

## Paper n° 26

**RIABILITAZIONE DI UNA CONDOTTA DN600 MEDIANTE TECNOLOGIA CIPP A RAGGI UV: INTERVENTO E SOLUZIONI ADOTTATE**

 Roberto Bogni<sup>1</sup>, Giusemaria Goso<sup>2</sup>
<sup>1</sup> Area Tecnica (R.U.P. e D.L.) - Consorzio per la Depurazione delle Acque di scarico del Savonese S.p.a.

<sup>2</sup> Programmazione Investimenti - Consorzio per la Depurazione delle Acque di scarico del Savonese S.p.a.

**1. INTRODUZIONE**

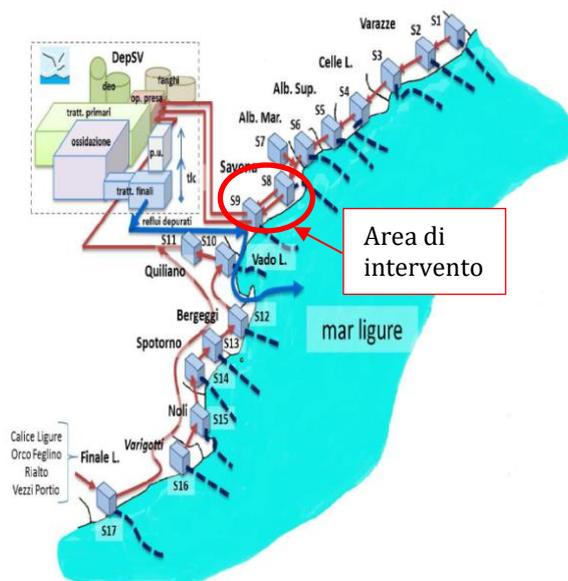
Il futuro dei servizi di rete deve essere orientato verso soluzioni che minimizzino gli scavi, adottando tecniche che, a parità di costi, abbiano il minore impatto ambientale, sociale ed economico: infatti, occorre considerare che la maggior parte delle infrastrutture di rete si trova in contesti urbani ad alta densità, o in aree di valore paesaggistico e storico.

In questo contesto, le tecnologie "no-dig" (senza scavo) si inseriscono perfettamente in un piano d'azione volto a promuovere un'economia circolare, che si basa su una progettazione eco-compatibile. Queste tecnologie garantiscono la durabilità e il riutilizzo delle infrastrutture esistenti, favorendo il modello delle infrastrutture idriche come servizio, con l'approccio, per quanto riguarda il sistema fognario, al revamping delle reti, ancora oggi spesso inadeguate.

Lo scopo della presente è di descrivere la progettazione e la realizzazione dell'intervento di riabilitazione, utilizzando la tecnologia "no-dig", del tipo C.I.P.P. a raggi U.V., di un tratto della condotta di arrivo all'impianto di depurazione centrale di Savona, arteria fondamentale della rete, che si sviluppa lungo la Via Aurelia, una zona caratterizzata da elevato traffico viario e dalla presenza di diverse realtà economiche, scuole e la vicinanza alla passeggiata a mare.

**2. INQUADRAMENTO DELL'ATTIVITA' DEL GESTORE**

Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. gestisce il territorio lungo la costa della provincia di Savona, che include 15 comuni, da Varazze a Finale Ligure, su un'area di circa 350 km<sup>2</sup>. La sua attività principale è la depurazione delle acque reflue, un servizio essenziale per garantire la qualità delle acque di balneazione, fondamentale per la salute pubblica e l'equilibrio ecologico del territorio.


**Figura 1. Raffigurazione dell'area servita e degli impianti a disposizione**

Consorzio S.p.a. è certificato ISO 14001 dal 2003 e aderisce al regolamento EMAS dal 2004, evidenziando il suo impegno continuo nella gestione ambientale: questo impegno è anche confermato dal riconoscimento delle Bandiere Blu per molti dei comuni consorziati, elemento che attesta la qualità delle acque balneabili nei comuni serviti.

La rete consortile di collettori (Rif. Figura 1), che collega i comuni all'impianto di depurazione, si estende per circa 62 km e gestisce un significativo volume di acque reflue, derivante non solo dalla popolazione residente, ma anche dai flussi turistici estivi (oltre 170.000 AE) e dalle attività industriali. L'impianto ha una capacità totale di trattamento pari a circa 450.000 AE, garantendo che i reflui trattati siano sempre conformi ai limiti imposti dalla normativa (D.Lgs. 152/2006), con carichi inquinanti ben al di sotto dei valori consentiti.

In aggiunta, Consorzio S.p.a. gestisce anche l'ITR (Impianto di Trattamento Rifiuti Liquidi Industriali Non Pericolosi), che, pur essendo un impianto separato, è integrato nel processo di depurazione biologica delle acque reflue civili, contribuendo ulteriormente all'efficienza ambientale e al controllo integrato dell'inquinamento.

