



Il risanamento ed il rinnovamento delle condotte del sistema idrico integrato

Valutazione della criticità di una condotta e progettazione dell'intervento

Prof. Ing. Stefano Mambretti, PhD



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

10 dicembre 2020

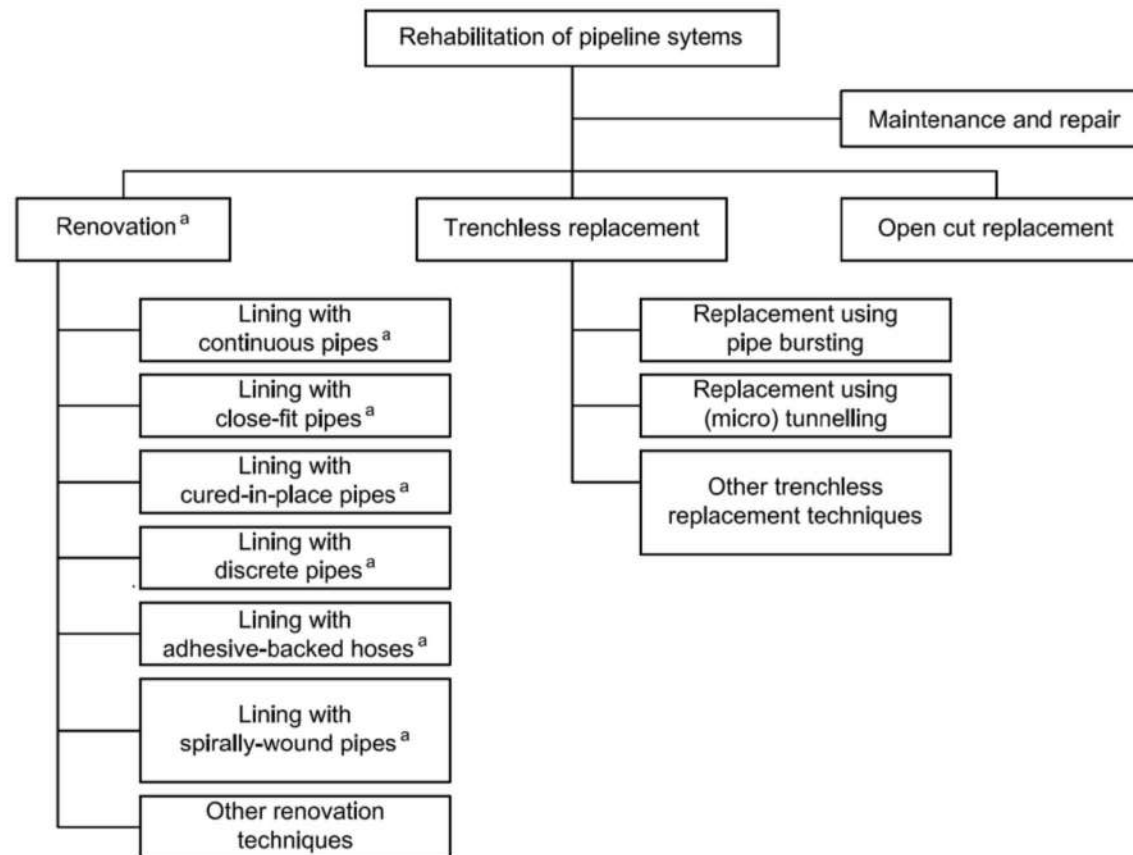


Definizioni preliminari

In letteratura il termine *Rehabilitation* comprende tutte le tecnologie atte a ripristinare, mantenere e incrementare le performance di un sistema di tubazioni esistenti. La classificazione internazionale per la riabilitazione delle condotte, così come descritta nelle UNI EN 15885:2011 e UNI EN ISO 11295:2010, comprende le tre seguenti macro categorie:

- ☐ *Renovation* contempla tutte le tecnologie necessarie per incorporare tutto o parte della tubazione originaria recuperandone o incrementandone le performances;
- ☐ *Replacement* contempla tutte le tecnologie che comportano la riabilitazione di una tubazione esistente mediante l'installazione di una nuova tubazione senza il mantenimento di quella originaria;
- ☐ *Repair* contempla tutte le tecnologie e operazioni idonee alla riparazione di danneggiamenti localizzati.

Tecniche possibili per interventi (UNI EN ISO 11295:2010)



^a This International Standard is applicable.



Definizioni preliminari

In particolare, per praticità, le tecnologie classificate come opere di *Renovation* dei sistemi di tubazioni, sono suddivise nei seguenti tre gruppi:

- ☐ C.I.P.P (tubi compositi polimerizzati in loco);
- ☐ Tubi e tubolari pre-deformati (*pre-deformed standard pipes, pre-deformed interactive plastic pipes, close-fit pipes, hose liners*, e similari);
- ☐ Rivestimenti (*cement mortar line* e *chemical internal coating* per rivestimento interno delle tubazioni).



Costi e vantaggi

- ❑ I costi che la stazione appaltante deve affrontare sono evidenti – monetizzabili – nel momento in cui viene bandita la gara ed affidato l'appalto. Questi sono normalmente indicati come **costi diretti**. Attualmente, questi sembrerebbero gli unici presi in considerazione.
- ❑ In realtà il Nuovo Codice degli Appalti prevede l'applicazione del metodo di valutazione relativo al *sistema economicamente più conveniente*, il che consente la valutazione anche dei cosiddetti **costi indiretti**.

La corretta valutazione di questi costi indiretti richiede una attenta valutazione scientifica, che è attualmente a buon punto, ma i cui risultati non si possono ancora dire conclusivi.



Schema di lavoro

In linea del tutto generale, occorre provvedere alle seguenti lavorazioni:

- ☐ Ispezione
- ☐ Lavaggio
- ☐ Preparazione del condotto
- ☐ Relining
- ☐ Ripristino degli allacci
- ☐ Sigillatura delle estremità e riconnessione con i condotti esistenti
- ☐ Acquisizione dei campioni, ove previsto, e collaudo



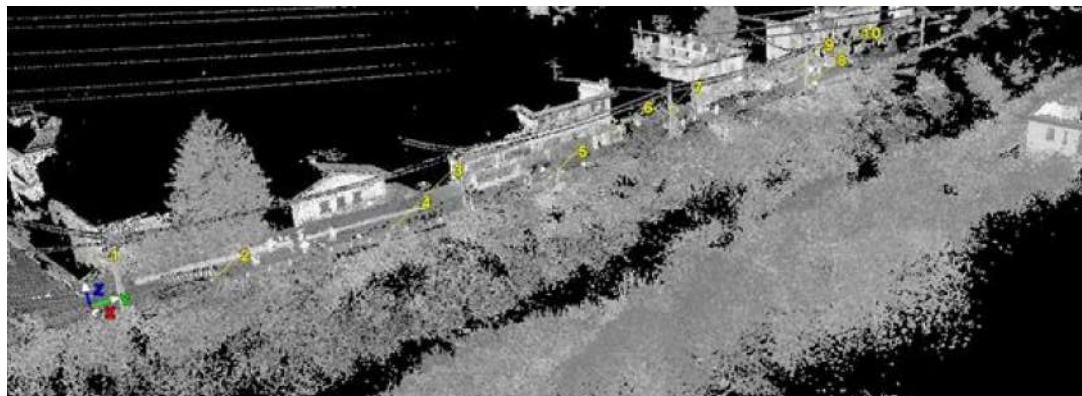
Ispezioni

- ❑ Videoispezioni
- ❑ Consiste nel montare una telecamera su un carrello, normalmente cingolato (ma può anche essere galleggiante, con un sonar per mappare il fondo canale), teleguidato dall'esterno. Nel passaggio la videocamera trasmette le immagini all'operatore e le registra.



L'operatore all'esterno del condotto può verificare la presenza di problemi e soffermarsi od ingrandirle per poi procedere ad una migliore analisi.

- ❑ «Periscopio»
- ❑ Si inserisce all'interno del pozzetto, si illumina la condotta e si effettua una osservazione con la possibilità di “zoomare” i tratti che appaiono più critici.
- ❑ Rilievo 3D
- ❑ Si usano due fotocamere installate alle due estremità del carrello che scattano fotografie ad amplissimo angolo di visione, ad alta definizione ed a brevi distanze (qualche centimetro).



☐ Laser scanner 3D

In genere si usa per effettuare il rilievo di particolari e puntuali manufatti, come possono essere gli scaricatori di piena. Non richiede illuminazione, ha oggi costi sufficientemente ridotti da concorrere con quelli dei rilievi manuali. Per distanze comprese tra 1 e 50 m, hanno precisione dell'ordine di qualche millimetro. Il risultato dell'acquisizione è un insieme di punti sparsi nello spazio in modo più o meno regolare che comunemente viene chiamata nuvola di punti che consente la ricostruzione tridimensionale dell'oggetto rilevato.

☐ Pipe Penetrating Radar

Permette di mappare lo stato delle strutture di rinforzo (definendo il grado di corrosione delle armature), lo spessore della parete di condotta e classificare i vuoti esterni alle tubazioni. In questo modo è possibile una valutazione precisa del grado di deterioramento della condotta e quindi una sua classificazione ai fini della definizione delle priorità di intervento e per procedere ad una corretta progettazione del risanamento.



Classificazione del danno (UNI EN 13508:2012)

Indagine e valutazione degli impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue all'esterno di edifici

- ☐ Parte 1: Requisiti generali
- ☐ Parte 2: Sistema di codifica per ispezione visiva

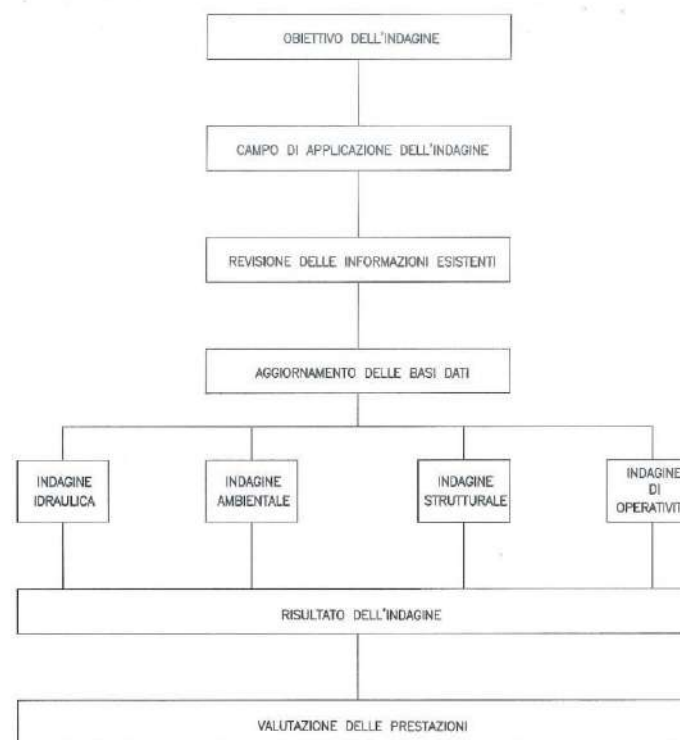
UNI EN 13508-1 – Metodologia

L'obiettivo dell'indagine è quello di stabilire una panoramica delle condizioni del sistema per produrre un piano di gestione e di intervento con la definizione delle priorità, anche attraverso la predisposizione di indagini più dettagliate, pervenendo, per quanto possibile, ad una valutazione della vita utile delle diverse componenti e della loro resilienza.

