Polyester resin concrete (PRC) - Part 1: Pipes and fittings with flexible joints

UNI EN 15564:2009 UNI EN 15564:2009: Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Calcestruzzo con legante resinoso -. Requisiti e metodi di prova

3 Termini

I termini presenti nel testo sono utilizzati in conformità con i seguenti regolamenti:

- UNI EN 752 Sistemi di drenaggio al di fuori degli edifici
- UNI EN 15885 Classificazione e caratteristiche delle tecniche di rinnovamento, riparazione e sostituzione di fognature e tubi.

Ai fini del presente documento si applicano i seguenti termini e definizioni:

Tubo di lining: sezione/profilo trasversale da inserire per il rinnovamento (ad es. profilo circolare, profilo a bocca, profilo ovoidale, profilo speciale);

Tubo da risanare: è la struttura esistente da risanare; può essere una vecchia tubazione circolare, un profilo speciale (es. ovoidale, a bocca,) o anche un vecchio pozzo o struttura;

Liner: tubo di lining installato dopo il riempimento dello spazio anulare;

Sistema di rivestimento: tubo di lining e tutti i rispettivi raccordi e ausili per l'installazione (compresi i sistemi a scorrimento e i sistemi a rulli) installati in una condotta esistente a scopo di ristrutturazione;

Lining a tubo singolo: rivestimento con singoli tubi di lining prefabbricati e collegati tra loro solo durante l'installazione per formare un liner di rivestimento;

Tecnica di collegamento: è la modalità di collegamento dei singoli tubi di lining;

Materiale di riempimento: materiale per riempire lo spazio anulare tra il tubo di lining e il tubo da risanare;

Ausili per l'installazione:

- Ausili per l'installazione fissati al liner:
 - Sistemi a scorrimento (distanziatori, pattini) in plastica/metallo;
 - Sistemi a rullo.
- Ausili per l'installazione non fissati al liner:
 - Ausili per l'installazione su ruote.

4 Pianificazione

4.1 Cenni generali

I principi alla base di una pianificazione completa del risanamento sono presentati nelle norme UNI EN 752 e UNI EN 14654-2 (in combinazione con DWA-A 143-1 e DWA-A 143-21) e valgono come procedura di pianificazione per il risanamento di tubi e fognature per acque reflue con profili prefabbricati.

4.2 Indagini preliminari

Per sviluppare un intervento di risanamento, devono essere eseguite varie indagini che servono come base per il processo di pianificazione. A titolo di esempio vengono mostrate alcune delle informazioni che risulta necessario raccogliere ai fini della pianificazione. Ad integrazione possono essere richiesti ulteriori documenti.

4.2.1 Informazioni sulla struttura esistente

Devono essere raccolte tutte le informazioni note sull'ubicazione e le condizioni della struttura esistente. Queste includono:

- la posizione, la lunghezza, la profondità del letto, la pendenza, il materiale della struttura esistente, la geometria della sezione trasversale, la presenza di tratti curvilinei e pezzi speciali, i cambiamenti dimensionali e di materiale delle tratte oggetto di intervento;
- per determinare le dimensioni ottimali del profilo e la posizione del tubo di lining nel tubo da risanare occorre definire la geometria reale (misurazione interna/calibratura) lungo tutto il tracciato del tubo da risanare, rilevando eventuali deformazioni/cambiamenti della sezione trasversale;
- la posizione e l'altezza dei chiusini, la quota fondo e la presenza di allacci e scarichi nei pozzetti e nelle condotte;
- le dimensioni dei pozzetti e delle strutture, compreso l'accesso agli stessi;
- il periodo di fabbricazione;
- il numero, l'ubicazione e le dimensioni degli ingressi laterali, nonché le dichiarazioni sulla loro funzione (in esercizio/non in esercizio) e i loro proprietari;
- l'esecuzione di un controllo visivo secondo la norma UNI EN 13508-2 in combinazione con o come controllo visivo diretto sotto forma di walk-through. Questa ispezione deve essere effettuata a ridosso della pianificazione e deve tenere conto delle condizioni stagionali o operative (per esempio perdite in caso di cambiamento del livello delle acque sotterranee, assenza di acqua nella zona del fondo);
- le informazioni sulla storia della condotta (ad es. documentazione della struttura, metodo di costruzione, metodo di fabbricazione, tipo e qualità della posa dei tubi, eventuali riparazioni puntuali)

4.2.2 Informazioni sul comportamento portante della struttura esistente

Per il risanamento di tubi e fognature per le acque reflue con profili prefabbricati, è obbligatoria una valutazione completa della stabilità della struttura esistente. A tal fine, sono necessarie tutte le informazioni per poter definire il sistema statico del liner in funzione delle condizioni del tubo da risanare (vedi DWA-A 143-2).

A questo scopo, può essere necessario determinare ulteriori informazioni sulle condizioni di posa del sistema di tubazioni da risanare:

- il livello delle acque sotterranee, tenendo conto delle fluttuazioni stagionali;
- il controllo delle condizioni di posa delle tubazioni da risanare;
- le deformazioni esistenti;
- per valutare lo stato della tubazione da risanare, in caso di appartenenza alla classe III/IIIa (tubazione non strutturalmente portante, DWA-A 143-2), si devono determinare le profondità di posa, la natura del terreno, i carichi statici e dinamici, il tipo di suolo e il loro valore di compattazione nell'area di posa;
- eventuali indagini materiali sulla struttura esistente (ad es. Campionamento e test in laboratorio, determinazione degli spessori dei componenti)

4.2.3 Informazioni sull'idraulica e controllo del deflusso

Per la pianificazione strutturale del risanamento fognario, dovrebbe essere disponibile uno schema generale della rete di drenaggio il più aggiornato possibile per essere in grado di stimare la capacità idraulica richiesta prima, durante e dopo il risanamento.

4.2.4 Informazioni sulla qualità delle acque reflue

Si deve verificare se esistono caratteristiche speciali che possono riguardare, per esempio, il valore di pH ammissibile, le concentrazioni di sostanze insolitamente alte o la temperatura dell'acqua di scarico.

4.2.5 Informazioni rilevanti per l'ambiente

Durante la pianificazione dovrebbero essere prese in considerazione le seguenti informazioni rilevanti per l'ambiente:

- Ubicazione della struttura esistente da risanare in aree protette (per esempio campo pozzi, aree protette FFH, aree di conservazione del paesaggio o della natura);
- Siti contaminati;
- Indagine sugli ordigni esplosivi;
- Livello delle acque sotterranee e, se applicabile, qualità delle acque sotterranee;
- Permessi o regolamentazioni giuridiche sull'acqua.

4.2.6 Informazioni sul funzionamento

Devono essere prese in considerazione le seguenti informazioni sul funzionamento del canale:

- eventi operativi ordinari e straordinari (ad esempio situazioni medie, aumento della difficoltà di pulizia a causa della sedimentazione);
- danni noti;
- lavori di riparazione già eseguiti sulla struttura esistente (per esempio lavori di impermeabilizzazione, stabilizzazione parziale).

4.2.7 Altre informazioni

Le seguenti informazioni possono essere richieste per la pianificazione:

- informazioni sulla proprietà esistente nell'area di pianificazione;
- presenza di traffico stradale nell'area di intervento e l'impatto di eventuali deviazioni;
- la presenza di attività di costruzione previste in contemporanea, con impatto diretto o indiretto sull'area in cui è pianificata la riqualificazione.

Quando si usano profili prefabbricati, può essere necessario realizzare dei pozzi di partenza per l'inserimento dei profili e dei pozzi di arrivo. In questo caso sono necessarie ulteriori informazioni, che possono essere ricavate dall'ubicazione dei tratti fognari da risanare.

- Individuazione dei sottoservizi o condutture aeree nell'area di risanamento (ad esempio, ubicazione, materiale e condizioni operative dei servizi)
- ulteriori indagini sul sottosuolo per quanto riguarda le proprietà del suolo e le opzioni di smaltimento;
- presenza di edifici sensibili alle vibrazioni
- situazione delle fondamenta delle strutture vicine

5 Nozioni di base

5.1 Descrizione della procedura

5.1.1 Cenni generali

Con il lining a tubo singolo, i profili prefabbricati sono inseriti in un condotto da risanare. Per formare un liner di rivestimento, i singoli tubi di lining vengono giuntati l'uno all'altro. Per l'inserimento dei tubi di lining è necessario avere uno spazio anulare tra la superficie interna del tubo da risanare e la superficie esterna del tubo di lining. La realizzazione del liner di rivestimento continuo avviene generalmente tratto per tratto.

5.1.2 Campo di applicazione

Il lining a tubo singolo viene utilizzato per ripristinare la stabilità, la tenuta e la sicurezza operativa.

Un altro campo di applicazione è la modifica mirata del profilo o la riduzione della sezione trasversale del tubo da risanare.

A seconda del processo, il lining a tubo singolo può essere utilizzato in fognature accessibili e no, in tutte le forme della sezione trasversale, come profili circolari, ovoidali, a bocca, scatolari, romboidali o ovali, e, indipendentemente dal materiale esistente, nel campo di funzionamento a gravità. Il campo di applicazione può essere desunto dalla Tabella 1. Per applicazioni speciali, sono possibili sezioni e dimensioni diverse a seconda del sistema.

L'uso del lining a tubo singolo richiede un'attenta indagine delle condizioni effettive del sistema di tubi da risanare. La forma del condotto da ristrutturare deve mantenere la sua forma invariata per garantire l'inserimento dei rivestimenti in profili monotubo. Il lining a tubo singolo può essere impiegato per qualsiasi tubo da risanare indipendentemente dal suo stato. Deve essere fornita una prova statica del sistema risanato. (si veda capitolo 5.5).