Dal 2016, Consorzio S.p.a. ha assunto anche la gestione del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) per il comparto fognatura, sempre nell'ambito del territorio gestito per la depurazione. Per quanto riguarda l'acquedotto, eroga il servizio di distribuzione dell'acqua potabile a cinque comuni del comprensorio Finalese.

Questa rete integrata contribuisce a mantenere elevato lo standard di qualità ambientale della zona, con ricadute positive sul territorio, anche a livello economico. La gestione virtuosa e il rispetto delle normative ambientali supportano l'immagine del territorio, ulteriormente valorizzata dal costante riconoscimento delle Bandiere Blu.

### 3. STATO DI FATTO E INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

L'intervento di risanamento, oggetto del presente elaborato, riguarda una porzione del tratto terminale del collettore di Levante, realizzato in acciaio negli anni Ottanta, che raccoglie i liquami fognari provenienti da Varazze e diretti a Savona. Il collettore funziona prevalentemente a gravità o con l'ausilio di stazioni di sollevamento operanti in serie, acquisendo i reflui del territorio di propria competenza e rilanciando nel contempo i liquami provenienti dalle stazioni a monte. Man mano che il collettore si avvicina all'impianto di depurazione centrale, il diametro delle condotte aumenta progressivamente, fino a raggiungere gli 800 mm all'ingresso dell'impianto. Nel corso degli anni, le condotte consortili hanno subito diversi interventi di sostituzione e risanamento, anche a seguito di rotture, con alcune condotte situate sotto il sedime stradale. Consorzio S.p.A. effettua interventi di risanamento con tecniche "no-dig" dal marzo 2004.

Tra le stazioni di sollevamento denominate S8 e S9 (Rif. Figura 1), il sistema di collettamento si compone di due condotte in acciaio con diametro di 600 mm, funzionanti a gravità. Per quanto riguarda la condotta "lato mare" (compresa tra l'incrocio di via Saredo/corso Vittorio Veneto e l'incrocio di Via della Crocetta /via Nizza, nel comune di Savona – Rif. Figura 2), tenuto conto delle riparazioni già effettuate e dell'età della condotta (superiore a 30 anni), nel 2024 la Stazione Appaltante (S.A.) ha incaricato i propri uffici di redigere un *Documento di Indirizzo alla Progettazione* (D.I.P. di cui al Codice Appalti [1]) per lo studio del risanamento mediante tecniche "no-dig".



**Figura 2. Stato di progetto – Inquadramento planimetrico dell'opera nel complesso – n. 3 lotti**

La condotta "lato monte", invece, era già stata risanata nel 2015 con tecnica C.I.P.P., una soluzione ottimale tenuto conto del tipo di contesto: l'area in oggetto non presenta né vincoli paesaggistici, né archeologici, così come non sussistono

rischi di natura idrogeologica e geomorfologica, tuttavia, la condotta si sviluppa lungo un'arteria cittadina trafficata, vicino a scuole, negozi e un'area pedonale, in presenza di rischi interferenziali con le infrastrutture.

Lo studio ha riguardato un tratto di circa 450 metri, suddivisibile in n. 3 lotti funzionali (punti A-B-C-D), da realizzare su più annualità, in base al Piano Investimenti della S.A.. Tuttavia, nell'ottobre 2024, si è reso improvvisamente necessario il risanamento almeno del lotto n. 1 a causa di una rottura improvvisa verificatasi nel tratto. In attesa della progettazione del risanamento, è stata effettuata una riparazione temporanea della condotta (Rif. Figura 3).



**Figura 3. Da sinistra verso destra: foro nella condotta – effetti della rottura sulla pavimentazione – intervento di ripristino**

#### 4. LINEE DEL DOCUMENTO DI INDIRIZZO ALLA PROGETTAZIONE

L'obiettivo del D.I.P. [1] era ripristinare la funzionalità idraulica ed eventualmente statica della condotta, considerando le opzioni tra scavo tradizionale e tecnologie "no-dig". La scelta è caduta sull'utilizzo di una delle tecnologie "no-dig" per ridurre l'impatto ambientale, migliorare la viabilità e garantire una maggiore sicurezza e velocità di esecuzione, limitando gli scavi (in quanto, per l'accesso alla condotta, sono riutilizzabili anche i pozzetti esistenti) e i disagi.

Inoltre, la particolare tecnologia scelta avrebbe dovuto garantire il ripristino della resistenza strutturale, il miglioramento della capacità idraulica, la possibilità di superare dislivelli e curve e la resistenza a fenomeni di abrasione e chimica.

A seguito di questa analisi preliminare, venivano esaminate diverse alternative progettuali di risanamento (CONTINUOUS PIPE, HOSE LINING, C.I.P.P), da svilupparsi nel Progetto di fattibilità tecnico-economica.