Il campo di applicazione delle indagini deve essere determinato nel senso di dare indicazioni in merito a

- ☐ estensione geografica
- ☐ livello di precisione e dettaglio
- ☐ integrità strutturale
- ☐ aspetti di qualità di acqua e ambiente.

NOTA: la valutazione dell'adeguatezza di una rete idrica non è limitata alla valutazione della vita residua od all'intervento di consolidamento, ma deve essere estesa alla valutazione della capacità idraulica del sistema.





La revisione delle informazioni esistenti è una operazione fondamentale quando non si voglia affidare tutta l'analisi del sistema alla sola ispezione visuale. Le informazioni sono i dati storici relativi alle occlusioni, collassi, perdite o denunce di odori molesti. Non è da escludersi la presenza di preesistenti ispezioni od interventi. In alcuni casi sono presenti misure idrauliche (portata, altezza o pressione), i calcoli di progetto e modelli idraulici. Per le valutazioni relative alla statica dei condotti risulta indispensabile anche la conoscenza del tipo di terreno sul quale è posato e quelle del traffico soprastante.

Le indagini idraulica e di qualità hanno lo scopo di attestare la funzionalità del sistema e di verificare se vi siano perdite verso l'ambiente o immissioni dall'ambiente circostante. Le indagini relative all'operatività del sistema riguardano la verifica della presenza di eventuali blocchi, sia fisici (ad esempio nelle condotte) sia funzionali (ad esempio nelle stazioni di pompaggio).



Le indagini strutturali sono relative alle attività che riguardano la valutazione dell'integrità del sistema. Se si effettua solo un'analisi visuale occorre prestare attenzione almeno ai seguenti parametri:

- ☐ crepe e fratture;
- ☐ deformazioni;
- ☐ giunti disassati;
- ☐ connessioni difettose;
- ☐ presenza di radici, infiltrazioni, depositi ed in generale di ostacoli;
- ☐ subsidenza;
- ☐ difetti di pozzetti e camerette di ispezione o valvole od altri dispositivi presenti;
- ☐ danni meccanici o dovuti ad attacchi chimici.

La valutazione delle prestazioni dovrebbe riguardare sia la frequenza attesa delle possibili inadeguatezze dei componenti del sistema, sia le loro conseguenze, in modo tale da realizzare una lista delle priorità di intervento.

Occorre comunque, come minimo obiettivo del Gestore, mantenere il valore della rete che gli è stata affidata, che viene ridotto annualmente per via dell'invecchiamento del sistema.

UNI EN 13508-2:2012

Esempio di valutazione del danno.



Code	Characterisation		Quantification		Circumferential location		Joint	Remarks
BAA	B		15%		09	03		
BAB	C	A	25		03			
BAB	C	A	5		12			

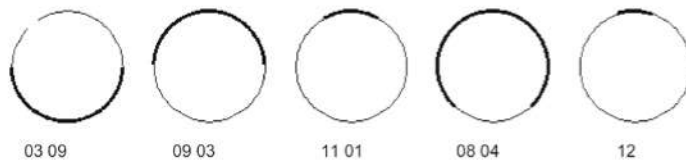
Figure F.2 — Example of deformation (horizontal)

Codifica

Table 3 — Values of clockface references

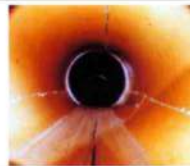
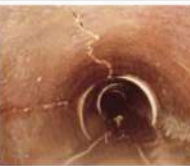
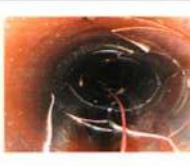
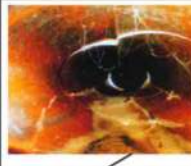
Angle (degrees)	Clockface reference
0 ± 15	12
30 ± 15	01
60 ± 15	02
90 ± 15	03
120 ± 15	04
150 ± 15	05
180 ± 15	06
210 ± 15	07
240 ± 15	08
270 ± 15	09
300 ± 15	10
330 ± 15	11
360 ± 15	12

Examples of the use of clockface references are given in Figure 3.



Deformation		
BAA		The cross sectional shape of the pipeline has been deformed from its original shape. The employing authority may specify whether this code is to be used either for flexible pipes only, or for pipes of all materials.
	Characterisation	The orientation of the deformation: — vertical (A) – the height of the pipe has been reduced — horizontal (B) – the width of the pipe has been reduced.
	Quantification	The percentage change in the dimension which reduces.
	Circumferential location	If the deformation is localised then the circumferential location should be recorded.
Fissure		
BAB		
	Characterisation 1	The nature of the fissure : — surface crack (A) – a crack only in the surface; — crack (B) – crack lines visible on the pipe wall, pieces still in place; — fracture (C) – crack visibly open in a pipe wall, pieces still in place.
	Characterisation 2	The orientation of the fissure: — longitudinal (A) – A crack or fracture which is mainly parallel to the axis of the pipe; — circumferential (B) – A crack or fracture which is mainly around the circumference of the pipe; — complex (C) – A group of cracks or fractures which cannot be described as longitudinal or circumferential; — helical (D); — radiating from a point (star fissure) (E).
	Quantification	The width of the fissure in millimetres.
	Circumferential location	The position should be recorded.

Valutazione secondo ATV-A 127.

Proprietà della vecchia condotta	Ripristino			Ripristino o rinnovamento	Ripristino impossibile
	Stato della vecchia tubazione				
	Carichi				
	GW	GW	GW P _V und P _E		
Ovalizzazione w _{Gr}	w _{Gr} < 2%	w _{Gr} < 6%	w _{Gr} < 10%	w _{Gr} < 13%	w _{Gr} > 12%
Sicurezza y	y = 2,0	y = 2,0	y > 1,4	1,5 > y > 1,0	y < 1,1
					

- non è più funzionale un appoggio laterale
- corrosione di un grosso tratto dello spessore di parete
- Blocco della zona della vecchia condotta a causa di rottami ($e_G=0$)
- Mancano tratti di parete della tubazione (lunghezza $> d/2$)
- massiva presenza di rottami



Scelta delle modalità di intervento (UNI 11295:2010)

- ☐ Analisi delle condizioni del condotto esistente (geometria, condizioni idrauliche, condizioni strutturali)
- ☐ Analisi dell'ambiente circostante il condotto (copertura del condotto, carichi dovuti al traffico – od altri, altezza della falda, possibilità di movimento del terreno, altri problemi del terreno, tra i quali: contaminazioni, vuoti dovuti ad erosione, ...)
- ☐ Finalità dell'intervento (impermeabilizzazione dei condotti, ripristino statico, diminuzione della scabrezza idraulica)



Scelta della tecnologia

Preliminarmente occorre notare come tutte le metodologie di polimerizzazione portino a risultati tra loro equivalenti, sia in termini statici che idraulici, quando siano correttamente progettate ed eseguite.

La scelta può essere influenzata dalla logistica; discriminanti possono essere, ad esempio, le seguenti condizioni:

- ☐ disponibilità di aree in superficie per fare sostare le macchine operatrici; viceversa, se si è in piena sede stradale, può essere necessario minimizzare la presenza di mezzi operativi in prossimità dell'inserimento;
- ☐ possibilità di effettuare scavi per collocare il liner; altrimenti si può dover procedere, in particolare per le fognature, utilizzando solamente i pozzetti esistenti;
- ☐ disponibilità di tempo per eseguire il lavoro;
- ☐ necessità di ridurre, per quanto possibile, i rumori e comunque le emissioni, soprattutto se il lavoro è da effettuarsi in zona residenziale.



Per quello che riguarda la condotta, è da verificare la necessità di effettuare bypass fognari e per quali portate d'acqua.

Anche l'andamento della condotta e la costruzione dei pozzetti hanno influenza ed occorre valutare:

- ☐ la presenza di curve, sifoni, pendenze elevate, installazioni verticali;
- ☐ la presenza di pozzetti molto profondi più piccoli del diametro della tubazione da risanare;
- ☐ chiusini sfalsati rispetto all'asse della condotta da risanare.

Per quello che riguarda la forma della sezione, in linea di massima è sempre possibile procedere al relining quando il rapporto tra le dimensioni massima e minima non eccede 1.5; tuttavia, occorre tenere presente che alcune tipologie di sezione prevedono la presenza di spigoli, come si ha, ad esempio, nel caso delle condotte fognarie di media o grande dimensione, dotate della canaletta di magra. In tal caso, i lavori necessari a consentire l'applicazione di questa tecnologia potrebbero non essere giustificati, e potrebbe essere utile approfondire la possibilità di utilizzare altri metodi, con o senza scavo.



Cantiere: ispezioni preliminari

- ☐ Verifica del diametro del condotto e che questo corrisponda alle dimensioni del liner.
- ☐ Definizione della posizione delle eventuali valvole e di altri ostacoli.
- ☐ Verifica di eventuali variazioni di diametro nel percorso.
- ☐ Individuazione di curve o angoli nel percorso stesso.
- ☐ Determinazione di eventuali acque di infiltrazione.
- ☐ Presenza di accumuli nelle eventuali concavità.
- ☐ Determinazione della posizione degli allacci delle derivazioni.
- ☐ Presenza di ovalizzazione.
- ☐ Presenza di tratti di condotte danneggiate.
- ☐ Verifica dell'eventuale necessità di ulteriori lavori di scavo.



In questo modo è possibile pianificare nel migliore dei modi la preparazione del condotto, la posa del liner e la rimessa in attività dei condotti riabilitati. Questa ispezione dovrebbe essere condotta a seguito dei lavori di pulizia della condotta in modo che gli eventuali difetti non risultino “nascosti” dalla presenza dei depositi. Il Direttore dei Lavori dovrà controllare che tutto il materiale pervenuto sia conforme a quanto dichiarato dalla Ditta in sede di gara e debitamente certificato dalla Società produttrice.