5.1.3 Struttura del sistema

Il sistema di lining consiste nei tubi di lining giuntati tra di loro (liner) comprensivo dei pezzi speciali associati, installati in un tubo da risanare e con intercapedine riempita per eseguirne il rinnovamento.

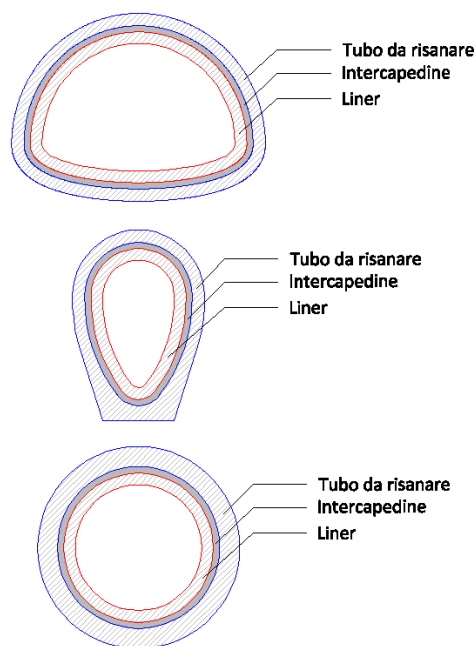


Figura 1: Tipici sistemi di lining

5.1.4 Modalità di installazione

In conformità alla norma UNI EN 15885, si distingue tra le seguenti varianti di procedura:

Procedura A: Spinta Spinta dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino a raggiungere il punto di destinazione previsto. I singoli tubi di lining sono collegati all'interno del pozzo/scavo di partenza per formare un liner di rivestimento. (

Figura 2)

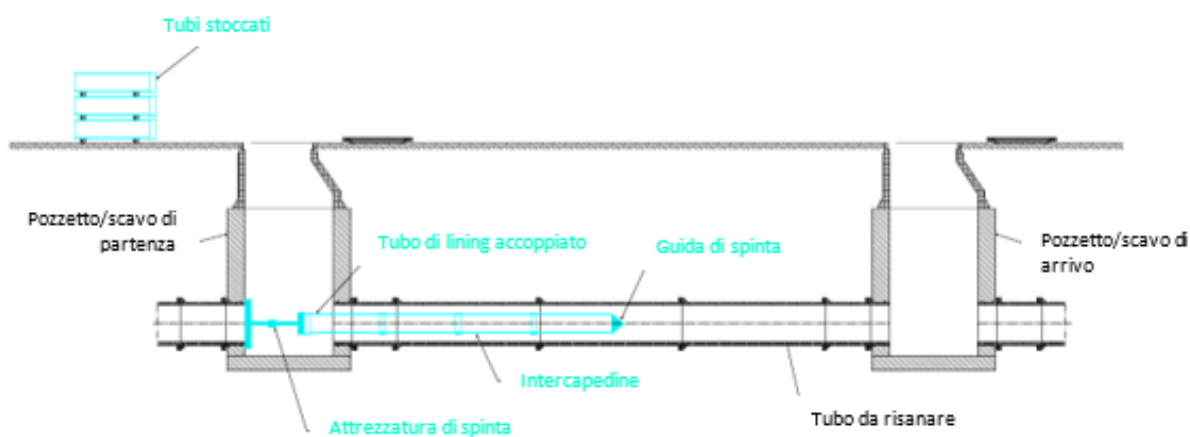


Figura 2: Procedura A - Spinta

In questa variante di procedura, i singoli tubi di lining sono uniti in un pozzo / scavo di partenza e poi spinti nel vecchio tubo da rinnovare. Di norma, si utilizza un dispositivo di pressatura idraulica, la cui forza è sufficiente per far avanzare l'intero blocco di tubi di lining. Bisogna assicurarsi che la forza

propulsiva del dispositivo di installazione sia limitata alle forze propulsive ammissibili (per esempio secondo le specifiche del produttore) delle tubazioni. Per l'avanzamento dell'ultimo tubo di lining inserito, si è dimostrato efficace l'uso di una piastra/adattatore di distribuzione della pressione sull'estremità della tubazione.

Il pozzo/lo scavo di partenza deve essere adatto ad assorbire le forze generate dalla pressa idraulica. Se necessario, occorre rinforzare la parete di spinta (per esempio, distribuzione del carico con una piastra d'acciaio o un pilastro di cemento).

Per facilitare il collegamento dei singoli tubi di lining in un unico blocco, possono essere utili ulteriori dispositivi di installazione (ad es. piastra di fissaggio, dispositivo di giunzione).



Figura 3: Dispositivo di spinta idraulica per inserire tubi di lining

Procedura B: Tiro Tiro dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino a raggiungere il punto di destinazione previsto. I singoli tubi di lining sono collegati all'interno del pozzo/scavo di partenza per formare un liner di rivestimento. (**Figura 4**)

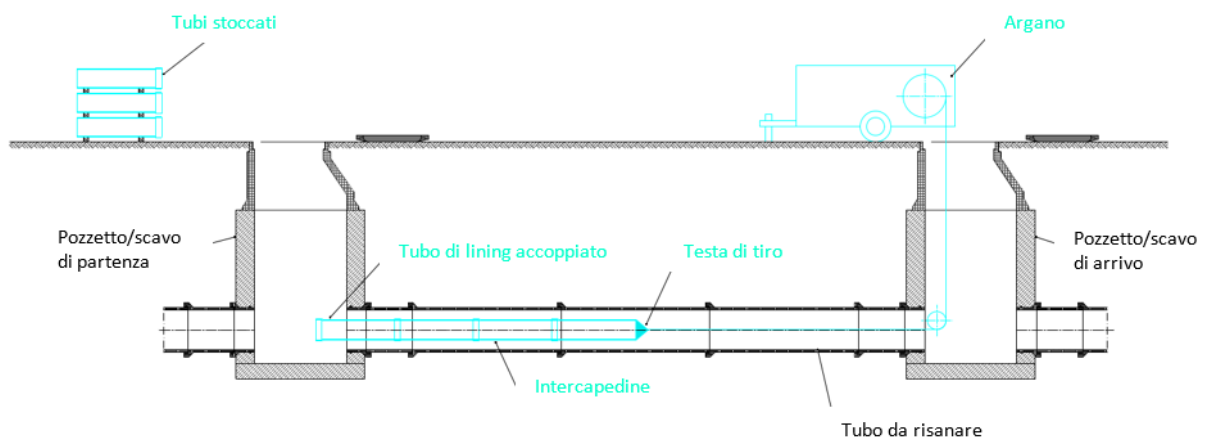


Figura 4: Procedura B - Tiro

In questa variante di procedura, i singoli tubi di lining sono uniti in un pozzo / scavo di partenza e poi tirati all'interno del vecchio tubo da rinnovare.

Di regola, si usa un argano a fune (ad esempio, un argano a tamburo o un argano di alaggio), sulla cui fune viene tirato il treno di tubi. In questo caso, la fune può essere attaccata al primo tubo di lining che viene inserito (presupponendo connessioni di tubi con sistemi antisfilamento) oppure la fune viene tirata attraverso l'intera linea e attaccata all'ultimo tubo di lining della serie, ad esempio tramite una traversa.

L'argano può essere posizionato all'interno del pozzo/scavo di destinazione oppure fuori terra e il cavo di traino può essere deviato verso la posizione dell'argano tramite opportuni deviatori.

Una girella impedisce che il cavo di traino del tubo si attorcigli durante l'inserimento.



Figura 5: Attacco al tubo (testa di tiraggio)

Procedura C: Inserimento

Inserimento dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino al raggiungimento del punto di destinazione previsto. I singoli tubi liner sono collegati all'interno del tratto da rinnovare per formare un liner di rivestimento (Figura 6)

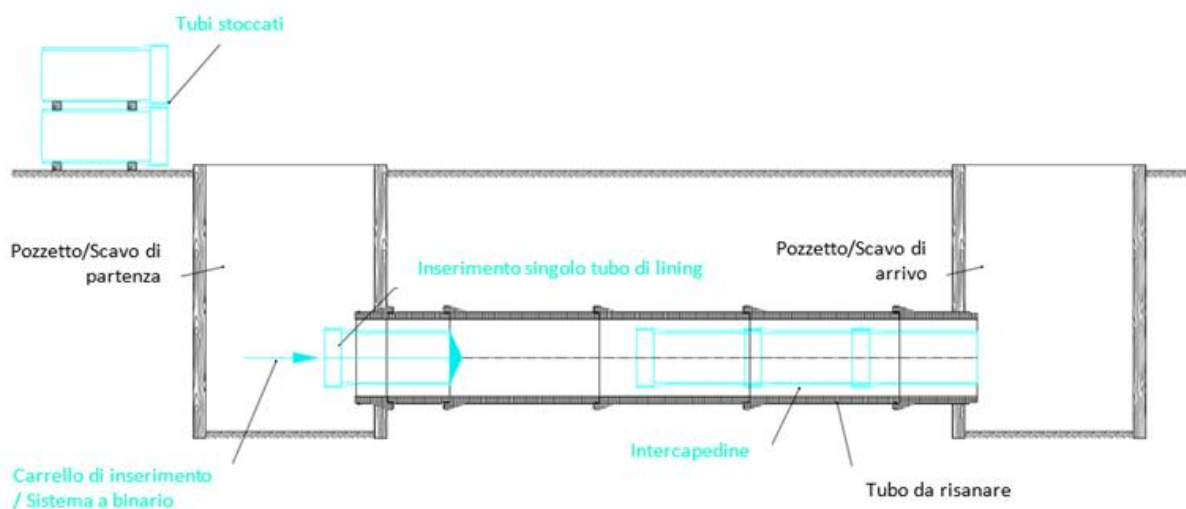


Figura 6: Procedura C: Inserimento

Con questa variante di procedura, i singoli tubi di lining sono inseriti nel vecchio tubo da rinnovare e uniti insieme sul posto. Di regola, viene utilizzato un carrello retrattile, che si adatta al vecchio tubo e al tubo di lining. Di solito, il carrello è azionato mediante procedura elettrica, idraulica o manuale. Sul posto, i profili vengono uniti per mezzo di un gruppo di accoppiamento idraulico, un dispositivo di trazione manuale o un argano.