Considerando il diametro della condotta (600 mm), la lunghezza dei lanci (circa 150 m ciascuno) e l'incertezza del tracciato plano-altimetrico (il D.I.P. [1] è stato sviluppato in un periodo dell'anno in cui non era possibile effettuare la videoispezione, sia in quanto impossibile fermare le stazioni di sollevamento e scaricare i reflui a mare, sia poiché non era consentito manomettere il suolo pubblico, non prima di due anni dal ripristino), si è ritenuto che la tecnologia CONTINUOUS PIPE fosse inadeguata a causa delle difficoltà di installazione, legate alla possibile variazione del tracciato plano-altimetrico. La scelta si è quindi indirizzata tra la tecnologia C.I.P.P. e quella HOSE LINING. Considerando la necessità di una condotta finale in grado di sopportare l'aggressione dei reflui fognari e il limite dimensionale (per cui sarebbero stati necessari due tubolari), la scelta finale è stata quella di adottare la tecnologia C.I.P.P. per motivi tecnici.

#### 5. MODALITA' DI PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

Come indicato al paragrafo 3, l'evento di ottobre 2024 ha accelerato la necessità di giungere quanto prima a una soluzione progettuale che permettesse l'esecuzione dell'intervento di risanamento, almeno per il primo lotto di circa 150 metri lungo Corso Vittorio Veneto, tra la camera di partenza esistente (punto A), situata all'incrocio con Via Saredo, e il pozzo di arrivo (punto B), all'incrocio con il civico 268, come mostrato nella Figura 4.

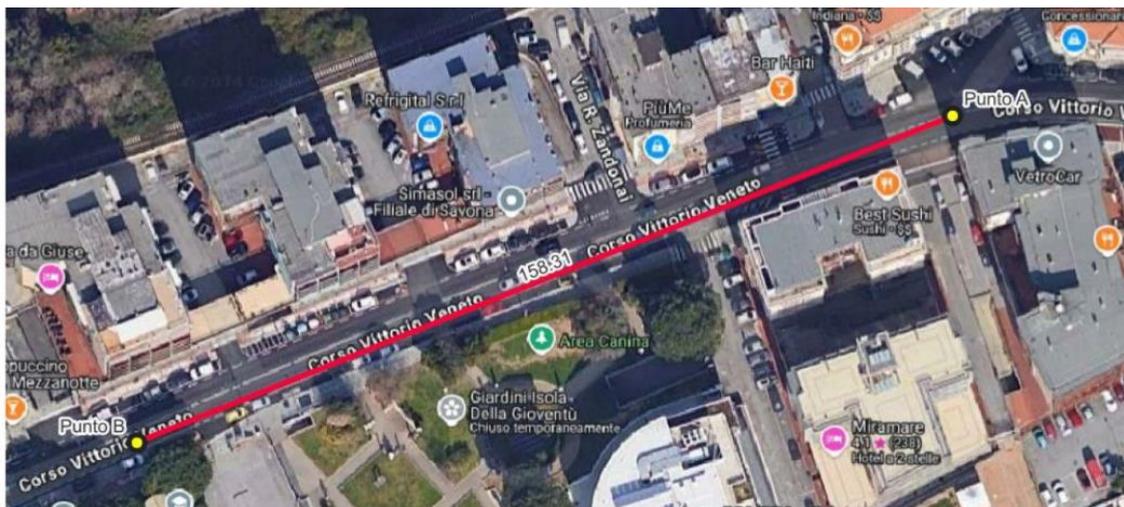
In risposta a questa esigenza, l'ufficio tecnico di Consorzio S.p.a. ha redatto una progettazione semplificata, basata sul rilievo del tracciato planimetrico, sui profili "storici" della condotta e sui risultati dell'unico sondaggio effettuato durante la riparazione. È importante sottolineare che, come già evidenziato, non era possibile manomettere la pavimentazione stradale prima di due anni dalla sua realizzazione.

Gli esiti di tale studio conducevano pertanto alle seguenti considerazioni:

- la condotta si trovava in buono stato, con alcune piccole lesioni e fessurazioni, che, secondo la verifica del valore limite del foro nella condotta (UNI 11681 [2], par. 6.3.1), consentivano di considerarla in condizioni di parziale deterioramento;

- il funzionamento della condotta avviene a gravità. Tuttavia, per garantire una maggiore sicurezza, è stato ritenuto più conveniente considerare una pressione di esercizio di 2,5 bar, per tenere conto di eventuali sovrappressioni;
- considerando che il lotto 1 (punti A-B) è stato estrapolato da un progetto più complesso composto da 3 lotti, lo spessore del liner doveva essere calcolato in relazione alla condotta nel suo complesso, considerando i carichi idraulici derivanti dalla pressione dell'acqua di falda e dalla pressione interna di esercizio, poiché il terreno e i carichi stradali si ritenevano ancora sostenuti dalla condotta esistente da rinnovare;
- era possibile utilizzare la camera esistente (punto A), come punto di accesso per l'esecuzione del risanamento.
- dal punto di vista tecnologico, erano previsti due scenari differenti:
  - in assenza di una videoispezione e, quindi, senza conoscere il tracciato reale della condotta, la soluzione più indicata sarebbe stata il C.I.P.P. con inversione ad aria e polimerizzazione a vapore;
  - le planimetrie "storiche" non però evidenziavano deviazioni plano-altimetriche significative, tale per cui risultava possibile anche l'adozione della tecnologia C.I.P.P. mediante traino e polimerizzazione a raggi U.V., che ben si adatta al contesto fortemente urbanizzato (area pedonale, edifici prospicienti, traffico veicolare), anche per i minori tempi di esecuzione.