Preparazione della condotta

Innanzitutto occorre valutare la presenza di acqua di infiltrazione: la presenza di acqua di falda durante la costruzione del nuovo tubo comporta un certo numero di rischi (formazione di «sacche» tra condotta e liner; raffreddamento locale durante la polimerizzazione, ...) e, pertanto, è da valutare la preventiva impermeabilizzazione del condotto esistente con prodotti appositi, in caso di ingressi importanti e localizzati.

Le difettosità locali devono essere corrette: crolli locali, allacci mal raccordati, ...



Precisamente, dovrebbero essere previsti i seguenti lavori preparatori nella condotta:

- ☐ Asporto delle malte ammalorate dalla parete.
- ☐ In caso di collettori fognari, asporto di eventuali piastrelle non fisse, che potrebbero muoversi durante l'inserimento della pellicola di protezione.
- ☐ Taglio o levigatura di tutte le parti sporgenti.
- ☐ Eventuali lavori di modifica nei pozzetti o anche in condotta.
- ☐ Chiusura di tutti i fori e lisciatura di angoli attraverso applicazione di malte speciali.
- ☐ Sistemazione delle zone di innesto degli allacci laterali così che il liner non si deformi e possa essere adeguatamente sigillato.

Connessione sporgente



Infiltrazioni



Condotto che attraversa il canale



Presenza di depositi



Classificazione strutturale UNI EN ISO 11295:2010

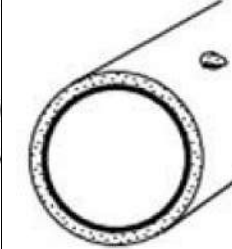
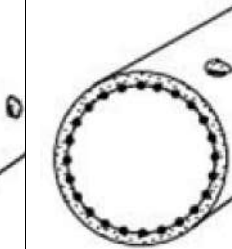
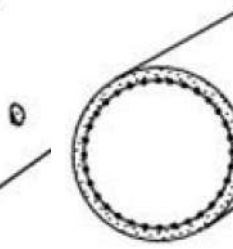
Caratteristiche del liner	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Resiste a collassi del tubo ospite	√	—	—	—
Pressione di resistenza a lungo termine $\geq$ massima pressione ammessa	√	—	—	—
Rigidezza anulare intrinseca ^a	√	√	— ^b	— ^b
Resistenza a lungo termine del ricoprimento delle aperture, alla massima pressione ammessa	√	√ ^c	√	—
Fornisce un livello di barriera interno ^d	√	√	√	√
^a La richiesta minima è che il liner risulti autoportante quando il condotto non è in pressione. ^b Il liner si affida all'adesione al tubo ospite per essere autoportante quando il condotto non è in pressione. ^c Il liner è sufficientemente vicino al tubo ospite per trasferirgli radialmente gli sforzi interni, sia durante l'installazione, sia nel primo periodo dell'applicazione della pressione di esercizio. ^d Il liner serve come barriera contro la corrosione, abrasione del tubo ospite e dalla eventuale contaminazione del fluido per possibili rilasci del tubo ospite; in genere, riduce anche la scabrezza del condotto esistente.				

Un liner in classe A è in grado di resistere ai carichi imposti indipendentemente dal condotto nel quale è inserito.

Liner in classe B o C collaborano con il condotto esistente.

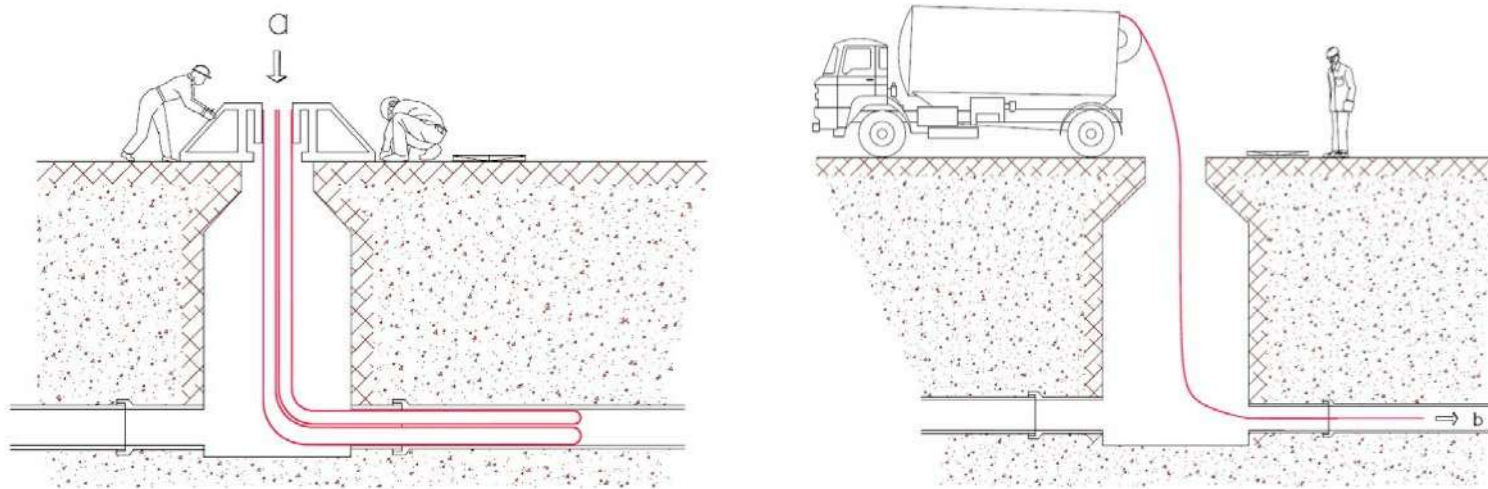


Classificazione strutturale UNI EN ISO 11295:2010

Classe A		Classe B	Classe C	Classe D
				
Non aderente	Aderente	Rigidezza anulare intrinseca	Si affida all'adesione	Si affida all'adesione
Indipendente		Collaborante		
Completamente strutturale		Semi strutturale		Non strutturale
Lining con condotti continui	Lining con condotti close-fit Lining con CIPP Lining con condotti aderenti			Tecniche non comprese nello scopo della norma.



Riabilitazione con C.I.P.P.



Riabilitazione anche completamente strutturale di condotti in pressione e a gravità; diametri da 125 a 2800 mm, tiro da 100 a 500 m dipendente dalla tecnica, diametro, ...

Il condotto nuovo è di diametro di poco inferiore rispetto all'esistente.



Nota sulla tecnologia CIPP

Questa tecnologia è in rapida diffusione per la rapidità ed **apparente** semplicità di installazione. In realtà occorre osservare come tutte le volte che si opera una riabilitazione con CIPP si vada a **costruire** un nuovo condotto in cantiere.

Di conseguenza, è assolutamente necessario che tutte le operazioni si svolgano correttamente, ed **in ogni caso** che venga prelevato un campione per ogni «lancio», che deve essere inviato ad un laboratorio accreditato affinché verifichi, secondo le norme vigenti, le richieste espresse dalla Stazione Appaltante sul Capitolato e le dichiarazioni rese dall'Impresa in fase di offerta.





Polimerizzazione



Prof. Ing. Stefano Mambretti, PhD

Il risanamento ed il rinnovamento delle condotte del sistema idrico integrato

10 dicembre 2020

pag. 28



Tecnologie

1. Metodi di indurimento a caldo, liner in feltro poliestere, impregnati con resina poliestere, vinilestere o epossidica, polimerizzati con acqua o aria calda e vapore (circa 80° e fino a 100°, ma con particolari resine epossidiche può avvenire anche a temperatura ambiente); inseriti per inversione o una combinazione trazione ed inversione. Una volta indurito, le caratteristiche statiche dipendono sostanzialmente dalla combinazione feltro e resina, in modo particolare nel caso di feltri rinforzati con fibra di vetro.
2. Metodi di indurimento per irraggiamento (UV), liner in tessuto multistrato di fibra di vetro, impregnati con resine fotopolimerizzanti, inseriti per trazione. Le caratteristiche statiche dipendono principalmente dalla combinazione tessuto in fibra di vetro e resina.

Sono sul mercato anche tecnologie che usano i LED, ma per ora per diametri piccoli.



Proprietà

- ☐ È possibile la riabilitazione di condotte non circolari
- ☐ Dimensioni tipiche da 125 a 2800 mm
- ☐ Distanza tra gli scavi tra 100 e 300 metri (in funzione della tecnologia adottata) – Lunghezze oltre 300 m sono fattibili ma vanno studiate nei singoli particolari.
- ☐ È possibile la riabilitazione di tratti non perfettamente dritti (in funzione della tecnologia adottata)
- ☐ È possibile la riabilitazione strutturale del condotto



Curve nel tracciato

Le curve presentano sempre dei problemi.

La **polimerizzazione con UV** viene effettuata trainando un “treno” composto da tre lampade poste su carrello; in caso di curva, può risultare difficoltoso mantenere tale carrello al centro del condotto, con il rischio di “bruciare” il liner che dovesse risultare troppo vicino alle lampade e, d’altro canto, non raggiungere il risultato finale sulla parete opposta, quando il liner è troppo lontano.

Anche nel caso di **polimerizzazione a caldo** le curve presentano delle difficoltà, in questo caso soprattutto a causa della formazione di “grinze” nella parte interna della curva mentre, nell’altro lato, c’è addirittura la possibilità (da evitare) che il liner non rimanga a contatto con il tubo esistente, il che condurrebbe ad avere il liner localmente più sottile.

Quando la curva è troppo accentuata non è possibile, in quella posizione, garantire il risultato di qualità e pertanto è necessario predisporre uno scavo.



Polimerizzazione a caldo

La **pressione di spinta** dipende da diversi fattori:

- ☐ dalla lunghezza del “lancio” (cioè dalla distanza tra il foro di inserimento e quello di uscita),
- ☐ dallo spessore del liner, dall’andamento della condotta (ed in particolare dalla sua pendenza, dato che da questa dipende la differenza di quota tra i punti di inizio e fine del lancio),
- ☐ dall’eventuale presenza di curve (che possono richiedere una maggiore pressione affinché siano superate);
- ☐ il diametro del condotto (per diametri grandi la pressione richiesta per l’inversione può essere inferiore rispetto a quella richiesta per i diametri piccoli).

Per tutti questi motivi la pressione di spinta deve essere determinata dal progettista, che nei casi più complessi può dover lavorare con il produttore del liner. In tutti i casi occorre non eccedere la massima pressione prevista dal costruttore del liner; a tal fine, è previsto che in cantiere tutti i dati relativi all’inversione siano adeguatamente registrati dall’Impresa e messi a disposizione del Direttore dei Lavori.