Nel punto di accoppiamento, i profili vengono tirati insieme per mezzo di una fune di trazione e di una trave. Per una migliore unione dei profili, occorre utilizzare un lubrificante approvato dal produttore per le guarnizioni.



Figura 7:Carrello per l'inserimento dei tubi

Nelle condotte non accessibili, vengono utilizzati solo i metodi A e B (vedi Tabella 1).

5.1.5 Prodotto finale

Dopo che lo spazio anulare è stato riempito, i tubi di lining installati prendono il nome di liner.

Il prodotto finale si ottiene con il collegamento al liner di tutti i pozzi, i condotti e le linee di raccordo.

5.2 Limiti di applicazione

Nel caso del lining a tubo singolo, i profili prefabbricati sono introdotti con vari metodi nei pozzi preesistenti o in scavi fabbricati ad hoc. La seguente tabella mostra una panoramica delle lunghezze di installazione usuali, delle dimensioni e dei materiali per ogni tipo di installazione. È possibile anche l'impiego di diversi materiali. Le lunghezze massime di installazione dipendono dalle condizioni locali e sono puramente indicative. Può essere previsto, se necessario, l'uso di sistemi a scorrimento o a rulli come ausili per l'installazione e un sistema di bloccaggio della posizione del tubo di lining, che può essere predisposto a seconda delle dimensioni del vecchio tubo.

Tabella 1: Modalità di installazione

Procedura	A	B	C
Tipo di installazione	Spinta	Tiro	Inserimento
Tubo da risanare non accessibile	Sì	Sì	No

Tubo da risanare accessibile	Sì	Sì	Sì
Dimensione tubo da risanare [mm]	≥ 250	≥ 250	≥ 1.000
Dimensione tubo di lining [mm]	≥ 250-1.600	≥ 250-1.600	≥ 250-3.200
	più piccolo del tubo da risanare (tenendo conto dello spazio anulare richiesto)		
Materiale del liner	PRFV, PE, PP	PRFV, PE, PP	PRFV, PE, PP, PVC-U, CLS Polimerico
Spessore della parete liner	secondo i requisiti statici, in conformità alla DWA A 143-2		
Lunghezza dell'installazione (dipende da lunghezza/peso/collocazione)	fino a 250m	fino a 250m	illimitata
Dispositivi per l'installazione	Stazione idraulica, pistoni, anello di distribuzione della spinta,	Argano a fune, girella/grillo, testa di traino, slitta o traversa/piastra di traino	Carrello / sistema a binario
Ausili per l'installazione (se necessario)	Pattini, pellicola scorrevole, sistema a binario	Pattini, pellicola scorrevole, sistema a binario	
Blocco della posizione	Pattini / distanziatori premontati sul tubo di lining	Pattini / distanziatori premontati sul tubo di lining	distanziatori da installare in loco nel tubo da risanare
Sistema antigalleggiamento	Zavorra, distanziatori premontati sul tubo di lining	Zavorra, distanziatori premontati sul tubo di lining	Zavorra, distanziatori da installare in loco nel tubo risanare

In caso di afflusso massiccio di acqua freatica nella tubazione da risanare, si deve verificare se la procedura può essere applicata:

- se non è possibile impedire (temporaneamente) o deviare (temporaneamente) l'ingresso massiccio di acqua freatica, non può essere assicurato il riempimento professionale dello spazio anulare
- se è presente un'infiltrazione di acqua freatica con intrusione nel suolo, la posa (letto) della struttura esistente può risultare compromessa (cfr. capitolo 4.2.2)
-

5.3 Requisiti

5.3.1 Cenni generali

Questo capitolo tratta i materiali solitamente impiegati nel lining a tubo singolo. Analogamente, è possibile applicare il prospetto anche per altri materiali di uso comune.

5.3.2 Materiali e attrezzature

5.3.2.1 Tubi di lining

I materiali e i profili utilizzati devono essere adattati alle specifiche condizioni che si presentano durante l'installazione e al funzionamento dei tubi e delle fognature di acque reflue da rinnovare. La resistenza del materiale costituente i profili prefabbricati adottati al convogliamento delle acque reflue deve essere dimostrata da una prova di idoneità.

La verifica statica dei profili viene effettuata secondo DWA-A 143-2 o ATV-DVWK-A 127, tenendo conto del riempimento dello spazio anulare.

Di regola, nel lining a tubo singolo si impiegano profili nei seguenti materiali:

- PRFV
- PE
- PP
- PVC-U
- CLS Polimerico

Si possono impiegare tubi con dimensioni standardizzate e tubi con dimensioni diverse, specifiche per il progetto. Tuttavia, i requisiti qualitativi dei tubi e dei materiali utilizzati devono essere conformi alla seguente Tabella (Tabella 2)

Tabella 2: Panoramica dei materiali dei tubi di lining

Tubi di lining	Sistema di collegamento	Standard di riferimento
PE	Connessione a manicotto, saldata e avvitata	UNI EN 12666-1
PP	Connessione a manicotto, saldata e avvitata	UNI EN 1852-1
PVC-U	Collegamento a bicchiere	UNI EN 1401-1
PRFV	Collegamento a manicotto, a bicchiere, incollato e laminato	UNI EN ISO 23856 ISO 16611
CLS Polimerico	Collegamento a bicchiere e incollato	UNI EN 14636-1 DWA-M 143-4 UNI EN 15564:2009

5.3.2.2 Materiale di riempimento dello spazio anulare

Il riempimento dello spazio anulare serve a trasferire la pressione radiale tra il vecchio tubo e il tubo di lining, poiché generalmente nelle verifiche di stabilità si presume che il liner sia collocato rigidamente durante l'esercizio. Il materiale di riempimento non deve avere un'elevata resistenza alla compressione ma assicurare un letto di posa del liner omogeneo.

In linea di principio, il materiale di riempimento non aumenta la capacità portante del sistema. In questo caso, il materiale di riempimento deve presentare i valori utilizzati nella verifica statica.

Oltre a creare un letto definito, il riempimento serve di solito ad impedire l'ingresso del terreno dovuto ai difetti del vecchio tubo e l'accumulo di gas o il trasporto di acqua nello spazio anulare.

Generalmente, per il riempimento si usano malte altamente scorrevoli, ma si possono usare anche altri materiali a seconda delle condizioni specifiche dell'intervento, purché soddisfino i requisiti di cui sopra.

Viene fatta una distinzione normativa tra malte da riempimento pesanti (densità di massa $> 1,3 \text{ kg/dm}^3$) e leggere (densità di massa $> 0,7 \text{ kg/m}^3$ a $1,3 \text{ kg/dm}^3$).

A relining eseguito, la sequenza operativa prevede la riconnessione alle estremità del segmento rinnovato tra il nuovo tubo e l'esistente mediante accoppiamento con raccordi conformi alle specifiche tecniche di progetto.

5.3.2.3 Laminazioni in situ

Quando si usano i laminati in situ, bisogna tenere conto dei seguenti requisiti.

Tipi di resina:	Resina poliestere insatura (resina UP) secondo UNI EN 13121-1, tabella 2 Gruppo di resina 4
	Resina vinilestere (resina VE) secondo UNI EN 13121-1, Tab. 2 Gruppo 7 o 8 (esclusi i sistemi di resina alogenata), proprietà di stampaggio secondo DIN 16946-2, Tab. 4, tipo 1310
Filler:	Si possono usare solo riempitivi che sono inerti di per sé (non carbonato di calcio)
Fibre di vetro:	Vetro E-CR (secondo UNI EN 14020, UNI EN ISO 2078 e DIN 61850 fino a 61854). Stuoie di fibra 450-800 g/m ² Solo tappeti di vetro legati a polvere.
Sigillatura della superficie:	Resina poliestere, spessore $\geq 0,4 \text{ mm}$ (circa 350 g/m ²)

5.3.2.4 Ausili per l'installazione

Gli ausili per l'installazione servono a ridurre la resistenza all'attrito quando si inseriscono/spingono i tubi di lining e a proteggerli dai danni.

Non ci devono essere interferenze con il riempimento dello spazio anulare.

Si possono usare i seguenti ausili per l'installazione:

- ausilio per l'installazione (pattini) fissato al liner (Figura 8) **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ruote (Figura 9)
- ausili per l'installazione non fissati al liner (tappetini scorrevoli, guide di scorrimento)



Figura 8: Esempio di ausilio per l'installazione "pattini"



Figura 9: Esempio di ausilio per l'installazione "ruote"

5.3.2.5 Blocco della posizione e controllo del galleggiamento

Il blocco della posizione è utilizzato per fissare il tubo di lining in direzione longitudinale e trasversale durante l'installazione, ad esempio per prevenire l'instabilità o per consentire la giunzione dei tubi di lining. Inoltre, il blocco della posizione permette di allineare l'altezza dei profili inseriti.