In considerazione di ciò, si è ritenuto opportuno richiedere un preventivo agli operatori economici per entrambe le tecnologie.



**Figura 4. Stato di progetto – Inquadramento planimetrico Lotto n. 1**

In conclusione, le condizioni di calcolo assunte con riferimento alla norma UNI 11681 [2] sono state le seguenti:

- tubazione esistente in pressione parzialmente deteriorata, sulla base delle evidenze acquisite;
- a favore di sicurezza, profondità del punto C (1,46 m da piano campagna a estradosso condotta);
- peso specifico acqua 1,0 t/mc;
- deformazione ammessa in funzione dei diametri;
- modulo di Flessione calcolato a 50 anni ( $E_{50}$ ) maggiore o uguale a 3420 Mpa;
- sforzo a flessione calcolato a 50 anni ( $\sigma_{r,50}$ ) maggiore o uguale a 90 Mpa;
- fattore di sicurezza = 2 (min, 2.0 UNI 11681 [2]);
- pressione di esercizio 2,5 bar, moltiplicata per un coefficiente di sicurezza di 1.5.

Dai calcoli, effettuati sulla base della norma UNI 11681 [2], lo spessore del liner risultava essere pari a 5 mm. Tuttavia, in considerazione del limite normativo che impone un SDR pari a 100 e tenuto conto che il diametro esterno del liner corrisponde al diametro nominale della condotta da rinnovare (600 mm), veniva richiesto un liner avente spessore minimo di 6 mm, a cui aggiungere lo spessore del coating.

## 6. MODALITA' DI AFFIDAMENTO DELL'INTERVENTO

Per il lotto n. 1, dato che l'importo stimato dei lavori era inferiore a 150.000,00 € e considerando l'urgenza, la S.A. ha proceduto con l'affidamento diretto (rif. Codice Appalti [1]), consultando più operatori economici. I lavori sono stati

assegnati all'operatore economico che ha presentato il miglior preventivo per una delle due tecnologie C.I.P.P., ovvero la ROTTECH s.r.l. Codesta impresa ha proposto la tecnologia C.I.P.P. per traino e polimerizzazione a raggi U.V., con un tempo di completamento delle attività di risanamento di 26 giorni, dall'accesso in condotta. L'ordine è stato rilasciato il 28/10/2024.

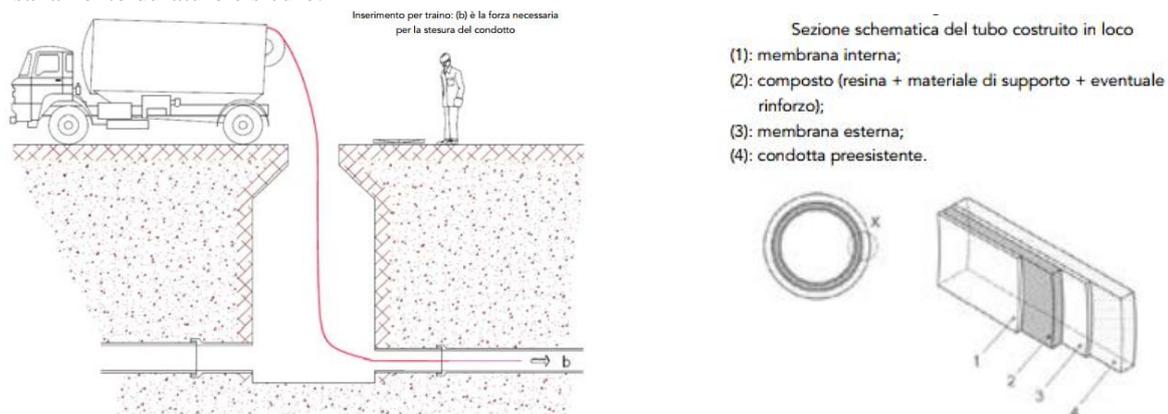
## 7. TECNOLOGIA DI RIABILITAZIONE ADOTTATA

Il C.I.P.P. (Cured In Place Pipe) è una tecnica di risanamento non distruttivo "no-dig" che prevede l'inserimento, all'interno di un condotto esistente, di un tubo flessibile (liner) che viene polimerizzato in loco. Questo processo permette di ripristinare le caratteristiche statiche e idrauliche del condotto senza necessitare scavi, oltre a quelli per i pozzi di accesso. Le tecnologie differiscono per il metodo di inserimento del liner (inversione ad aria/acqua o traino) e per il tipo di materiale del liner, che può essere realizzato in fibre sintetiche o di vetro.