Una volta che il liner è posizionato, si può procedere alla polimerizzazione. L'indurimento avviene a caldo, con una temperatura da 60° fino a circa 100°. Il processo di termocatalisi segue fedelmente quanto previsto dal costruttore, e come tale processo debba essere registrato in modo tale da poterne verificare la correttezza anche ex-post, in caso di contenzioso. La registrazione deve riguardare l'andamento delle temperature, nel tempo, all'interno del liner durante la polimerizzazione.

È da valutare la prescrizione di utilizzare resine che non rilascino odore in fase di posa e catalisi: alcune resine, infatti, sprigionano un odore molto forte e pungente, del tutto inadeguato soprattutto quando si operi in centri abitati.



Vantaggi dei metodi

In linea del tutto generale, ed ovviamente prescindendo dai casi particolari che si possono verificare, **il metodo di inversione ad acqua** annovera tra i suoi vantaggi:

- ☐ la possibilità di effettuare lanci di maggiore lunghezza
- ☐ un migliore controllo del processo di catalizzazione in presenza di acqua di falda (che, comunque, non dovrebbe essere presente)

Il **metodo di inversione ad aria** ha il vantaggio di:

- ☐ non richiedere la costruzione di opere fuori dal pozzetto (il “castello”),
- ☐ consentire l’installazione anche in tratti ad elevata pendenza, dato che la pressione un gas si può considerare uniformemente distribuita all’interno del recipiente,
- ☐ ridurre al minimo la presenza di fluidi di processo, che è un problema da non sottovalutare, dato che non è necessariamente vero che questo possa essere sversato nella pubblica fognatura.



Il **metodo di inversione** può aumentare la lunghezza dei lanci mediante un **inserimento composto** di traino e trazione.

La lunghezza del lancio per inversione dipende dal peso del feltro impregnato di resina e dalla pressione che è possibile esercitare.

I liner di spessore maggiore possono essere posati in due fasi distinte:

- ☐ un primo liner viene tirato e messo in posizione,
- ☐ un secondo liner viene invece invertito con la procedura dell'inversione ad aria.

La polimerizzazione avviene in modo congiunto, ma lo spessore del liner invertito è minore e conseguentemente la distanza raggiungibile è maggiore.

Tra i due liner non deve essere presente alcuno strato di rivestimento (coating).



Polimerizzazione ad UV

Anche in questo caso ci un pozzetto di inserimento ed uno di arrivo, dove viene posizionato un argano che tira il liner; ad evitare rotture od abrasioni, il liner viene posto su una pellicola di scorrimento. È necessario che la forza di trazione non ecceda quella indicata dal costruttore del liner; tutte le operazioni devono essere registrate.

Una volta in posizione, il liner viene “gonfiato” con aria, in modo che assuma la dimensione finale; la pressione interna dovrà essere stabilita dall’impresa e dovrà essere contenuta entro i valori indicati nei certificati che saranno prodotti dal costruttore.

La **polimerizzazione con UV** è fatta mediante un treno di lampade inserito nel liner da polimerizzare. L’impregnazione avviene in fabbrica, non essendovi in questo caso alcuna limitazione teorica alla vita utile del prodotto, purché rimanga al buio.

È necessario assicurare il monitoraggio e documentare costantemente le funzioni delle lampade, della loro velocità di avanzamento, della temperatura e della pressione di gonfiaggio rispettando le indicazioni del produttore del liner. La temperatura del liner deve essere misurata sulla sua superficie interna, in modo da adattare la velocità di avanzamento.



Lampade UV

Le **lampade UV** devono essere controllate e pulite e per ciascuna devono essere documentati e conservati in cantiere:

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

Nel caso di malfunzionamento durante la fase di polimerizzazione è necessario adattare la velocità di avanzamento, rallentandola secondo le indicazioni del manuale di sistema.

Tutti i parametri dovranno essere prestabiliti dall'impresa prima dell'installazione secondo le indicazioni del costruttore e, unitamente alle registrazioni effettuate durante la posa, dovranno essere messi a disposizione del Direttore dei Lavori.



Vantaggi del metodo

Questa metodologia presenta il vantaggio di non richiedere scavi, se la riabilitazione è di condotti fognari nei quali sono presenti pozzetti di ispezione.

Inoltre, l'impregnazione in fabbrica consente la garanzia di un prodotto perfettamente lavorato e certificato.

In generale, però, non è possibile operare in presenza di curve.

Nel caso in cui gli spessori necessari siano particolarmente elevati per il sistema della fotocatalisi, si ammette l'utilizzo dell'indurimento combinato, aggiungendo iniziatori attivati dal calore (perossidi) nel processo produttivo dell'impregnazione dei tubolari. In questo caso è necessario misurare la temperatura tra vecchio tubo e liner. Si segnala comunque che si stanno sviluppando nuove resine, particolarmente trasparenti ai raggi UV, che consentono il raggiungimento di spessori fino a pochi anni fa impensabili.

Anche in questo caso tutti i parametri del processo (velocità di avanzamento delle lampade, pressione e temperatura) devono essere prestabiliti in fase di progetto in accordo con i dati indicati dal costruttore e costantemente documentati durante l'intera fase di indurimento.



Calcoli statici

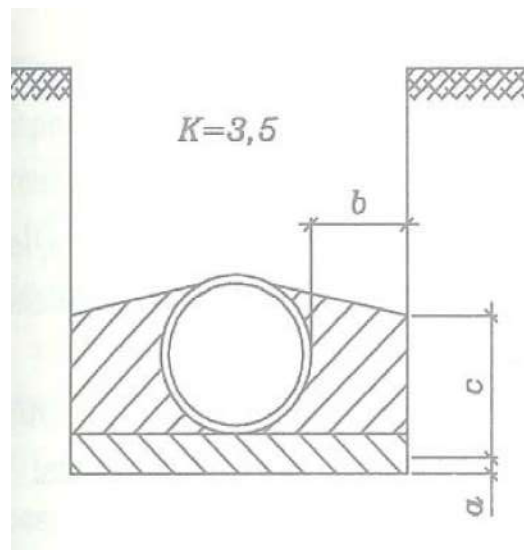
- ☐ Metodi tradizionali di calcolo per un condotto interrato
- ☐ Linea guida DWA M 144-3 (per condotti non in pressione)
- ☐ Linea guida ASTM 1216:2009
- ☐ Norma UNI 11681:2017
- ☐ Metodi agli elementi finiti



Metodi tradizionali

Il calcolo è effettuato considerando l'effetto di tutti i carichi agenti Q_T e confrontandolo con il carico ammissibile Q , tenendo conto del coefficiente di posa K ed il coefficiente di sicurezza N .

$$Q_T \leq \frac{Q \cdot K}{N}$$



Tipo 5
Appoggio in calcestruzzo
con rinfilanco in calcestruzzo.

$$a = \frac{1}{4} D \text{ (min. } 0,10 \text{ m)}$$

$$b = \frac{1}{4} D \text{ (min. } 0,10 \text{ m)}$$

$$c \geq \frac{3}{4} D$$

In questo caso il coefficiente di posa può essere considerato molto alto, a causa della presenza del condotto originario.

Linea guida DWA M 144-3

Gruppo	Valori a lungo termine ¹⁾	
	Modulo di elasticità, rilevato secondo DIN EN 1228 in N/mm ²	Carico di flessione in N/mm ²
Liner in fibre sintetiche		
1	1000	23
2	1500	31
3	1400	14
4	1400	16
5	1400	18
6	1500	17
7	1500	18
Liner rinforzati con fibre di vetro		
8	3500	75
9	4000	80
10	4500	85
11	5000	90
12	5500	95
13	6000	100
14	6500	105
15	7000	110
16	7500	115
17	8000	120
18	8500	125
19	9000	130
20	9500	135

NOTE

1) Modulo di elasticità a lungo termine della prova a pressione massima, estrapolato per un periodo di 50 anni e prova di carico di flessione a lungo termine secondo scheda tecnica ATV-M 127-2.

2) Il rapporto di contrazione trasversale per tutti i materiali è $\mu = 0,35$



Tabella C.3: Gruppo di riconoscimento dei materiali 3 (scheda tecnica DWA-M 144-3, tabella 2)

Stato del vecchio tubo II:

Sistema nel suolo del vecchio tubo autoportante (con assestamento laterale accertato) Pressione esterna dell'acqua p_a (min. 1,50 m sopra al livello del tubo).

Deformazione localizzata: 2 % di r_L (valore min. secondo ATV-M 127-2); 0,8% per profili ovali

Ovalizzazione: 3 % di r_L (valore min. secondo ATV-M 127-2)

Fessura anulare: 0,5 % di r_L (valore min. secondo ATV-M 127-2)

Diametro equivalente per profili ovali: $0,6 \times H$

Spessori del composito e_m [mm]

Diametro nominale	Livello della falda acquifera sopra al livello del tubo							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
DN 200	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
DN 250	3,1	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,1
DN 300	3,7	4,1	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1
DN 350	4,3	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,2
DN 400	4,9	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,2
DN 450	5,4	6,2	6,8	7,4	7,9	8,3	8,8	9,2
DN 500	6,0	6,9	7,5	8,2	8,7	9,3	9,7	10,2
DN 600	7,2	8,2	9,0	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2
DN 700	8,4	9,6	10,5	11,4	12,2	12,9	13,6	14,2
DN 800	9,6	10,9	12,0	13,0	13,9	14,8	15,5	16,3
DN 900	10,8	12,2	13,5	14,6	15,7	16,6	17,5	18,3
DN 1000	12,0	13,6	15,0	16,2	17,4	18,4	19,4	20,3
DN 1100	13,1	14,9	16,5	17,8	19,1	20,3	21,3	22,3
DN 1200	14,3	16,3	17,9	19,4	20,9	22,1	23,3	24,4
Ovale 200/300	4,5	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3
Ovale 250/375	5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8	9,1
Ovale 300/450	6,6	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,5	10,9
Ovale 350/525	7,7	8,7	9,5	10,3	10,9	11,6	12,2	12,7
Ovale 400/600	8,7	9,8	10,8	11,7	12,4	13,2	13,9	14,5
Ovale 500/750	10,7	12,2	13,4	14,5	15,5	16,4	17,2	18,1
Ovale 600/900	12,6	14,4	15,9	17,2	18,4	19,5	20,6	21,6
Ovale 700/1050	14,4	16,6	18,4	19,9	21,3	22,6	23,9	25,0



Linea guida ASTM 1216:2009

Sono riportate **sette formule speditive** per il calcolo dello spessore del liner, delle quali quattro per le condotte a gravità e tre per le condotte in pressione. In generale si **consiglia** un valore minimo di SDR (*Standard Dimension Ratio*) pari a 100. Questo parametro è definito come rapporto tra diametro e spessore della condotta, in questo caso del liner. Pare del tutto evidente come un valore fissato in questo modo, che prescinde dalle caratteristiche del liner che si deve installare, conduca all'imposizione di spessori del tutto antieconomici quando si vogliano utilizzare resine che conducono ad un prodotto con elevato modulo di elasticità.