Il controllo del galleggiamento impedisce il galleggiamento incontrollato dei tubi di lining durante il riempimento dello spazio anulare. Deve essere preso in considerazione nella verifica statica del processo di riempimento.

Il blocco della posizione e il controllo del galleggiamento spesso coincidono.

La posizione è assicurata a seconda delle dimensioni del tubo da risanare e del metodo usato, per cui si possono usare anche diversi sistemi in combinazione tra loro. Sono previste anche le seguenti opzioni.

Tubazione da risanare non accessibile o accessibile, procedura A (spinta) o B (tiro):

- Distanziatore installato in modo permanente;
- Zavorra (acqua o altri pesi);
- Utilizzo di una malta leggera con una densità $< 1 \text{ kg/dm}^3$ per il riempimento dello spazio anulare; in questo caso si dovrebbe sempre effettuare lo zavorramento simultaneo del tubo di lining.

Tubazione da risanare accessibile, metodo C (inserimento):

- Installazione di distanziatori in plastica o legno; in caso di utilizzo di distanziatori in plastica o in legno, si devono evitare rigonfiamenti inammissibili durante il processo di riempimento e i conseguenti carichi sul tubo di lining (ad es. preammollo o utilizzo di legni duri);
- Installazione di distanziatori in fibrocemento o calcestruzzo polimerico;
- Installazione di distanziatori regolabili;
- Installazione di strutture a telaio nella tubazione da risanare;
- Installazione di punti di ancoraggio nella tubazione da risanare e rinforzo dei tubi di lining con cinghie di tensione.

Per tutti i sistemi di fissaggio meccanico, il trasferimento del carico deve essere distribuito su un'area più ampia possibile intorno alla circonferenza del profilo, al fine di evitare carichi puntuali inammissibili sia sul liner che sulla tubazione da risanare; occorre tenere conto delle condizioni specifiche di installazione o delle specifiche dell'analisi strutturale (cfr. 5.5.2).

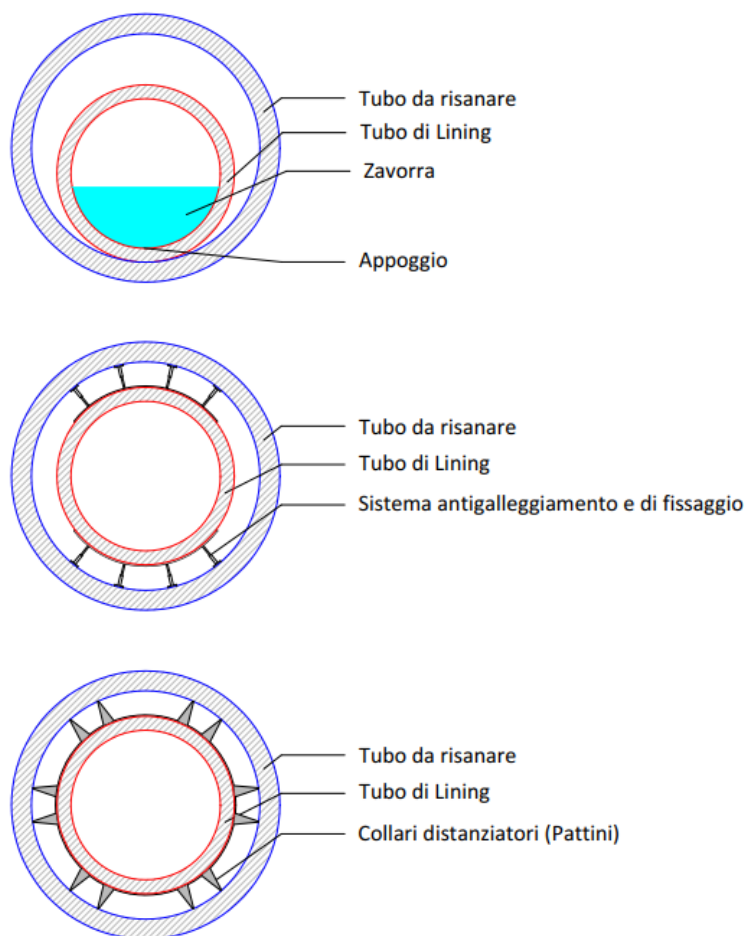


Figura 10: Varianti per assicurare la posizione e controllare il galleggiamento

5.3.3 Sistema complessivo

Il sistema complessivo è costituito dalle condizioni di posa del tubo da risanare e dal liner (tubo di lining con riempimento dello spazio anulare) nonché da tutti i collegamenti (cfr. capitoli 6.3 e 6.3.2) e deve soddisfare i requisiti della UNI EN 752 per quanto riguarda:

- Tenuta
- Stabilità
- Sicurezza operativa

5.4 Requisiti di pianificazione

5.4.1 Cenni generali

La UNI EN 752 è la base per la pianificazione delle misure di risanamento strutturale nelle reti di drenaggio. Si applica anche al lining a tubo singolo. Questo regolamento formula i requisiti di base

delle prestazioni e indica la procedura che deve essere seguita passo dopo passo nel processo di pianificazione.

5.4.2 Requisiti di prestazione

Secondo la norma UNI EN 752, i requisiti prestazionali di una rete di drenaggio risanata devono corrispondere a quelli di un sistema nuovo. Su di essi si basa la pianificazione.

I requisiti essenziali per l'uso del lining a tubo singolo sono:

- **Tenuta**
L'intero sistema da costruire nel corso del risanamento (composto da un tratto di fognatura rinnovato, compreso il punto di collegamento agli allacci e il punto di collegamento al pozzetto) deve soddisfare completamente i requisiti di tenuta previsti dalla norma UNI EN 1610.
- **Stabilità**
La prova di stabilità deve essere fornita per l'intero sistema da costruire (tubo da risanare, liner, riempimento), tenendo conto delle condizioni locali e delle condizioni specifiche secondo DWA-A 143-2.
- **Sicurezza operativa**
La resistenza del liner agli attacchi chimici e fisici delle acque convogliate nel sistema di drenaggio deve essere comprovata da prove di idoneità, per la vita utile dell'opera.

Ulteriori requisiti di prestazione possono essere inclusi nel processo di pianificazione, facendo riferimento ad opportune caratteristiche prestazionali.

È necessario assicurarsi che, durante la pianificazione, all'interno della specifica di prestazione siano elencate, in dettaglio, tutte le caratteristiche di prestazione e i rispettivi test.

5.5 Verifica di stabilità

5.5.1 Cenni generali

La verifica statica viene effettuata secondo la scheda di lavoro DWA-A 143-2 "Calcolo statico per il risanamento di tubi e fognature di acque reflue con lining e metodi di installazione". La verifica viene condotta sia in fase di lavorazione che in fase di esercizio.

5.5.2 Verifica della stabilità strutturale / riempimento dello spazio anulare

Il riempimento dello spazio anulare induce lo stato di sollecitazione durante la fase costruttiva (cfr. Figura 11).

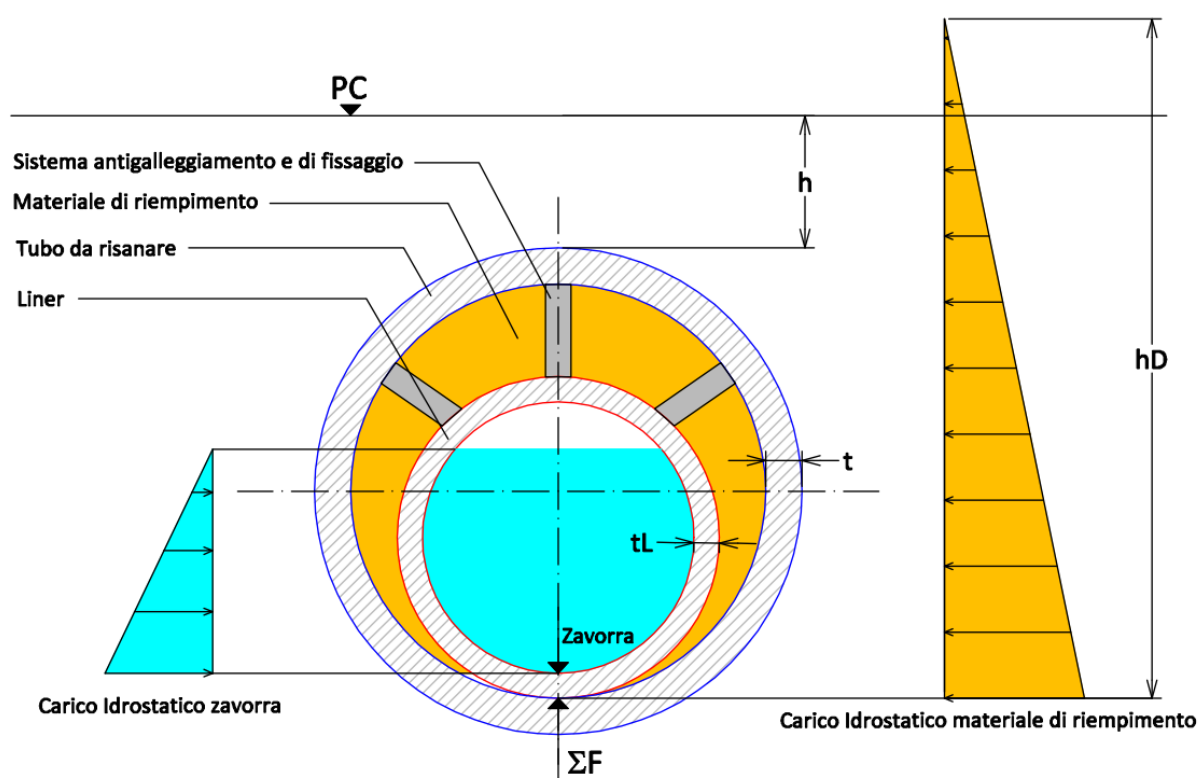


Figura 11: Stato di sollecitazione durante il riempimento dello spazio anulare in base alla DWA-A 143-2; viene mostrato un tubo di lining durante il riempimento, con parziale riempimento d'acqua come zavorra e blocco di posizione/ controllo del galleggiamento

A tal fine, occorre eseguire le verifiche delle sollecitazioni e della stabilità. In caso di utilizzo di un materiale di riempimento fluido, anche per riempimento a strati, si deve utilizzare, ai fini della verifica, l'altezza complessiva comprensiva degli strati già eseguiti, poiché il ritiro del materiale di riempimento causa la formazione di un vuoto anulare, che porta al galleggiamento e arriva a chiusura solo con gli ulteriori strati di riempimento.