Il liner C.I.P.P. è composto da due elementi principali: un feltro rinforzato in fibra di vetro o fibra polimerica e una pellicola di plastica (PE, PP, PUR, PA, PVC) che funge da coating interno/esterno. Il feltro viene impregnato con resina (poliestere, vinilestere o epossidica) e, dopo la polimerizzazione, il composto resina/feltro si trasforma nel nuovo tubo all'interno del condotto esistente (Rif. Figura 5, fonti [3] e [4])

Per l'intervento in esame, si è scelto il metodo di inserimento del liner tramite traino e la polimerizzazione a raggi U.V., una tecnologia recente, ma ormai ampiamente diffusa, soprattutto in Europa e negli Stati Uniti. Il feltro viene trainato lungo il condotto mediante un argano, con l'ausilio di una pellicola di scorrimento per evitarne danneggiamenti. Una volta posizionato, il liner viene gonfiato con aria compressa per adattarsi alla forma del condotto. Successivamente, la polimerizzazione avviene tramite l'irraggiamento di raggi U.V., generati da un treno di lampade inserito nel liner.

Il liner scelto per questo intervento è in tessuto multiassiale di fibra di vetro impregnato con resine poliestere, con uno spessore di 6,3 mm. Le sue caratteristiche meccaniche includono un modulo di flessione ( $E_{50}$ ) superiore a 16.800 MPa e uno sforzo di flessione circonferenziale ( $\sigma_{f,50}$ ) pari a 210 MPa. Questo prodotto è progettato non solo per ripristinare la funzionalità idraulica del condotto, ma anche per garantire il recupero della sua resistenza strutturale, assicurando un risanamento duraturo e sicuro.



**Figura 5. Modalità di inserimento del liner e struttura dello stesso**

## 8. ANALISI E SOLUZIONI IN FASE ESECUTIVA: IMPREVISTI E PROPOSTE

A seguito dell'affidamento, la prima operazione eseguita è consistita nell'ispezione televisiva, finalizzata a verificare lo stato della condotta e garantire l'efficace esecuzione del risanamento. Dall'indagine, è stato possibile verificare le condizioni della condotta, rilevando, le seguenti problematiche impreviste:

- la condotta era in acciaio bitumato, con giunzioni a bicchiere e presentava incrostazioni diffuse sulla superficie interna;
- alla progressiva 119,99 m, ovvero a circa 30 m dal pozzo di arrivo (punto B), è stata riscontrata la presenza di un "picco" in corrispondenza del sottopasso, che rischiava di danneggiare il liner durante la fase di traino;
- alla progressiva 119,83 m, l'estradosso della condotta si trovava a soli 0,60 m dal piano stradale.

L'Appaltatore ha rilevato che, mentre le incrostazioni e il bitume interno potevano essere rimossi con sistemi idrodinamici ad alta pressione e l'ausilio di scivolatura (per eliminare eventuali protuberanze), la presenza delle giunzioni a bicchiere avrebbe richiesto l'uso di un robot per la fresatura puntuale e il riempimento delle intercapedini con resina. Ciò comportava un rischio di estensione dei tempi di esecuzione e un aumento dei costi.

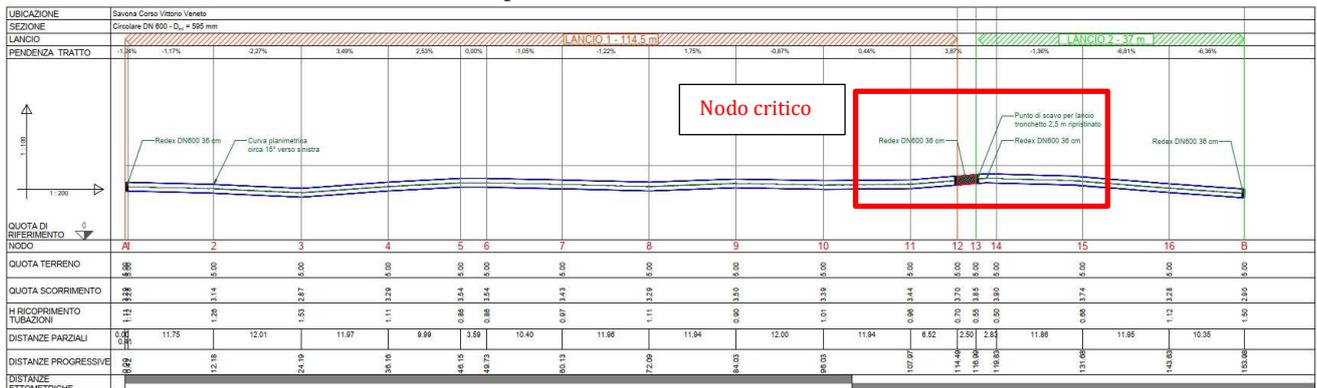
L'Appaltatore ha proposto, quindi, una soluzione alternativa per risolvere il problema: l'applicazione di un "Safety Cap", costruito in fabbrica durante la fase di impregnazione e posizionato tra lo strato esterno e la protezione alla luce.