Condotte circolari a gravità parzialmente deteriorate, in presenza di falda. In questo caso si prevede di assegnare al liner il solo carico dovuto alle acque sotterranee, mentre il condotto originario contrasta i carichi del suolo: è del tutto evidente, quindi, come in assenza di falda questa espressione non possa essere utilizzata.

Condotte ovoidali a gravità parzialmente deteriorate, in presenza di falda.



Condotte a gravità completamente deteriorate, la linea guida riporta **due** espressioni, numerate: per il calcolo del liner devono essere utilizzate entrambe, assumendo come spessore di progetto il valore maggiore tra i due ottenuti.

Le **condotte in pressione**, se solo **parzialmente deteriorate** devono resistere alle pressioni interne nel caso di presenza di allacci che non vengono riaperti, ovvero di fori nella condotta ospite che devono essere chiusi.

Quando il foro sia di dimensioni maggiori^(*), ovvero quando il **condotto sia completamente deteriorato**, per la verifica della resistenza alla pressione interna si utilizza un'altra espressione.

Nel caso di condotta in pressione completamente deteriorata, la condotta deve essere progettata per resistere a tutti i carichi esterni ed alla pressione interna: è pertanto necessario utilizzare tutte le espressioni riportate per scegliere quella che conduce allo spessore maggiore.

Nel caso di **depressioni**, la linea guida suggerisce la verifica di funzionamento a gravità, ponendo il valore di altezza della falda pari precisamente all'altezza piezometrica corrispondente alla pressione negativa calcolata.

^(*) Alternativamente, in presenza di allacci di grandi dimensioni da dismettere è possibile procedere localmente, piuttosto che aumentare lo spessore del liner di tutta la condotta.



Norma UNI 11681:2017

L'impostazione della normativa segue la linea guida dell'ASTM, con formulazioni del tutto analoghe. Tuttavia, vi sono **differenze** che possono essere importanti, e che hanno reso la stessa norma particolarmente controversa già nel momento della sua emissione.

Viene specificato che i parametri di resistenza “a lungo termine” precisando che la loro valutazione deve essere su una durata pari a 50 anni. Per quello che riguarda le **condotte a gravità** si specifica come si debba considerare come altezza della falda “almeno l'altezza del terreno al di sopra della tubazione da rinnovare”. Lo spessore minimo del liner deve presentare un valore minimo pari a 3 mm.



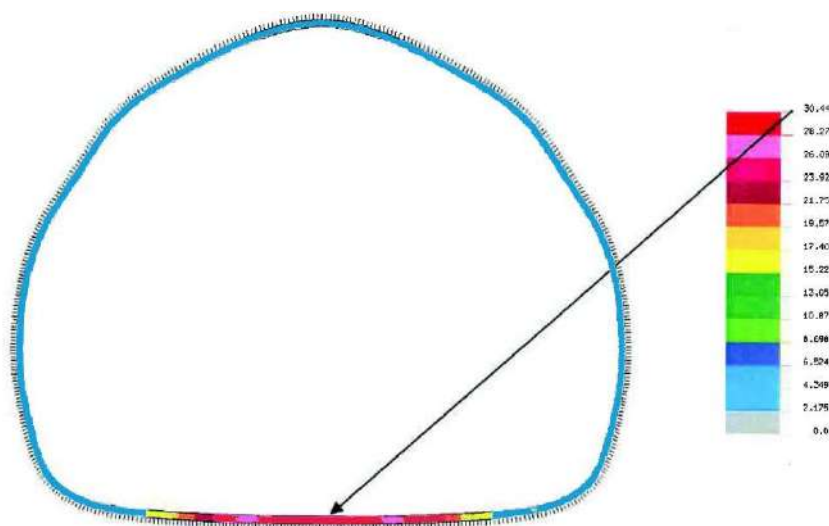
La norma, inoltre, precisa che in **assenza di acqua di falda**, e indipendentemente dalle condizioni e dai parametri progettuali, si deve comunque assumere un valore minimo di spessore del liner indicato come $SDR=100$. Tale criterio potrebbe oggi penalizzare, anche significativamente, i produttori di liner con modulo elastico elevato.

Per quanto concerne le **condotte in pressione**, la norma distingue in merito alla tipologia di posa delle condotte che possono essere o non essere interrate, nel qual caso si suggerisce che le caratteristiche di dilatazione termica lineare del liner siano valutate in relazione a quelle della tubazione da rinnovare, soprattutto se il liner è essere incollato alla condotta.



Metodi agli elementi finiti

I recenti programmi di calcolo hanno un costo di circa 1000/1500 Euro e consentono inserimento dei dati e verifiche in modo completamente automatico, semplicemente disegnando la sezione in ambiente CAD ed impostando le caratteristiche dei materiali e dei carichi.



In figura è riportato il risultato del calcolo con un programma ad elementi finiti fatto per un collettore fognario di Milano avente sezione ribassata. Il rilievo accurato eseguito avendo posto in asciutta il canale ha mostrato una forma di sezione rispetto a quanto atteso e riportato nelle sezioni dei manuali: in particolare è risultato un fondo meno curvo, cioè più piatto, cosa che aumenta la criticità e richiede la posa di un liner di dimensioni maggiori.



Nei casi standard, ed in particolare quando si tratta di condotte circolari, l'applicazione dei metodi tradizionali e speditivi porta, praticamente, allo stesso risultato. Diverso è invece quando si hanno sezioni diverse dallo standard e comunque casi particolari.

È probabilmente migliore utilizzare come riferimento le linee guida e le norme esistenti, ma lasciando alle imprese la possibilità o di proporre migliorie o di dimostrare la qualità del prodotto proposto.



Campo di validità

La linea guida ASTM 1216:2009 e la norma UNI 11681:2017 che da essa deriva valgono **unicamente nel caso di condotti circolari**.

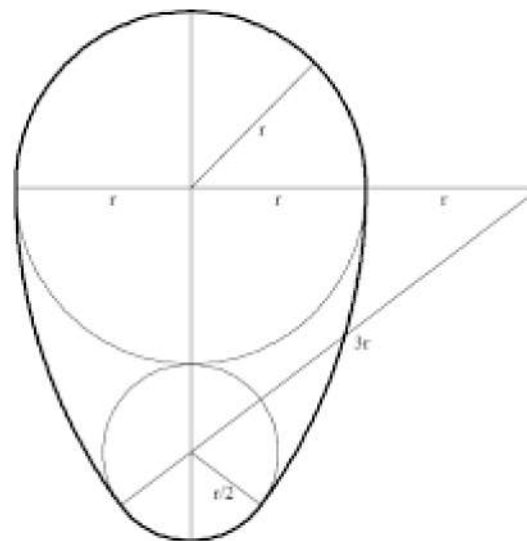
Tuttavia, nel caso di condotti ovoidali, diversi Autori hanno cercato di individuare delle **sezioni circolari equivalenti**, in modo da potere ancora utilizzare le semplici formulazioni della linea guida ASTM.

Considerando il dimensionamento con FEM quale risultato corretto, nel seguito si verifica l'applicazione della norma secondo due ipotesi di calcolo.

Il confronto è fatto sia per **condotto completamente deteriorato** (secondo ASTM e UNI) e **condotto in Stato III** (per DWA), sia per **condotto parzialmente deteriorato** (secondo ASTM e UNI) e **condotto in Stato II** (per DWA).

NOTA: è possibile che parte delle differenze riscontrate sia dovuta allo scostamento tra sezione ideale (sulla quale viene effettuato il calcolo speditivo) e sezione effettivamente rilevata (sulla quale viene effettuato il calcolo FEM).

Condotti ovoidali



Le formule utilizzate per calcolare un diametro equivalente sono le seguenti:

- Diametro che consente la coincidenza del perimetro dell'ovoidale:

$$P = 7.93 \cdot r = 2 \cdot r_e \cdot \pi \xrightarrow{\text{yields}} d_e = 2 \cdot \frac{7.93}{2 \cdot \pi} \cdot r \approx 2.524 \cdot r$$

- Diametro calcolato con l'espressione del prof. Falter:

$$d_e = 2 \cdot \left(0.6 \cdot h - \frac{t}{2} \right)$$



Esempio

Collettore 80x120:

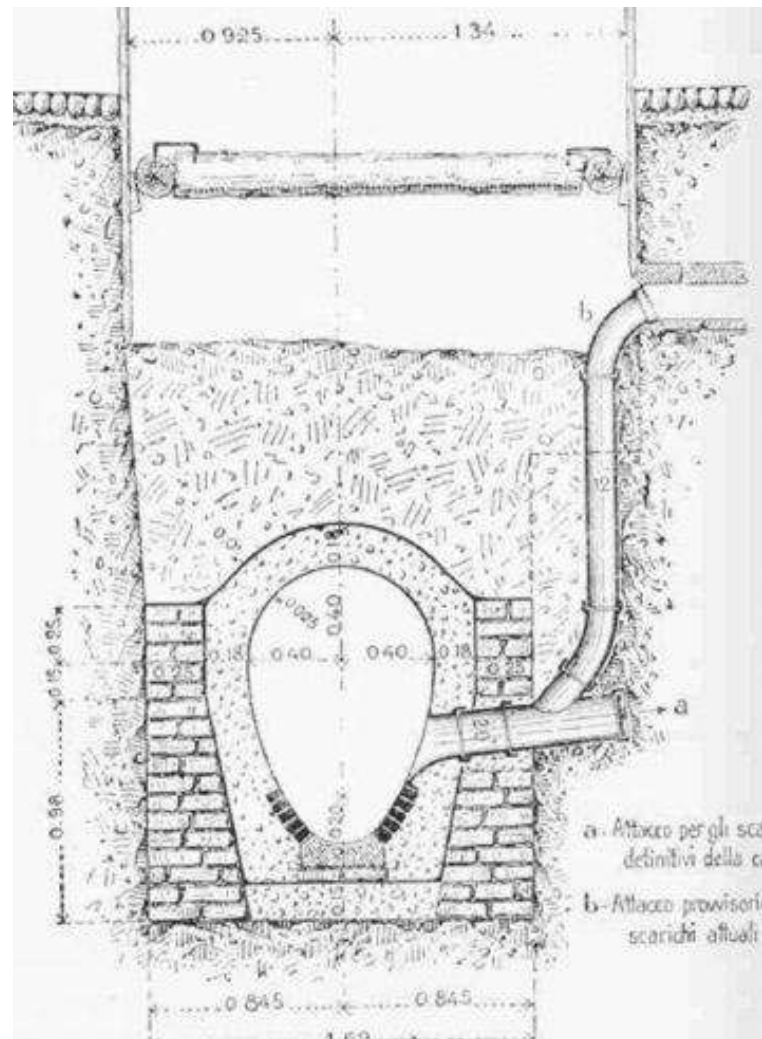
❑ Equivalenza perimetri: $D_e = 101.0 \text{ cm}$