L'altezza di riempimento h_D può variare durante la fase costruttiva (sopra e sotto il livello del suolo).

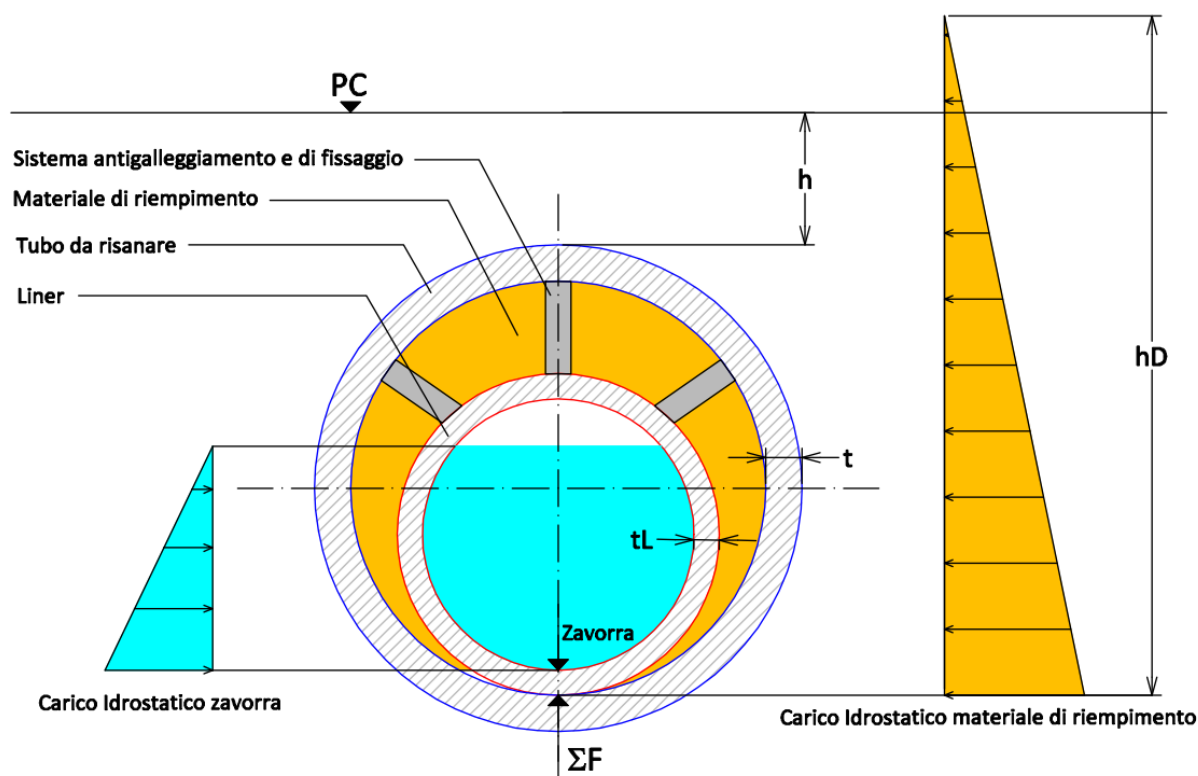


Figura 11: Stato di sollecitazione durante il riempimento dello spazio anulare in base alla DWA-A 143-2; viene mostrato un tubo di lining durante il riempimento, con parziale riempimento d'acqua come zavorra e blocco di posizione/ controllo del galleggiamento

Nella verifica statica durante il processo di riempimento si deve tener conto anche dei seguenti possibili fattori di influenza:

- Blocco della posizione e controllo del galleggiamento:
 - Influenza sul comportamento di instabilità/deformazione del tubo di lining;
 - : Instabilità locale/punzonamento per i profili con appoggi puntiformi;
 - Applicazione di modelli di calcolo 3D, qualora necessario.
- Supporto interno per contrastare deformazioni localizzate;
- Carico sul tubo da risanare dovuto alla pressione di riempimento e al sistema di fissaggio/anti galleggiamento.

Il peso del materiale di riempimento liquido ha una notevole influenza sull'analisi strutturale e deve essere preso in considerazione.

Il calore generato durante l'indurimento di un materiale di riempimento cementizio può avere un'influenza sulle proprietà del materiale del tubo di lining. Se necessario, questo aspetto deve essere preso in considerazione nell'analisi strutturale.

Se ci sono grandi spazi anulari a causa di notevoli differenze dimensionali tra il tubo da risanare e il tubo di lining, si deve decidere in fase progettuale se effettuare una verifica statica dei supporti o del controllo del galleggiamento. A tal fine è necessario effettuare un adeguato pre-dimensionamento.

Nel caso dei metodi di installazione A o B, un carico significativo può risultare dalle procedure di inserimento per lunghi tratti soggetti a risanamento.

L'appaltatore deve presentare al committente un piano di riempimento adatto alle condizioni specifiche del cantiere e alla prova statica, nonché alla tecnica scelta dall'appaltatore stesso. Qualsiasi altra richiesta da parte del cliente deve essere presa in considerazione durante l'elaborazione del cronoprogramma dei lavori.

Il piano di riempimento deve contenere informazioni sui seguenti punti, nella misura in cui essi sono rilevanti per la procedura di costruzione selezionata:

- Misure di pre-sigillatura contro l'ingresso dell'acqua e per prevenire la perdita / segregazione del materiale di riempimento;
- Sistema di bloccaggio della posizione e controllo del galleggiamento, se rilevante, compresa la prova statica di resistenza al piegamento;
- Piano di riempimento (sequenza di costruzione) con indicazione dei tempi di indurimento;
- Personale e attrezzature utilizzate;
- Rimozione dell'acqua residua dalla sezione di riempimento;
- Materiale di riempimento utilizzato, tenendo conto dei requisiti esposti nel capitolo 5.3.2.2; in caso di malta da iniezione fluida, indicando i dati forniti dal produttore:

Informazioni minime:

- Densità apparente ^{*)} della malta fresca secondo la norma UNI EN 1015-6
- Resistenza alla compressione della malta indurita secondo EN 196-1
- Fluidità ^{*)} (cono di Marsh secondo la norma UNI EN 14117)
- Informazioni rilevanti del produttore (ad esempio sull'uso di determinati intervalli di temperatura, tempo di lavorazione, aggiunta di additivi o simili)

Informazioni in caso di requisiti speciali:

- Cambio di volume secondo la norma UNI EN 445
- Compatibilità delle acque sotterranee
- Comportamento di eluizione nel caso in cui sia previsto il contatto con le acque sotterranee, ad esempio a causa del riempimento di vuoti nel terreno,
- Resistenza alla corrosione in funzione dei costituenti delle acque sotterranee
- Densità apparente della malta solida secondo la norma UNI EN 1015-10
- Altri requisiti secondo la pianificazione

^{*)} Ispezione in cantiere

- Quantità calcolata di materiale di riempimento
- Sezioni e strati di riempimento
- Sigillatura tra due sezioni di riempimento successive e rispetto alle strutture
- Piano di sfiato e riempimento (disposizione dei bocchettoni)
- Implementazione delle specifiche della prova statica
- Controllo della pressione di riempimento
- Sistema di sicurezza contro il cedimento
- Campionamento e test pianificati (autocontrollo e/o supervisione della costruzione secondo le specifiche di pianificazione / specifiche della supervisione della costruzione)
- Determinazione dei punti di controllo durante il riempimento (in tubi di lining accessibili)
- Informazioni sulla sigillatura dei punti di controllo (perforazioni / bocchettoni)

Se viene utilizzato un materiale di riempimento non fluido (ad esempio sabbia, calcestruzzo vibrato o simili), è richiesta la prova di una sufficiente compattazione e del completo riempimento dello spazio anulare ed è necessario tenerne conto nel piano di riempimento.

5.5.3 Verifiche di stabilità in fase di esercizio

Per la verifica della condizione operativa, secondo DWA-A 143-2 è essenziale individuare il sistema statico da utilizzare (condizione del tubo da risanare). In sintesi, l'allegato C fornisce una panoramica (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Figura 12: Procedura di individuazione del sistema statico; estratto dall'allegato C.1 (normativo) [DWA-A 143-2]

Nel caso di danneggiamento del tubo da risanare rientrante nello stato di danno III, si devono ottenere informazioni sulle caratteristiche del suolo più dettagliate (cfr. Figura 12).

Devono essere eseguite le verifiche delle sollecitazioni, delle deformazioni e della stabilità.