Questa soluzione non solo avrebbe consentito il confinamento del liner nei punti critici (in particolare nelle giunzioni), limitando la dilatazione al massimo dell'1% e garantendo così l'integrità del liner durante l'installazione, ma risultava anche più economica e vantaggiosa in termini di tempo. Infatti, su una lunghezza di circa 150 m, erano presenti 13 giunti, tale per cui la fresatura e successivo riempimento dei giunti avrebbe comportato, per la S.A., un aggravio di costo superiore al doppio della soluzione prospettata con il "Safety Cap" (Rif. Tabella 1). Inoltre, il riempimento dei giunti, pur garantendo una maggiore precisione, avrebbe richiesto un impegno temporale significativo, poiché ogni giunto avrebbe dovuto essere trattato singolarmente e monitorato tramite videocamera durante l'operazione.

**Tabella 1. Raffronto di costo tra le due soluzioni prospettate**

Soluzioni (Prezzi Lordi)	Codice	u.m.	Quantità	costo unitario	costo totale
Soluzione 1 - riempimento giunti	PrF201.6	cad	4	2.392,75	9.571,00 €
	PrF201.13	cad	9	2.344,27	21.098,43 €
<b>Soluzione 1 - riempimento giunti Totale</b>			<b>13</b>	<b>4.737,02</b>	<b>30.669,43 €</b>
Soluzione 2 Safety Cap	PrC106.7	m	158	92,82	14.665,56 €
<b>Soluzione 2 Safety Cap Totale</b>			<b>158</b>	<b>92,82</b>	<b>14.665,56 €</b>

Per quanto riguarda il picco rilevato (Rif. Figura 6), l'Appaltatore sottolineava che il treno di lampade sarebbe stato inserito a quota 0, da cui si sarebbe stata estesa la fune che avrebbe trascinato il treno fino al pozzo di uscita. In presenza di una cuspidi, ci sarebbe stato il rischio che la corda danneggiasse il fondo del liner, oltre alla necessità, per il C.I.P.P. U.V., che non vi fossero elevate variazioni plano-altimetriche.



**Figura 6. Profilo della condotta come da videoispezione**



**Figura 7. Planimetria d'intervento con indicazione dei punti di accessi e delle lunghezze di lancio**

Tuttavia, anche questo inconveniente non ha ostacolato l'applicazione della tecnologia proposta. Con la realizzazione di un ulteriore pozzo (PUNTO A1), quindi mediante due soli scavi complessivi, sarebbe stato possibile rimuovere il tratto in curva e realizzare due lanci distinti (Rif. Figura 7), il primo dal pozzo intermedio A1 (pressi farmacia) verso il pozzo A (camera esistente all'incrocio con via Saredo), per una lunghezza di 114,20 m e il secondo dal pozzo intermedio A1 verso il pozzo B (pressi incrocio civico 268) per una lunghezza di ulteriori 34,41 m. Infine, per quanto riguardava la ridotta profondità di posa della condotta, l'utilizzo di un liner strutturale ha garantito la buona riuscita dell'intervento, assicurando la sua durabilità nel tempo anche a profondità contenute.

## 9. FASI REALIZZATIVE

Dopo aver risolto le problematiche riscontrate durante la videoispezione preliminare, nel mese di dicembre 2024 è stato definito il cronoprogramma per l'avvio delle attività, previsto per gennaio 2025:

- Fase 1 (13/17 gennaio 2025) - Attività edili: cantierizzazione, rimozione della pavimentazione stradale, rimozione della soletta presso il punto di accesso A1 e esecuzione degli scavi presso i punti di accesso A1 e B;
- Fase 2 (20/24 gennaio 2025) - Attività di risanamento: esecuzione dell'intervento di risanamento ed installazione del sistema di collegamento tipo Amex;
- Fase 3 (27/31 gennaio 2025) - Attività edili: installazione dei tronchetti (predisposti in precedenza), mediante collegamento con giunti multidiametro, chiusura degli scavi e ripavimentazione.

L'ordine cronologico di esecuzione delle varie attività può essere così riassunto:

- 1) **Cantierizzazione**: La prima fase ha riguardato la messa in sicurezza dell'area di intervento, situata al centro e ai lati della strada. Questo ha incluso la rimozione di una fila di parcheggi per garantire la doppia corsia di percorrenza (lato edifici), nonché il mantenimento della pista ciclopedonale (lato passeggiata a mare). Particolare attenzione è stata dedicata al puntellamento degli scavi, specialmente nel punto B, dove la quota di fondo scavo raggiunge i 2,10 m, e alla corretta formazione e informazione del personale operante in spazi confinati, come previsto dalle normative di sicurezza vigenti (Rif. Figura 8).