❑ Falter: $D_e = 143.0 \text{ cm}$

Collettore 100x150:

❑ Equivalenza perimetri: $D_e = 126.2 \text{ cm}$

❑ Falter: $D_e = 179.0 \text{ cm}$





Altre formulazioni

La formula di Glock (1977) fornisce la pressione critica di instabilità di un liner circolare soggetto a pressione esterna uniforme:

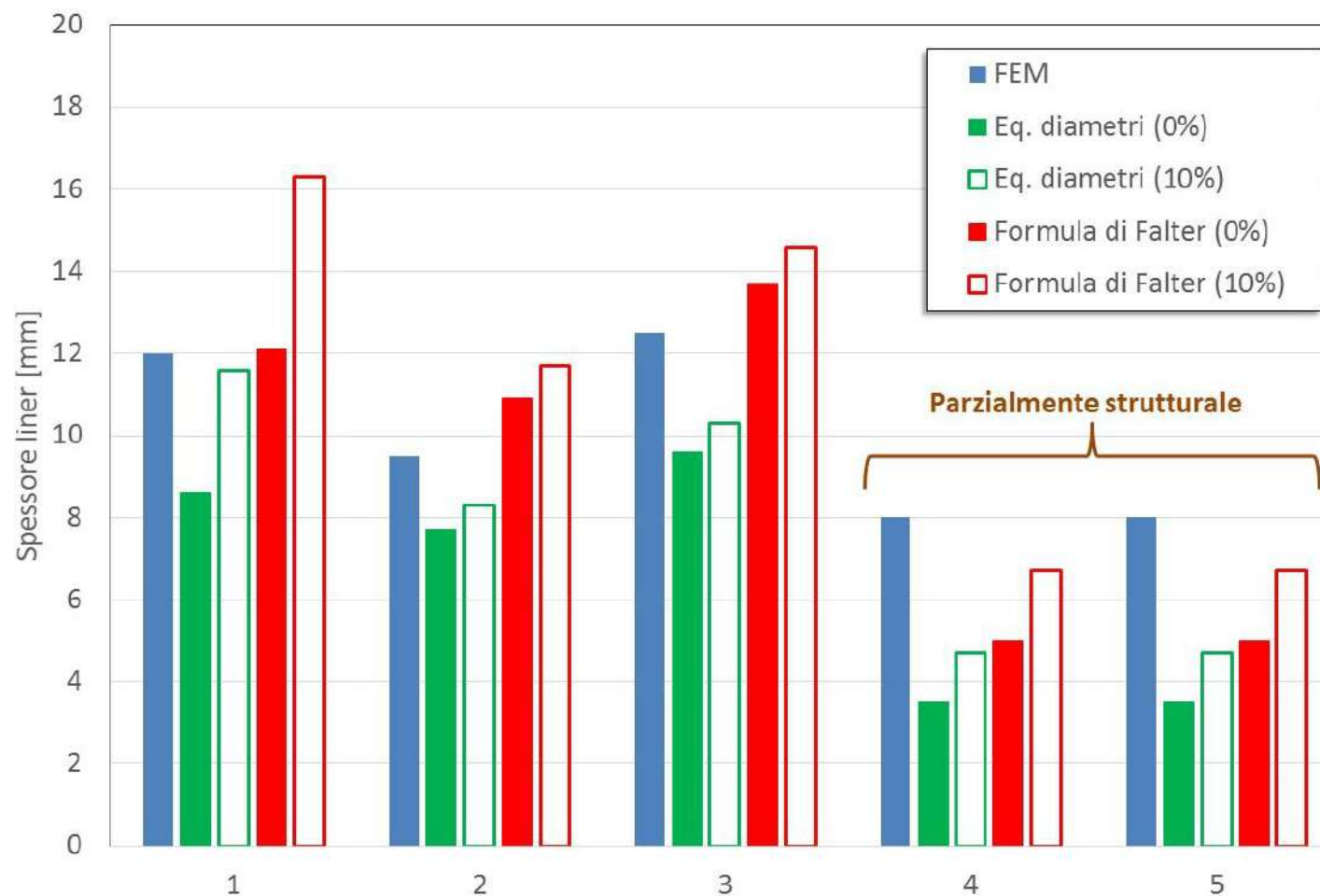
$$p_{cr} = E \cdot \left(\frac{t}{D} \right)^{2.2}$$

Nel 2001 Thépot ha fornito una formula per il calcolo dei liner ovoidali, che è del tutto analoga, sotto opportune ipotesi, alla formula di Glock, e che ad essa può essere ricondotta ponendo $d_e = 1.7 \cdot H$:

$$p_{cr} = 0.308 \cdot E \cdot \left(\frac{t}{H} \right)^{2.2}$$



Confronti preliminari su pochi casi





Commenti

I confronti effettuati sono basati su pochissimi casi e non si pretende di trarre conclusioni di carattere generale.

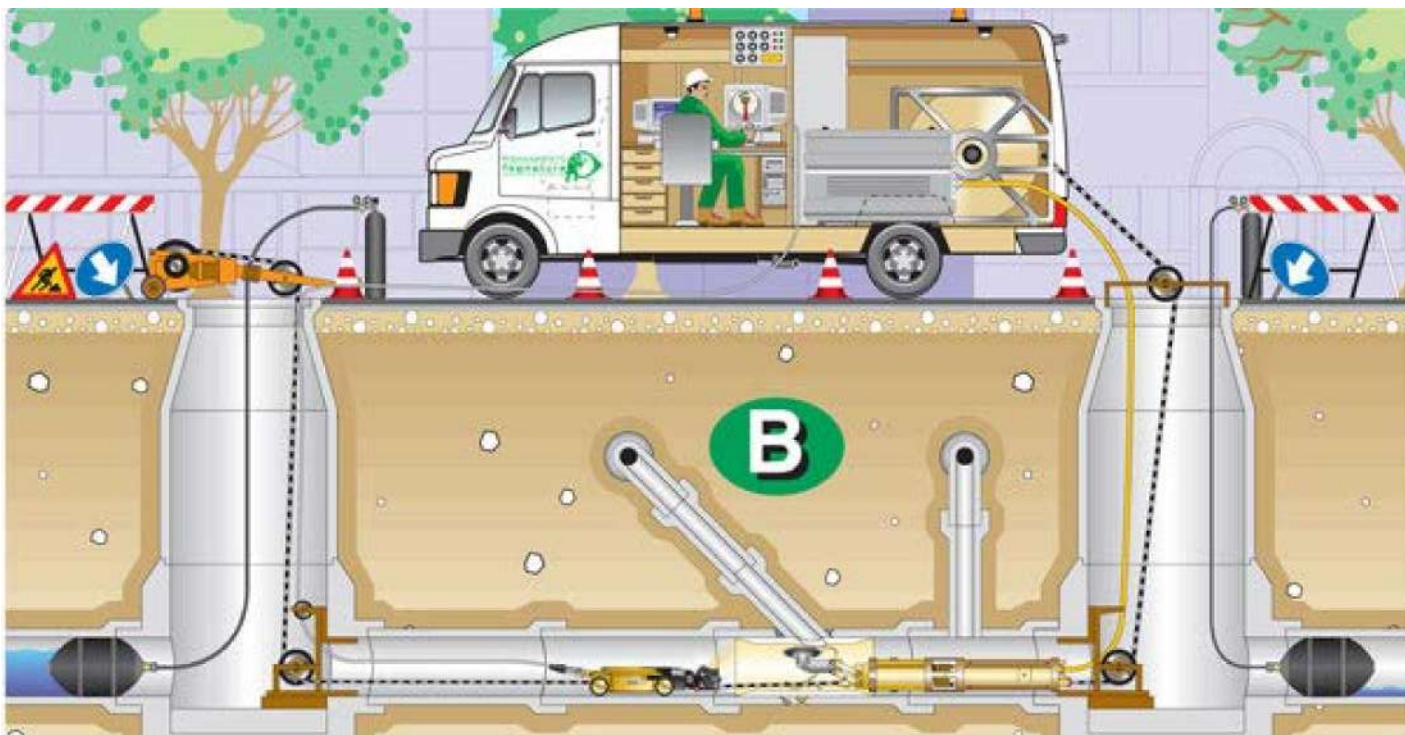
Le formulazioni sono state utilizzate con coefficiente di ovalità pari a 0% e 10% perché oltre questo valore la norma non è applicabile (par. 6.1 della norma UNI): quindi, agli estremi della deformazione ammissibile.

L'adozione di un diametro equivalente nel senso geometrico di equivalenza del perimetro appare condurre, in tutti i casi, ad un deciso sottodimensionamento dello spessore del liner. L'adozione del diametro equivalente proposto da Falter (ben maggiore della massima dimensione della sezione) nel caso di intervento completamente strutturale conduce a risultati leggermente conservativi, avendo operato con ovalità 0%.

Non appaiono accettabili i risultati per interventi di ripristino parzialmente strutturale.



Ripristino tubazioni allacciate



Ripristino tubazioni allacciate



L'apertura degli allacci delle condotte laterali, deve **seguire immediatamente l'esecuzione** del liner, e viene effettuata con **fresa Robot**. Nel caso in cui si renda necessario, viene effettuata una precompressione con l'uso di manicotti o profili appositi. I profili a cappuccio vengono inseriti, nel caso di condotte non agibili, negli allacci col robot. Il risvolto deve essere inserito di almeno 50 mm all'interno della tubazione.



Prove e collaudo

Occorre fare riferimento a due diverse tipologie di prove di collaudo. Innanzi tutto il collaudo sui condotti deve avvenire seguendo le procedure usuali per i tubi di nuova posa; oltre a ciò, occorre effettuare anche le prove specifiche del C.I.P.P.