Inoltre, devono essere presi in considerazione i seguenti possibili fattori di influenza secondo DWA-A 143-2:

- Se si prendono in considerazione i carichi dinamici, si deve effettuare una prova di fatica in funzione della profondità.
- Indebolimento del liner in corrispondenza degli ingressi laterali con piccoli discostamenti tra la larghezza nominale del tubo di lining e dell'ingresso laterale

L'allegato K (informativo) della DWA-A 143-2 individua uno stato di danno IIIa del tubo da risanare, oltre alle condizioni del tubo da risanare sopra menzionate. In caso di stato di danno IIIa il tubo da risanare ha una bassa resistenza alla compressione nella zona delle crepe, rendendo impossibile la trasmissione della forza sulla sezione trasversale del tubo. In questo caso specifico, la verifica della stabilità del liner viene effettuata secondo la procedura indicata nell'ATV-DVWK-A 127 "Calcolo statico di fognature e tubi", secondo la norma per le nuove costruzioni. A questo scopo, devono essere eseguite indagini più complete sulle caratteristiche del suolo, analogamente allo stato di danno III del tubo da risanare. Le specifiche minime per il calcolo statico si trovano nell'allegato G della scheda DWA-A 143-2.

5.6 Prova di tenuta e ispezione visiva

Secondo la norma UNI EN 1610 devono essere eseguiti i seguenti test:

- Ispezione visiva,
- Controllo della tenuta.

Deve essere effettuata una misura della deformazione dei tubi flessibili. In deroga a quanto esposto, si può decidere di omettere questa prova di deformazione, tenendo conto della rigidità del sistema complessivo.

Dopo l'installazione, il liner deve essere ispezionato visivamente sulla base del sistema di codifica secondo la norma UNI EN 13508-2

Per i profili non accessibili, viene generalmente effettuata una prova di tenuta prima di effettuare gli allacci.

Nel caso di liner di dimensioni speciali per cui, secondo lo stato dell'arte, non sono disponibili dispositivi di prova di tenuta, la prova di tenuta può anche essere eseguita, a seconda della forma del profilo, eseguendo le prove sui singoli giunti o la verifica di eventuali infiltrazioni durante il riempimento dello spazio anulare.

Il progettista deve stabilire se la prova dovrà essere effettuata prima o dopo il riempimento dello spazio anulare.

6 Esecuzione

6.1 Lavori preliminari

Il lavoro preliminare necessario è descritto di seguito nella sequenza di costruzione.

6.1.1 Controllo degli scarichi (mantenimento dell'acqua ricevente)

Il tubo, delle acque reflue, da rinnovare deve essere messo completamente fuori servizio e in asciutto. Prima di iniziare i lavori, le acque reflue devono essere deviate o trasferite mediante idonei interventi o il flusso interrotto senza arrecare danni per tutta la durata dei lavori. Le misure di controllo del deflusso si riferiscono alle fognature principali, agli ingressi e, per quanto possibile, anche ai condotti di raccordo.

6.1.2 Pulizia

All'inizio dei lavori, la sezione da rinnovare deve essere pulita. La procedura di pulizia deve essere scelta in modo da evitare ulteriori danni al canale danneggiato.

Uno dei metodi di pulizia rivelatosi più efficace è il lavaggio ad alta pressione (water jetting)

6.1.3 Ispezione visiva all'inizio della costruzione

All'inizio della costruzione è necessaria un'ispezione visiva utilizzando un sistema di codifica secondo UNI EN 13508-2.

6.1.4 Rimozione degli ostacoli

Prima dell'installazione dei profili prefabbricati è necessario individuare e rimuovere degli ostacoli che possono presentarsi lungo il tratto da risanare. Ostacoli possono essere, ad esempio, la crescita di radici, la sporgenza di bocchettoni, la sedimentazione, l'incrostazione, l'attraversamento di tubi o cavi. Questi devono essere rimossi in modo tale che il processo di installazione e riempimento non venga ostacolato. Per la rimozione degli ostacoli, ad esempio, possono essere utilizzati robot di fresatura o processi manuali.

Tutti i lavori per rimuovere gli ostacoli devono essere documentati e consegnati al cliente.

6.1.5 Taratura

Si deve effettuare una misurazione interna per verificare le specifiche di prestazione rispetto alle dimensioni del tubo di lining da installare.

A seconda della geometria del tubo da risanare, dello spazio anulare e del tipo di danno, la misurazione interna può essere effettuata manualmente (misurazione manuale, attraverso un calibro di misurazione), meccanicamente (ad esempio utilizzando un dispositivo di misurazione della deformazione e di un calibro) o tramite misurazione digitale (ad esempio laser).

La misurazione interna deve essere documentata e il cliente deve essere informato del risultato dell'ispezione.

6.1.6 Misurazione delle connessioni

Gli allacci esistenti da ricollegare devono essere misurati e documentati prima dell'installazione con riferimento a un punto fisso per quanto riguarda la distanza e la posizione sulla circonferenza del tubo.

La misurazione dei condotti di raccordo da aprire nel liner deve essere effettuata con la stessa tecnica di misurazione.

Nel caso di vecchi profili di tubi accessibili, è possibile misurare la connessione nel tubo di lining durante l'installazione.

6.1.7 Scavi

Gli scavi possono essere necessari per:

- pozzo di partenza e di arrivo per l'installazione
- Riutilizzo parziale dei pozzetti esistente per i punti di accesso e destinazione
- Realizzazione degli allacci
- Mantenimento dell'acqua ricevente
- Punti di fuga per la sicurezza e la salute sul lavoro
- Lavoro di riempimento

Le dimensioni e la struttura dei pozzi di scavo e il numero di pozzi dipendono dalle caratteristiche dell'intervento

6.1.8 Pre-sigillatura contro le acque di falda (infiltrazione)

L'infiltrazione delle acque sotterranee è problematica in caso di:

- Pericolo di segregazione del materiale di riempimento dello spazio anulare
- Entrata di solidi che mettono in pericolo la posa (letto) della tubazione da risanare e costringono la sezione libera della tubazione da risanare

In questi casi, è necessaria una pre-sigillatura temporanea.

6.1.9 Altri lavori preliminari

Alla presenza di collegamenti danneggiati dei tubi nei pozzi e nelle strutture esistenti, sezioni di tubi instabili, ecc., che non consentono un'installazione sicura e senza danni dei tubi di lining, occorre sostituire le parti danneggiate con elementi integri e mettere in sicurezza le sezioni non stabili.

Ulteriori lavori di riparazione come l'iniezione, il riempimento e le procedure di pressatura possono essere necessari a seconda dei danni esistenti rilevati prima dell'installazione.

6.1.10 Ispezione visiva prima dell'installazione

Prima di procedere all'installazione dei profili, è necessario un ulteriore controllo visivo del tubo da risanare. Questa operazione è necessaria per controllare che tutti i lavori preparatori siano stati completati nella sezione di ristrutturazione, in particolare che la sezione sia pulita e libera da ostacoli. I risultati dell'ispezione devono essere documentati. Poiché l'ispezione serve solo a controllare che l'unità sia pronta per l'installazione, non è necessario registrare eventuali danni.

6.2 Installazione

6.2.1 Elementi principali

Alla consegna, i tubi di lining e i raccordi devono essere controllati per verificare che non siano danneggiati. Occorre controllare che la consegna corrisponda ai dettagli dell'ordine. Qualsiasi danno deve essere registrato, documentato e segnalato immediatamente.

I tubi di lining devono essere trasportati e stoccati in loco secondo le istruzioni del produttore.

Durante l'installazione, devono essere rispettate le forze di trazione e di taglio, le pressioni di deformazione e le deformazioni angolari ammissibili per il profilo e il sistema di giunzione, come da specifiche del produttore.

6.2.2 Procedura A – Spinta

Spinta dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino a raggiungere il punto di destinazione previsto. I singoli tubi di lining sono collegati all'interno del pozzo/scavo di partenza per formare un liner di rivestimento. Si rimanda al paragrafo Modalità di installazione 5.1.4

6.2.3 Procedura B – Tiro

Tiro dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino a raggiungere il punto di destinazione previsto. I singoli tubi di lining sono collegati all'interno del pozzo/scavo di partenza per formare un liner di rivestimento. Si rimanda al paragrafo Modalità di installazione 5.1.4

6.2.4 Procedura C – Inserimento

Inserimento dei tubi di lining da un pozzo/scavo di partenza nel tratto da risanare fino al raggiungimento del punto di destinazione previsto. I singoli tubi liner sono collegati all'interno del tratto da rinnovare per formare un liner di rivestimento. Si rimanda al paragrafo Modalità di installazione 5.1.4

6.2.5 Blocco della posizione e sistema antigalleggiamento

Il blocco della posizione è usato per fissare il tubo di lining in direzione longitudinale e trasversale durante l'installazione, ad esempio per prevenire l'instabilità o per consentire la giunzione dei tubi di lining. Inoltre, il blocco della posizione permette di allineare l'altezza dei profili inseriti.

Il controllo del galleggiamento impedisce il galleggiamento incontrollato dei tubi di lining durante il riempimento dello spazio anulare. Si rimanda al paragrafo Blocco della posizione e controllo del galleggiamento 5.3.2.5.

6.2.6 Riempimento dello spazio anulare

Il riempimento dello spazio anulare rappresenta una fase di lavoro essenziale per garantire il successo del risanamento e richiede quindi una cura particolare.