**Figura 8. Cantierizzazione**

- 2) **Apertura pozzi di accesso e processi di spurgo**: Sono stati eseguiti i lavori di rimozione della soletta nel punto A e l'apertura degli scavi nei punti A1 e B. Successivamente, è stata effettuata l'idropulizia ad alta pressione e la scivolatura per rimuovere incrostazioni e residui di bitume, come emerso dalla videoispezione (Rif. Figura 9)



**Figura 9. Apertura dei punti di accesso/rimozione tronchetti (da sinistra verso destra punti A – A1 – B)**

- 3) **Attività funzionali al risanamento**: il tratto di condotta da risanare era già stato posto fuori esercizio da Consorzio S.p.a.; inoltre, trattandosi di un tratto della linea di mandata alla stazione di sollevamento S9, non erano presenti allacci da isolare. La cameretta di accesso (punto A) risultava in buono stato quindi non sono stati necessari interventi di ripristino, che talvolta sono richiesti per evitare danni al liner durante la fase di inserimento. In corrispondenza del punto A è stato smontato il tronchetto esistente/TEE, mentre nei punti A1 e B è stato eseguito il taglio e l'asportazione di una sezione di condotta, rispettivamente di 1,60 m e 2,55 m.
- 4) **Interventi di normalizzazione propedeutici al risanamento**: Per preparare la condotta all'installazione del liner con la tecnica C.I.P.P. (Cured-In-Place Pipe) e la polimerizzazione a raggi U.V., è stata eseguita una fresatura su tutta la lunghezza della condotta per evitare danni alla struttura del liner.
- 5) **Videospezione pre-inserimento**: prima dell'inserimento del liner, è stata condotta un'ispezione pre-inserimento, per verificare lo stato di fatto finale della condotta, che ha dato esito positivo.
- 6) **Inserimento e polimerizzazione del liner [5]**: dopo l'approvazione del materiale, da parte della D.L., il 21 e il 23 gennaio sono stati avviati i lavori di inserimento del liner, suddivisi in due lanci successivi:



**Figura 10. Da sinistra verso destra: traino del liner nella condotta – uscita del liner nel pozzo di arrivo – gonfiaggio del liner**

- 21/01/2025 primo lancio dal pozzo intermedio A1 (pressi farmacia) al pozzo A (camera esistente all'incrocio con via Saredo) per una lunghezza di 114,20 m;
- 23/01/2025: secondo lancio dal pozzo intermedio A1 (pressi farmacia) al pozzo B (pressi incrocio civico 268) per una lunghezza di 34,41 m.



Il liner, comprensivo di Safety Cap preinstallato, è stato calato nel pozzo di partenza e successivamente trainato lungo tutta la lunghezza del condotto. Una volta montati i packer, è stato gonfiato per adattarsi perfettamente alla condotta ospite (Rif. Figura 10). Successivamente, è stato calato il treno di lampade e si è proceduto alla polimerizzazione tramite irraggiamento con raggi ultravioletti. In questa fase delicata, la Direzione Lavori di Consorzio S.p.A. ha monitorato attentamente i parametri di temperatura, velocità e funzionamento delle lampade (come da software), assicurandosi che fossero rispettati i valori di riferimento forniti dall'Appaltatore (Rif. Figura 11).



Figura 11. Monitoraggio dei parametri (sinistra) – installazione dei giunti di collegamento (destra)

Dopo la polimerizzazione, sono state levigate le parti terminali del liner e installati i sistemi di collegamento tra la condotta risanata e quella esistente, utilizzando guarnizioni in gomma EPDM e anelli di fissaggio in acciaio inossidabile per garantire la tenuta (Rif. Figura 11). I lanci sono stati completati nelle due giornate previste, consentendo la chiusura del cantiere di risanamento entro la fine della settimana, nonostante alcune giornate di maltempo.

- 7) **Installazione dei tronchetti in acciaio:** nel pozzo di accesso è stato installato, mediante flangiatura, il tronchetto esistente (punto A), ancora in buono stato, mentre nei punti intermedio A1 e finale B, sono stati installati nuovi tronchetti in acciaio, tramite collegamento con giunti universali (Rif. Figure 12 e 13).

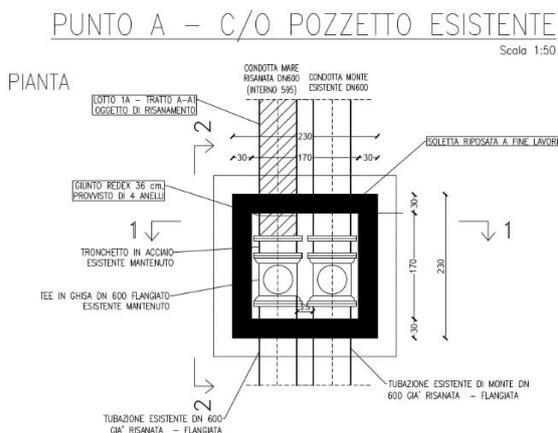
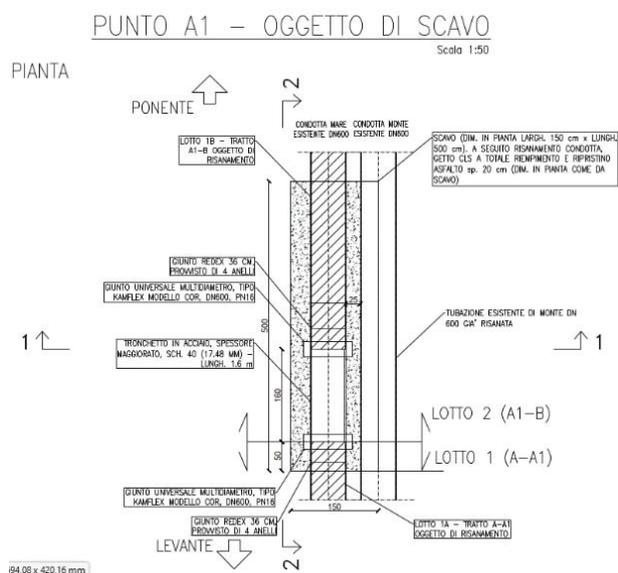


Figura 12. Punto di accesso in pozzetto



**Figura 13. Esempio di accesso da pozzo**

- 8) **Ripristini:** è stata quindi riposizionata la soletta nel punto A, effettuato getto integrale di cls nel punto A1 (viste le ridotte profondità), riempiti gli scavi con misto cementato nel punto B. Per ultimo è stato posato l'asfalto e rimossa la cantierizzazione, riconsegnando l'area completamente sistemata.

## 10. CONCLUSIONI

La scelta di adottare una tecnologia "no-dig", in alternativa ai tradizionali metodi di scavo a cielo aperto, ha comportato numerosi vantaggi: oltre alla riduzione dei punti di scavo a soli due (sfruttando la cameretta esistente), questa tecnologia ha permesso un significativo risparmio in termini di emissioni sonore e inquinanti, costi e utilizzo di materie prime ed è risultata più sostenibile dal punto di vista ambientale, per effetto del riutilizzo della condotta esistente.

In particolare, la soluzione scelta, C.I.P.P. a raggi UV, ha facilitato l'adattamento del cantiere al contesto urbano, caratterizzato dalla vicinanza di attività commerciali, scuole e aree pedonali nelle adiacenze di una zona balneare; inoltre, il risultato finale è stato un liner con prestazioni meccaniche superiori a quelle inizialmente previste, con garanzia della rifunzionalizzazione sia dal punto di vista idraulico sia statico, in considerazione anche della ridotta profondità della condotta e della presenza di giunti. L'utilizzo della tecnologia C.I.P.P. a raggi U.V. ha anche consentito di eseguire l'intervento in tempi rapidi. Nonostante l'affidamento dell'incarico all'Appaltatore sia avvenuto alla fine di ottobre 2024 e tenuto conto dei tempi di approvvigionamento del materiale liner (un prodotto non standard, progettato appositamente per questo intervento), così come gli imprevisti emersi durante la videoispezione, la condotta è stata rimessa in funzione già entro la fine di gennaio 2025. Per quanto riguarda la cantierizzazione, con la sola occupazione di un numero limitato di parcheggi per auto, non sono state necessarie modifiche significative alla viabilità e all'area pedonale, garantendo così la sicurezza e minimizzando i disagi per la comunità.

In conclusione, questo intervento dimostra chiaramente come le tecnologie innovative "no-dig" rappresentino il futuro della manutenzione delle infrastrutture, offrendo vantaggi concreti in termini di prestazioni, sostenibilità e riduzione dei disagi per i cittadini. Sebbene ci sia ancora spazio per l'ulteriore perfezionamento di materiali e tecniche, queste soluzioni sono destinate a diventare sempre più cruciali per rispondere alle moderne esigenze dei Gestori, al fine della manutenzione delle reti infrastrutturali.

## 12. REFERENZE

- [1] Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici come integrato e modificato dal decreto legislativo 31 dicembre 2024, n. 209
- [2] UNI 11681 – Rinnovamento di tubazioni esistenti mediante inserimento e polimerizzazione di un tubo composito plastico impregnato di resina – Elementi di progettazione ed installazione

[3] Tani S., Mambretti S. (2018). Tecniche di buona condotta. L'innovazione del rinnovamento delle reti del Servizio Idrico, *Direzione Comunicazione MM Spa*, pp. 78-80.

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

[5] UNI EN ISO 11296-4 Sistemi di tubazioni in materia plastica per il ripristino delle reti interrato non pressione di fognature e scarichi – Parte 4: Inserimento interno (lining) di tubi polimerizzati in loco

Si ringrazia *ROTECH s.r.l.* per la concessione all'utilizzo delle immagini ricavate dagli elaborati as-built.

Si ringrazia l'*Ing. Valentina Delbono*, Coordinatore per la Sicurezza di Consorzio S.p.a., per il supporto nella descrizione degli aspetti legati alla sicurezza e il *Geom. Marco Fardellini*, Direttore Lavori di Consorzio S.p.a., per le immagini fornite.