Per quello che riguarda **la prima tipologia di prove**, nel caso di **condotte di drenaggio** occorre fare riferimento alla norma UNI EN 1610 che indica la procedura per le prove di tenuta ponendo i limiti di massima perdita di volume d'acqua in 30 minuti ad un valore di pressione definito, in termini di colonna d'acqua, dal valore del carico che si ottiene riempiendo la condotta fino al livello del terreno del pozzetto più a monte o più a valle, con un valore massimo di 5 m ed uno minimo di 1 m calcolato dal fondo del condotto; si mantiene tale pressione, con tolleranza di 0.1 m, aggiungendo acqua se necessario ed ammettendo le seguenti perdite:

- ☐ 0.15 l/m² per i tratti di condotte;
- ☐ 0.20 l/m² per i tratti di condotte comprendenti anche pozzetti;
- ☐ 0.40 l/m² per i tratti di condotte comprendenti anche pozzetti e camere di ispezione..



La norma ammette che la prova di tenuta sia effettuata anche ad aria, descrivendone le caratteristiche.

Per le **condotte in pressione**, occorre considerare la UNI EN 805 che prevede che la pressione di prova *STP* sia determinata:

- Nel caso non sia calcolato il colpo d'ariete, come minima tra le due:

$$\begin{cases} STP = 1.5 \cdot PN \\ STP = PN + 5 \text{ bar} \end{cases}$$

- Nel caso sia calcolato il colpo d'ariete, la sovrappressione deve avere valore minimo di 2 bar e la pressione di prova è determinata a partire dalla massima pressione di progetto + 1 bar.

Durante l'esecuzione dell'opera devono essere raccolti i dati di pressione e temperatura nel tempo, per tutta la fase di polimerizzazione.

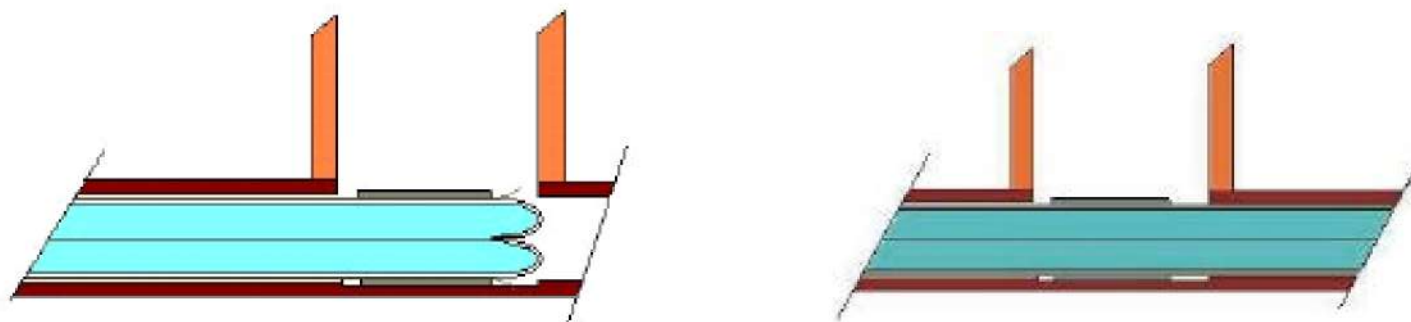
Un collaudo visivo (videoispezione) è sempre previsto al termine della posa di ciascun tratto.



Raccolta di campioni per il laboratorio

Per i liner sono necessarie altre prove, relative al materiale in stato “I”. I campioni devono essere raccolti, se possibile, da un pozzetto intermedio; se non sono presenti pozzetti intermedi il campione dovrà essere preso dal pozzetto finale. Si sottolinea l'importanza di **prendere campioni per ciascun lancio effettuato**: infatti, anche se la Ditta è la medesima e le condizioni di impregnazione o trasporto non cambiano, cambiano sempre le condizioni di posa. Può capitare che in un certo giorno le temperature siano differenti, o che ci sia stato un inconveniente nell'installazione, od altro. Tutte le volte che si effettua una installazione, quindi, si costruisce, di fatto, un nuovo condotto, che deve essere adeguatamente controllato.

In assenza del tubo esistente che contiene l'espansione del liner, nei pozzetti questo tende ad estendersi e a deformarsi; un campione preso da una parte di liner deformato non può essere considerato adeguatamente rappresentativo del lavoro effettuato. La preparazione dei pozzetti consiste nel fissare una lamina metallica o un condotto avvolto a spirale in modo da impedire l'espansione del liner. In caso di posa di pre-liner, anche questo elemento deve essere inserito nel contenimento.



Al termine della polimerizzazione, il contenimento viene rimosso ed il liner tagliato come prescritto dalla normativa ed inviato al laboratorio autorizzato per le analisi.

I campioni devono avere un raggio di curvatura sufficientemente uniforme per garantire la coerenza della prova di compressione a tre punti. La massima freccia non dovrebbe superare il 10% della lunghezza, in proiezione orizzontale, del campione. La lunghezza del campione, in proiezione orizzontale, deve essere pari ad almeno 16 ± 1 volte lo spessore del liner, anche se ci sono eccezioni indicate dalla normativa. La larghezza del campione deve essere pari a 50 ± 1 mm, trattandosi di condotti cilindrici.



Lo spessore del liner deve essere determinato in accordo con la ISO 3126 ed in particolare, ogni eccesso di resina, se presente, deve essere eliminato, senza intaccare la struttura del materiale di supporto; la misura deve essere fatta con strumentazione che garantisce la precisione di ± 0.01 mm e se ci sono difformità rispetto al valore medio dello spessore superiori al 10%, il campione deve essere scartato.

Dal campione prelevato devono potere essere ricavati almeno cinque provini, e deve essere inviato al laboratorio di prova adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici, ed in particolare dai raggi solari e dall'acqua; il campione deve essere etichettato con le seguenti informazioni:

- ☐ Nome della società installatrice
- ☐ Nome della società produttrice dei materiali
- ☐ Nome del sito di costruzione
- ☐ Data di raccolta del campione
- ☐ Diametro del condotto

Per l'elenco delle prove si fa riferimento alle norme UNI EN ISO 1129X-4.



Esempio

Le **caratteristiche geometriche** riguardano lo spessore medio e minimo del liner. Lo spessore medio non può essere inferiore a quello di progetto, mentre quello minimo riscontrato non può essere inferiore a 80% del valore medio di progetto. Tale valore non può essere inferiore a 3 mm.

Le **caratteristiche meccaniche** richieste dalla norma sono diverse, con i valori minimi che sono riportati nella normativa; in fase di progettazione (e di gara in caso di opere pubbliche) possono ovviamente essere dichiarati valori superiori, i quali divengono prescrittivi. Resta inteso che vi sono prove che possono essere eseguite sul prodotto finito, quali quelle relative allo spessore od alla resistenza a breve termine, e quelle per le quali invece occorre richiedere la appropriata certificazione.

La norma richiede anche che il liner abbia **resistenza all'attacco chimico**, ponendo come riferimento per le prove la norma ISO 10952; evidentemente, trattando in questo testo di reti del Servizio Idrico Integrato, scarichi chimici particolarmente aggressivi dovrebbero essere evitati.



A parte le richieste della norma, che devono essere sempre obbligatoriamente soddisfatte, è possibile che il Committente abbia **ulteriori necessità**, per le quali può ovviamente richiedere ulteriori certificazioni.

Abrasione, o resistenza allo sfregamento. Questa prova, di cui è possibile richiedere il certificato del prodotto finale, è evitabile in caso di relining di acquedotti o di collettori fognari in cui è piuttosto da temersi il deposito dei materiali solidi: ma assume particolare importanza quando si ha a che fare con acque cariche di sedimenti e pendenze che impongono velocità elevate alla corrente. In questo caso è possibile richiedere il certificato relativo al test di Darmstat, che è normato dalla EN 295-3.

Misurazione della fessura anulare che si può formare tra liner ed il vecchio tubo, in particolare quando la forma della condotta che ospita il liner non è circolare e da questa sezione si discosta molto. È infatti possibile che si creino degli spazi tra le due condotte e, se è prevista la collaborazione tra le due, che questa non sia garantita, con conseguente possibilità di deformazione successiva di una delle due; la misurazione relativa alla presenza di tali vuoti deve essere fatta manualmente, con sonde.



Resistenza allo spurgo quando si usino strumenti ad alta pressione. Non è sufficiente produrre questa documentazione, ma è necessario definire con precisione quali siano le modalità con le quali effettuare lo spurgo senza danneggiare il liner.

Analisi microscopica: soprattutto nel caso di impregnazione in loco, è possibile che la resina non sia distribuita in modo perfettamente omogeneo e che quindi rimangano dei microspazi che risultano nei fatti essere delle microfessure. In questo caso l'impermeabilità sarebbe garantita dal solo coating, se presente, ed in sua assenza il liner risulterebbe "sudare": fenomeno che non è gradito, dato che si tratta di un nuovo condotto il cui costo è comunque piuttosto elevato.

Verifica della impermeabilizzazione: consiste nel rimuovere il coating, posizionare del liquido su un lato del campione ed applicare una differenza di pressione per un tempo prestabilito, in modo da verificare se il liner risulta effettivamente impermeabile.



Analisi spettrografica: in questo modo è possibile individuare la resina od il sistema di resine effettivamente utilizzato, in modo da evidenziare eventuali anomalie o difformità quando si dovesse presentare un prodotto finale aventi caratteristiche non conformi con quanto atteso.

Certificato di uso alimentare: ovviamente necessario nel caso di risanamento delle condotte del servizio di acquedotto.

1	Pressione massima a breve termine	UNI EN 1228
2	Scorrimento viscoso a 24 ore	EN 761, EN ISO 899-2
3	Pressione massima a lungo termine (10000 ore)	EN 761, EN ISO 11296-4
4	Prova di flessione a tre punti	ISO 178
	- in direzione circonferenziale	EN ISO 11296-4
	- in direzione longitudinale	EN ISO 11296-4
5	Prova di trazione a rottura	EN ISO 527-4
6	Prova di compressione a rottura in direzione longitudinale	EN ISO 604
7	Tenore di stirene residuo	DIN 53394-2 ^a
8	Misurazione della perdita all'ignizione	EN ISO 1172
9	Densità	EN ISO 1183-1
10	Idoneità chimica	EN ISO 175, EN ISO 11296-4
11	Misurazione della fessura anulare	da eseguirsi manualmente
12	Impermeabilità all'acqua del laminato portante	EN ISO 11296-4
13	Resistenza all'abrasione – test di Darmstat	EN 295-3
14	Resistenza allo spurgo	DIN 19523 ^b

- a La norma DIN 53394-2 ha come titolo “Testing of plastics; determination of the percentage of styrene in reaction moulding materials based on unsaturated polyester resins; gaschromatography method” e non ha, al momento, trovato alternative analoghe; tuttavia è da tenere presente che l’uso di resine “styrene free”, cioè senza stirene, si sta sempre più diffondendo e quindi questa prova sta diventando non necessaria.
- b La norma DIN 19523 ha come titolo “Requirements And Test Methods For Determination Of The Jetting Resistance Of Components Of Drains And Sewers”; anche in questo caso non si sono trovate alternative alla norma tedesca, che si ritiene tuttavia di grande importanza per attestare la resistenza allo spurgo.



Manutenzione e controllo

Spurgo. Il rischio di tale operazioni consiste nel danneggiare il liner appena posato utilizzando malamente i suddetti mezzi meccanici ovvero pressioni del getto di spurgo non consone. Le verifiche da effettuare e le relative certificazioni sono descritte nella normativa tedesca DIN 19523 che prevede 60 cicli di pulizia con 75 bar di pressione ed una portata di 280 l/min, con una distanza dal liner ed un angolo di incidenza anch'essi ben definiti. La società che installa il liner dovrà certificare quale sia il valore massimo di pressione che potrà essere utilizzato per la pulizia e tutte le certificazioni che dovranno essere richieste alla ditta di spurghi che dovrà eventualmente intervenire, oltre alla massima frequenza con la quale tali spurghi potranno essere effettuati, al fine di assicurare alle condotte la vita utile di progetto.

La **prima verifica delle condizioni** del liner posato dovrebbe essere effettuata entro un periodo di due/tre anni, per valutare il funzionamento e mettere in luce gli eventuali difetti o criticità che l'esercizio della condotta ha potuto evidenziare.



Nuovi allacciamenti

L'impresa che deve eseguire l'allaccio deve essere informata della presenza del liner. Deve effettuare lo scavo fino alla parete esterna del condotto, procedere alla demolizione della muratura del canale esistente mediante attrezzatura di piccole dimensioni (o carotatrice se applicabile) fino al raggiungimento del liner; il liner viene perforato con il macchinario apposito, uguale a quello utilizzato per il taglio dei condotti in vetroresina. La sigillatura tra allaccio e liner viene eseguita dall'esterno con resine o malte espansive

Nel caso di **condotti in pressione**, una volta forata la condotta, occorre montare, dall'esterno, un innesto meccanico che funge da guarnizione che blocchi il liner contro la parete del condotto pre-esistente ed evita infiltrazioni di acqua. Oltre al blocco meccanico, indispensabile per le condotte in pressione, occorre anche procedere alla sigillatura con resine espansive.

Se la dimensione dell'innesto è molto elevata e non consente di operare dall'esterno (tipicamente per derivazioni di diametro superiore a 150 mm, ma anche in questo caso dipende dal costruttore, tenendo anche presente che si tratta di un settore in rapida evoluzione), occorre procedere allo scavo, al taglio della condotta ed all'inserimento di un nuovo tronchetto.



Appalti

OS 35: INTERVENTI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

Riguarda la costruzione e la manutenzione di qualsiasi opera interrata mediante l'utilizzo di tecnologie di scavo non invasive. Comprende in via esemplificativa le perforazioni orizzontali guidate e non, con l'eventuale riutilizzo e sfruttamento delle opere esistenti.

Si osserva che questa richiesta non è sufficiente a definire la presenza di imprese aventi esperienza di esecuzioni di lavori C.I.P.P.



Nuovo Codice degli Appalti – D.lgs. 50/2016

Art. 95: Criteri di aggiudicazione dell'appalto

3. Sono aggiudicati esclusivamente sulla base del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo:

- a) i contratti relativi ai servizi sociali e di ristorazione ospedaliera, assistenziale e scolastica, nonché ai servizi ad alta intensità di manodopera, come definiti all'articolo 50, comma 1;
- b) i contratti relativi all'affidamento dei servizi di ingegneria e architettura e degli altri servizi di natura tecnica e intellettuale di importo superiore a 40.000 euro;



4. Può essere utilizzato il criterio del minor prezzo:

- a) per i lavori di importo pari o inferiore a 1.000.000 di euro, tenuto conto che la rispondenza ai requisiti di qualità è garantita dall'obbligo che la procedura di gara avvenga sulla base del progetto esecutivo;
- b) per i servizi e le forniture con caratteristiche standardizzate o le cui condizioni sono definite dal mercato;
- c) per i servizi e le forniture di importo inferiore alla soglia di cui all'articolo 35, caratterizzati da elevata ripetitività, fatta eccezione per quelli di notevole contenuto tecnologico o che hanno un carattere innovativo.

5. Le stazioni appaltanti che dispongono l'aggiudicazione ai sensi del comma 4 ne danno adeguata motivazione e indicano nel bando di gara il criterio applicato per selezionare la migliore offerta.



Criteri di valutazione

L'Anac fornisce, a titolo esemplificativo, i seguenti criteri:

- ☐ **qualità** (pregio tecnico, caratteristiche estetiche e funzionali, accessibilità, certificazioni e attestazioni in materia di sicurezza e salute dei lavoratori, caratteristiche sociali, ambientali, contenimento dei consumi energetici, caratteristiche innovative, commercializzazione e relative condizioni)
- ☐ **possesso di un marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE)** in relazione ai beni o servizi oggetto del contratto. Nella misura pari o superiore al 30 % del valore delle forniture o prestazioni oggetto del contratto
- ☐ **costo di utilizzazione e manutenzione**
- ☐ **compensazione delle emissioni di gas ad effetto serra** associate alle attività dell'azienda calcolate secondo i metodi stabiliti in base alla raccomandazione n. 2013/179/UE della Commissione del 9 aprile 2013
- ☐ **organizzazione, qualifiche ed esperienza** del personale effettivamente utilizzato
- ☐ **servizio post-vendita e assistenza tecnica**
- ☐ **condizioni di consegna** o di esecuzione del servizio



Esempio

Offerta tecnica qualitativa:

- ☐ Attività simili e pregresse.
- ☐ **Cantiere:** fasi, descrizione delle protezioni, gestione delle aree; ma anche vibrazioni, rumore, polveri; viabilità; numero e posizione degli scavi; traffico dei mezzi di servizio; impegno della sede stradale.
- ☐ Rischi da interferenza.
- ☐ Comunicazione verso l'esterno.
- ☐ **Scelte tecniche:** preparazione delle condotte; resistenza statica, finitura (camerette, oppure valvole; allacci); operazioni in luoghi inaccessibili al personale; posa della nuova condotta.
- ☐ Caratteristiche dei materiali e **certificazioni**. Durabilità e modalità di manutenzione.

Offerta tecnica quantitativa (durata del cantiere).

Offerta economica.

Prassi di riferimento ed elenchi prezzi scaricabili dal sito IATT.



Prof. Ing. Stefano Mambretti, PhD

Il risanamento ed il rinnovamento delle condotte del sistema idrico integrato

10 dicembre 2020

pag. 73



EUROPEAN NO-DIG 2020
UNITED KINGDOM

16 September
Peterborough, UK

1st European No-Dig Conference
Rehabilitation Design for Pressure and Gravity Pipes

CALL FOR PAPERS www.1steuropeanconf2020.nodiglive.co.uk

This inaugural one-day Conference will take place on 16th September 2020 at Peterborough, UK, in conjunction with the biennial No-Dig Live event. It will be a high-level Technical Conference focused on the topic "Rehabilitation Design for Pressure and Gravity Pipes". The Conference language will be English.

SPEAKERS
Interested speakers are invited to submit extended Abstracts (not more than 400 words) in English by the submission date below, together with a brief biography of the Author. Abstracts will be reviewed by the Conference Technical Committee.

Final date for Abstract submission: 15 May 2020
Notification of acceptance to Authors: 12 June 2020
Final date for submission of Conference presentation file: 1 September 2020
Submission of Papers for publication: to be confirmed

POTENTIAL THEMES
Potential themes for the programme may include, for example:

- Comparison of convergence and differences between the main design methods used in Europe for gravity pipe lining.
- Case histories showing investigation to obtain data for design and the subsequent design process to achieve a solution.
- Design of non-circular linings.
- Design methods and key considerations for pressure pipe lining – gas and water.
- Advances in design methods.
- Durability and long-term performance of liners – how to accommodate in design.

Abstracts focused on all aspects of the primary topic (design of liners) may be submitted using the link above. All Papers presented at the Conference will be published online in a Proceedings document after the event with open access via a website. Submission of an Abstract will be considered acceptance that copyright permission has been granted to publish the Paper as described. Copyright of the Paper remains fully with the Author.

CONTACT: Paul Harwood – pharwood@westrade.co.uk

Technical Programme by:    In conjunction with:  Organised by: 

Westrade Group Ltd, 112-114 High Street, Rickmansworth, Hertfordshire WD3 1AQ, UK +44 (0) 1923 723990 trenchless@westrade.co.uk www.nodiglive.co.uk

Conferenza rinviata al

16-17 giugno

(emergenza sanitaria permettendo)





WESSEX INSTITUTE
ADVANCING INTERNATIONAL
KNOWLEDGE TRANSFER

[f](#)[in](#)[t](#)[v](#)[e](#)

[Home](#)[WIT Conferences](#)[Courses](#)[Webinars](#)[Research](#)[Research Studies](#)[Prigogine Award](#)[About](#)[News](#)[Contact Us](#)

[2021](#)[2020](#)[2019](#)[2018](#)[2017](#)[2016](#)[2015](#)[2014](#)[2013](#)[2012](#)[2011](#)[2010](#)[2009](#)[2008](#)



Water and Society 2021
6th International Conference on Water and Society
19–21 May 2021
Milan, Italy
[View Call For Papers](#) [Print](#)

Submit an Abstract

Register

Keep Me Updated

Share
[f](#)[t](#)[in](#)[p](#)[e](#)

COVID-19 - 2021 Conferences Status Update

We understand that it is difficult for our delegates to make decisions on their conference participation/travel plans in the present circumstances. For this reason, we want to assure you that we are prepared to adapt our conferences to virtual events should this be necessary. With this in mind, we have also updated our cancellation policy to provide you with the freedom and assurances needed in this pandemic.

A message informing delegates about the outcome of the conferences in 2020 and the plan of the Institute for 2021 has been included on our website ([read more](#)).

We hope you are able to join us in 2021.

WIT Representative
**Professor Stefano Mambretti**
Member of the WIT Board of Directors

Conference Coordinator
Priscilla Cook
Wessex Institute



Contatti

Prof. Ing. Stefano Mambretti, PhD



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Email: stefano.mambretti@polimi.it

Mobile: 347.7352491