Poiché sono generalmente utilizzate malte altamente fluide per il riempimento dello spazio anulare, le seguenti spiegazioni si riferiscono fondamentalmente a questo metodo. Se si utilizzano altri materiali di riempimento, osservare il capitolo 5.3.2.2 e, se necessario, adattare la tecnologia e l'attrezzatura.

Dopo aver inserito i tubi di lining nella tubazione da risanare, deve essere sigillato lo spazio anulare che si trova nei punti di inizio e fine della sezione di riempimento completata. A seconda delle dimensioni dello spazio anulare, si possono usare mattoni o malta per bloccare la posizione. Per i tubi con un alto coefficiente di dilatazione termica (PP, PE), occorre prevedere ad integrazione un "cuscinetto scorrevole", ad es. collocando una pellicola sotto il tubo. Devono essere installati bocchettoni per il riempimento e la ventilazione. Lo sfiato dello spazio anulare deve essere garantito per assicurarne il completo riempimento.

Durante il riempimento, le condizioni di installazione sono essenzialmente determinate dalle dimensioni del profilo esistente:

- Tubazione da risanare e tubo di lining non accessibile
- La tubazione da risanare e il tubo di lining sono accessibili
- La tubazione da risanare è accessibile, il tubo di lining non è accessibile

A seconda delle dimensioni e della forma dei profili, della lunghezza del tratto, della pendenza (dislivello) e della profondità del tratto, il processo di riempimento può essere effettuato su tutto il tratto o in sezioni e/o strati. Nel caso di tubazioni da risanare non accessibili, il riempimento viene effettuato tratto per tratto. Nel caso di tubazioni accessibili, il riempimento può essere effettuato in sezioni. Per ridurre le sollecitazioni sulla tubazione da risanare e sul tubo di lining, il riempimento può essere effettuato a strati. Lo strato successivo viene applicato dopo l'indurimento dello strato precedente.

Nei profili non accessibili, lo zavorramento dei tubi di lining si ottiene di solito riempiendoli d'acqua. Se il riempimento con acqua crea una pressione interna, questo riduce contemporaneamente il rischio di deformazione dei profili installati. Nei profili accessibili, i profili sono spesso rinforzati o parzialmente riempiti con elementi ausiliari prima del processo di riempimento.

Le specifiche alla base della verifica statica (cfr. capitolo 5.5.2) e il piano di riempimento sono decisivi per le specifiche riguardanti le sezioni e gli strati di riempimento, lo zavorramento e le misure per prevenire l'instabilità. Prima del riempimento, si deve garantire una sigillatura, realizzata a regola d'arte, dei condotti di raccordo e degli ingressi per evitare l'entrata di materiale di riempimento.

Il materiale di riempimento viene mescolato e collocato secondo le condizioni di installazione, tenendo conto delle istruzioni del produttore. Deve essere garantito il rispetto della pressione massima ammissibile secondo il piano di prova statica o di riempimento.

La tecnologia di miscelazione (impianto) deve produrre una sospensione omogenea di materiale di riempimento che viene portata al sito di installazione (flusso o pompa) attraverso la tecnologia di iniezione a valle (tubi / pompa).

Lo spazio anulare viene continuamente riempito dal basso attraverso aperture/bocchettoni di riempimento fino al punto più alto, finché il materiale di riempimento in eccesso non fuoriesce dalle

aperture/dai bocchettoni di ventilazione al punto più alto della sezione di riempimento. Nel caso di tubi di lining accessibili, possono essere disposti nei tubi di lining dei bocchettoni di prova (di solito ugelli in acciaio inossidabile) distribuiti sulla sezione di riempimento. Il processo di riempimento può essere controllato tramite i suddetti bocchettoni; non appena il materiale di riempimento fuoriesce dal bocchettone di prova più basso, questo viene chiuso.

Durante il riempimento, le aperture/i bocchettoni devono essere controllate per verificarne la permeabilità (flusso d'aria).

Quando il materiale fuoriesce dal bocchettone di ventilazione, occorre controllare la densità del materiale. Se questa corrisponde alla densità all'inizio del riempimento, il processo di riempimento è completo. Se la densità è diversa, cioè se il materiale di riempimento si è segregato, il riempimento continua fino a quando le densità corrispondono.

Se la quantità di materiale di riempimento utilizzata in cantiere supera la quantità calcolata di più del 10%, il processo di riempimento deve essere interrotto immediatamente. Il cliente viene informato immediatamente e le misure da adottare vengono stabilite di comune accordo.

Generalmente, il riempimento viene effettuato fino a circa 30-50 cm sopra l'apice. Questo livello di riempimento deve essere controllato attraverso i bocchettoni/le aperture esistenti dopo la completa sedimentazione dell'acqua (generalmente non prima di circa 12 ore dal completamento). Se i valori richiesti per la sedimentazione dell'acqua sono superati o se si trovano cavità nei profili calpestabili, quando si controllano i punti di prova, potrebbe essere necessario integrare il riempimento. Inoltre, specialmente nel caso di grandi spazi anulari, occorre tenere conto del ritiro del materiale di riempimento.

Per la garanzia di qualità del materiale di riempimento, vedere il capitolo 7.3.



Figura 13: Bocchettoni di ventilazione nel punto più alto

6.3 Lavorazioni finali

6.3.1 Collegamento al pozzetto

Il liner deve essere collegato alla struttura del pozzetto in modo da garantire la tenuta idraulica.

Con i sistemi PE o PP, per esempio, si può realizzare attraverso:

- Tubi o rivestimenti del pozzo compatibili con il sistema,

- Saldatura,
- Nastri idroespandenti e iniezioni o riempimento con sistemi di resina adatti (con capacità di rigonfiamento)

Le possibili variazioni di lunghezza del liner dovute alla temperatura devono essere prese in considerazione nella scelta della tecnica di connessione.

Per i sistemi in PRFV o PVC possono essere usate ad esempio le seguenti soluzioni:

- Manicotti di connessione conformi al sistema o al rivestimento del pozzetto,
- Laminazioni in PRFV,
- Iniezione o riempimento con sistemi di resina o malta,
- se necessario, un ulteriore nastro idroespandente.

Quando si scelgono le tecniche di collegamento dei pozzetti, si deve tener conto delle condizioni dell'area di intervento.

La canaletta di scorrimento del pozzetto deve essere generalmente adattata al liner installato.

6.3.2 Collegamento degli allacci

6.3.2.1 Cenni generali

Il collegamento degli allacci dipende dal materiale del liner utilizzato e dalle condizioni geometriche. Questa operazione viene compiuta prima di riempire lo spazio anulare.

Il collegamento degli allacci può essere effettuato anche in scavo aperto utilizzando un raccordo di collegamento (bocchettoni o raccordi a sella).

6.3.2.2 Tubo di lining accessibile

In caso di allacciamento a tubazione integra, non danneggiata, il collegamento può essere realizzato con una distanza anulare ≤ 25 cm, come descritto di seguito usando l'esempio di un tubo di lining in PRFV:

- Effettuare un foro nel tubo di lining, per il collegamento, a seguito di misurazione
- Produrre un tubo in PRFV in laminato in situ secondo le misure rilevate in loco (utilizzando un packer)
- Applicare il sigillante all'esterno del tubo in PRFV
- Infilare il tubo in PRFV nell'allaccio esistente
- Ripristinare la continuità trail tubo in PRFV e il Liner in PRFV usando laminati in situ

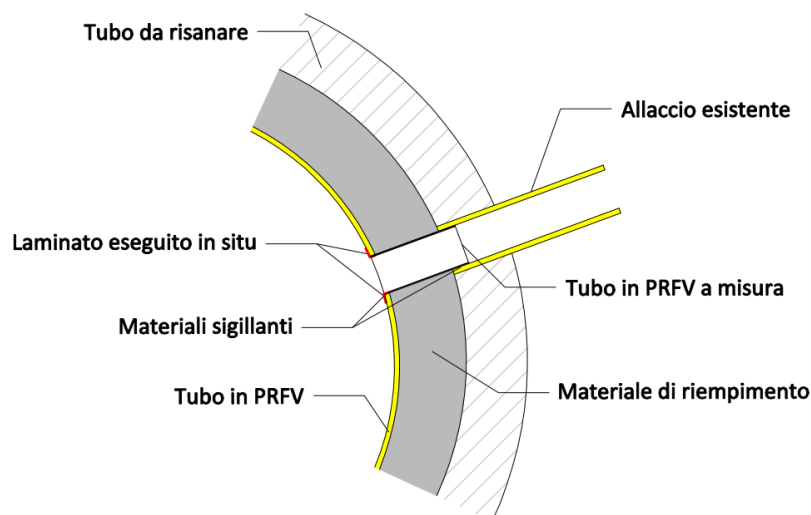


Figura 14: Esempio di collegamento di un tubo di allaccio con un tubo di lining in PRFV

In caso di allacciamento a tubazione danneggiata, la tubazione deve essere scoperta e la parte danneggiata rimossa prima di installare il tubo di lining. Successivamente, un tubo a incastro deve essere collegato all'allaccio esistente e fissato con malta di riparazione (Figura 15). Per il collegamento al tubo di lining si rimanda al caso precedente.

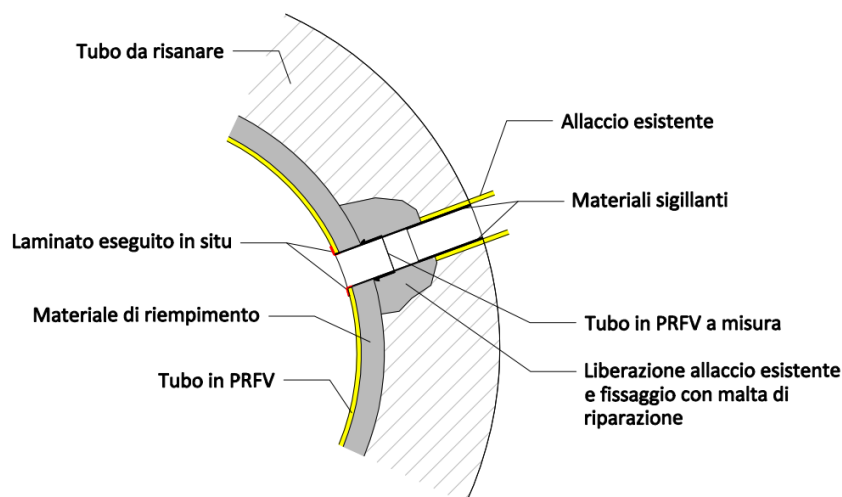


Figura 15: Esempio di collegamento di una connessione danneggiata a un tubo di lining realizzato in PRFV

Il collegamento a un tubo di lining in PE/PP si effettua in modo analogo in conformità al punto 6.3.2.3

6.3.2.3 Tubo di lining non accessibile

In caso di condotte non accessibili, l'apertura del punto di collegamento con l'allaccio può essere effettuata per mezzo di robot di fresatura. L'apertura in corrispondenza del punto di collegamento deve essere sigillata in caso di PRFV o PVC usando un riempimento, un'iniezione o installando un raccordo di collegamento.

Nel caso di tubi di lining in PE o PP, il raccordo con il punto di collegamento deve essere effettuato con un pezzo speciale saldabile dello stesso materiale (ad esempio, una sella saldata, una piastra curva in PE con un pezzo di tubo rivestito in modo permanente).

Nel caso specifico in cui un tubo di lining non accessibile venga inserito in un tubo da risanare accessibile, il collegamento viene effettuato manualmente mediante raccordi idonei.

6.4 Accettazione dell'opera

Le prove di accettazione devono essere eseguite secondo il capitolo 7.4, tenendo conto delle specifiche di progettazione (cfr. capitolo 5.6).

7 Garanzia di qualità/qualificazione

7.1 Cenni generali

Per garantire una ristrutturazione a regola d'arte con profili prefabbricati di lining a tubo singolo, è necessaria un'adeguata qualificazione degli appaltatori, oltre a una pianificazione ed esecuzione condotta a regola d'arte. Ciò consiste in un monitoraggio interno ed esterno in fabbrica e in cantiere.

Il controllo di qualità si riferisce a:

- Test di idoneità dei materiali da installare e del processo produttivo;
- Qualificazione dell'azienda esecutrice;
- Verifiche in cantiere (per esempio controllo delle merci in entrata, attrezzature, consumo di materiale etc);
- Documentazione delle singole fasi di lavoro;
- Ispezione visiva;
- Accettazione e documentazione as-built.

I materiali devono essere conservati e trattati secondo le istruzioni del produttore.

I materiali residui devono essere smaltiti secondo normativa.

7.2 Garanzia di qualità dei prodotti di fabbrica

7.2.1 Prova di idoneità

I certificati di idoneità hanno il compito di provare l'idoneità del prodotto per l'ambito di applicazione richiesto.

I certificati di idoneità per i tubi di lining devono fornire dichiarazioni su:

- Tenuta
- Stabilità
- Sicurezza operativa

Ciò include, per esempio, le seguenti informazioni:

- Materiali utilizzati,
- Caratteristiche meccaniche,
- Resistenza all'abrasione

- Resistenza alla pulizia ad alta pressione,
- Massima forza di trazione/compressione ammissibile per l'installazione,
- Tenuta delle connessioni e dei giunti (ad esempio, saldature, laminazioni, incollaggi, connessioni meccaniche).

7.3 Garanzia di qualità dei prodotti fabbricati in loco

7.3.1 Malta da iniezione

Il riempimento dell'intercapedine durante la fase costruttiva è determinante ai fini della corretta esecuzione dell'opera di risanamento. Il monitoraggio della qualità della malta da iniezione è essenziale affinché in fase costruttiva il lavoro raggiunga gli standard qualitativi richiesti. Il controllo del riempimento completo e senza vuoti è complicato e qualsiasi rilavorazione è costosa da attuare.

Durante il riempimento, si deve controllare almeno la densità, la fluidità e la resistenza alla compressione della malta da iniezione impostata.

Densità di sospensione della malta fresca da iniezione

La densità della malta fresca da iniezione (densità di sospensione) è decisiva per la forza di galleggiamento che agisce sul tubo di lining durante il riempimento e non deve essere superata. È un indicatore del valore acqua/legante e può servire come prova della corretta miscela della malta da iniezione. Il valore target può essere desunto dal piano di riempimento.

I valori di densità possono essere determinati in loco usando una bilancia di precisione e un recipiente da litro applicando la formula seguente.

$$\text{Indice di massa volumica} \left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right] = \frac{\text{Massa della sospensione} [\text{kg}]}{\text{Volume della sospensione} [\text{dm}^3]}$$

Fluidità della malta da iniezione

La fluidità della malta da iniezione è decisiva per il riempimento completo e senza vuoti dello spazio anulare. Un'ispezione in loco può essere effettuata utilizzando un cono di Marsh secondo la norma UNI EN 445 (metodo Slump) o un canale di flusso secondo la norma UNI EN 13395-2. Con il metodo Slump, si deve ottenere un ciclo operativo conforme alle specifiche del produttore. Quando si usa un canale di flusso, si deve ottenere una lunghezza di flusso di > 79 cm.

Comportamento di sedimentazione dell'acqua

Durante un controllo supplementare, si può indagare il comportamento della sedimentazione dell'acqua. A tal fine, riempire un cilindro di misurazione da 1000 ml con malta da iniezione fresca in un luogo non soggetto a vibrazioni, coprirlo, conservarlo per 24 ore e infine determinare il volume di sedimentazione dell'acqua. Il valore determinato con la formula seguente deve essere confrontato con le specifiche del produttore.

$$\text{WA} [\text{Vol}\%] = \frac{\text{Quantità d'acqua} [\text{ml}]}{\text{Volume del contenitore graduato} [\text{ml}]} \times 100$$

Forza della malta da iniezione

La resistenza della malta da iniezione viene determinata utilizzando provini cubici in conformità alla norma EN 196-1. Il campionamento e lo stoccaggio in cantiere possono essere eseguiti solo in conformità alla norma EN 196-1; il campionamento e il tipo di stoccaggio devono quindi essere concordati in anticipo con il laboratorio di prova scelto ed eseguiti conformemente alle norme.

7.3.2 Laminazioni in situ

I materiali utilizzati per le laminazioni in situ devono essere controllati per attestare la conformità con i requisiti dei materiali secondo 5.3.2.3.

Inoltre, la qualità delle laminazioni in situ dovrebbe essere controllata a campione:

Test	Tipo di esame		Richiesta	Norme Linee guida
Polimerizzazione	in situ	Misura della durezza Barcol*	A seconda della resina utilizzata (scheda tecnica) min. 80% del valore specificato (UNI EN 13121-3); Resine VE >35, Resine UP >38	UNI EN 59

* la misurazione della durezza Barcol determina solo l'indurimento dell'ultimo strato applicato del laminato in situ; se possibile, diverse misurazioni casuali dovrebbero quindi essere effettuate dopo l'indurimento dei singoli strati.

7.4 Test di accettazione

Devono essere eseguiti i seguenti test:

- Controllo visiva tramite ispezione ottica diretta o indiretta,
- Controllo della tenuta, secondo UNI EN 1610.

Allegati

Allegato A:

Protocollo di riempimento dello spazio anulare

Numero progetto: _____
Nome progetto: _____
Appaltatore: _____
Impresa esecutrice (se differente): _____
Committente: _____
Direzione lavori: _____

Protocollo riempimento nr.: _____ **Data:** _____
Orario (inizio): _____
Orario (Fine): _____

Quantità di riempimento calcolata (m³): _____
Quantità limite di riempimento calcolata (m³): _____
(=quantità di riempimento calcolata + 10%)

Tipo di riempimento: ☐ a carico ☐ continuativo
☐ totale ☐ a strati

Tratta di riempimento: da: _____
a: _____

Pressione di riempimento di progetto (bar): max. _____
Pressione di riempimento reale (bar) max. _____ min. _____
Densità sospensione di progetto (kg/dm³): max. _____ min. _____

Misurazione densità attraverso: ☐ pesa di lavaggio ☐ pesa + contenitore

Densità sospensione reale (kg/dm³):

Foro iniezione (inizio)	Foro areazione (Fine)	
Inizio: _____	Fine: _____	Misura 1
Inizio: _____	Fine: _____	Misura 1
Inizio: _____	Fine: _____	Misura 1
Inizio: _____	Fine: _____	Misura 1

evt. aggiungere

Misura di fluidità

Scivolo di inserimento > 79 cm: ☐ SI ☐ NO
o cono Marsh (sec.) Progetto: _____ Reale: _____

Densità / Prove Prisma

Punto iniziale riempimento (Apertura inserimento/valvola)

	Orario	Pressione	Densità	Prove Prisma
	[-]	[bar]	[kg/m ³]	se sì, Nr.
1				
2				
3				
4				

Punto finale riempimento (Apertura inserimento/valvola)

	Orario	Pressione	Densità	Prove Prisma
	[-]	[bar]	[kg/m ³]	se sì, Nr.
1		-		
2		-		
3		-		
4		-		

Commenti: