

**Brescia – 28 Marzo 2024**

**Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless**

## **Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**

### **Premessa**

Nel presente articolo viene presentato un intervento di riabilitazione di condotte di acque reflue in pressione con tecnica “no-dig”, realizzato per il Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. su un tratto dei collettori di mandata dell’ultimo degli impianti di sollevamento che, da levante, conferisce i reflui all’impianto di depurazione.

Il progetto esecutivo è stato redatto nell’estate 2021 dal Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (RTP) Studio Majone (capogruppo), Nord Milano Consult s.r.l., Majone & Partners s.r.l., Geol. Marcello Ermia, Viarengo e Tiscornia s.n.c., nell’ambito dell’accordo quadro “Servizi di ingegneria relativi al servizio idrico integrato dell’ex – Ambito Territoriale Ottimale Centro Ovest 1 – Provincia di Savona”.

L’appalto dei lavori è stato aggiudicato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) formato da Rotech s.r.l. (capogruppo), Benassi s.r.l. e Servizi Ecologici.

### **Inquadramento dell’area di intervento**

L’impianto di depurazione di Savona si trova all’intersezione tra l’autostrada A10 “dei fiori” e l’autostrada A6 “Torino-Savona” (freccia rossa in Foto 1, che individua anche il tratto di intervento): ad esso confluiscono i reflui fognari dei territori comunali compresi tra Savona e Varazze (S1, stazione estrema di levante) e Finale Ligure (S17, stazione estrema di ponente).



**Foto 1** – Inquadramento dell’area di intervento

Il collettamento avviene mediante stazioni di sollevamento in serie, ciascuna delle quali rilancia alla successiva la portata in arrivo dalla precedente: la S9 è l’ultima di queste

## Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona

stazioni di rilancio dei reflui provenienti da levante. L'impianto è dotato di n°6 pompe sommergibili Xylem-Flygt modello CP3312 MT 630 140 kW, equamente suddivise sulle due condotte di mandata DN700 mm, il cui funzionamento ordinario è previsto con n°2 pompe funzionanti in parallelo e la terza con funzione di riserva attiva in rotazione ciclica.

L'intervento in progetto ha riguardato un tratto, della lunghezza di 520 m, delle due tubazioni DN700 mm che costituiscono la mandata di tale stazione di sollevamento S9. Il tracciato dei due collettori si sviluppa in Corso Svizzera a Savona (vedi Foto 2), nel tratto compreso tra la corsia di immissione di via Negri Rinaldo (a levante) sino all'aiuola spartitraffico della carreggiata nord in prossimità dell'incrocio con via Caravaggio (a ponente).



Foto 2 – Tratto di Corso Svizzera (SS9) a Savona interessato dall'intervento

### Criticità affrontate e risolte nel progetto

In sintesi, l'intervento ha affrontato e risolto le seguenti criticità:

- le due condotte in pressione sono state caratterizzate, negli ultimi anni, da rotture estremamente frequenti, dovute alla vetustà: l'installazione risale 1986, ed a quasi 40 anni di esercizio esse non garantiscono più le necessarie garanzie di tenuta;
- l'impianto S9 è l'ultima delle stazioni di sollevamento del levante savonese, e trasferisce l'intero carico al depuratore: l'eventuale interruzione del flusso in ingresso determina gravi squilibri ai processi;
- il tratto oggetto di intervento, di lunghezza superiore a 500 m per ogni condotta, è ubicato in Corso Svizzera, arteria viaria di grande importanza in quanto collega l'uscita autostradale con il porto di Savona ed è percorsa da intenso traffico pesante;
- le prescrizioni della Polizia Municipale della Città di Savona, relative all'occupazione delle carreggiate, hanno obbligato a minimizzare gli impatti del cantiere, sia per ingombro sia per durata;

## Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona

- si è dovuto concentrare l'esecuzione dei lavori nel periodo ottobre - marzo, finestra temporale nella quale al Consorzio è permesso l'alleggerimento delle portate in arrivo al depuratore anche con scarico delle portate con by-pass sulle condotte a mare.

Il "fattore tempo" è stato pertanto l'elemento cruciale: dalla redazione del progetto, svolta in tempi stretti, alla tecnologia costruttiva concordata con il Consorzio, fattori che hanno consentito il rapido intervento risolutivo delle criticità.

In sintesi, il progetto ha riguardato:

- il risanamento delle due condotte di mandata della stazione di sollevamento S9 mediante tecnologia no-dig (vedi paragrafo successivo);
- gli interventi di adeguamento del pozzetto AC di scarico con lo scopo di migliorarne l'accessibilità e l'operatività in condizioni di sicurezza (sostituzione chiusino, realizzazione grigliato pedonale intermedio);
- la sostituzione della soletta carrabile del pozzetto AB di sfiato, la cui quota di estradosso era vincolata dal profilo stradale;

L'importo del finanziamento era di ca. 1'650'000.00 €, di cui ca. 1'450'000.00 € per lavori (a seguito della perizia di variante), e di questi 1'290'404,00 ca. per il relining: il costo unitario dell'intervento di risanamento è risultato quindi di ca. 1'400.00 €/m, del tutto paragonabile all'importo di un'integrale sostituzione della tubazione in metallo con tecnica in scavo tradizionale, ma con tutte le complicazioni del caso.

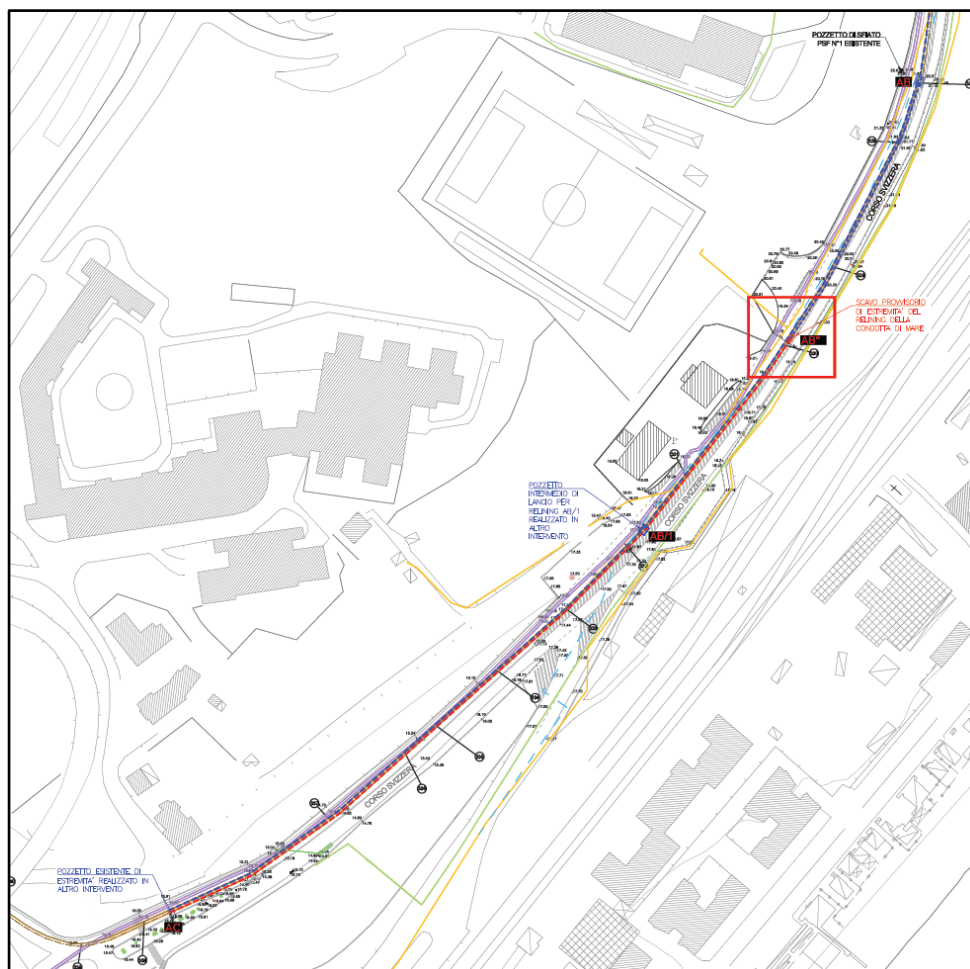


Foto 3 – Stralcio della planimetria di progetto (pozzetto AB di sfiato, pozzetto AC di scarico)

**Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**

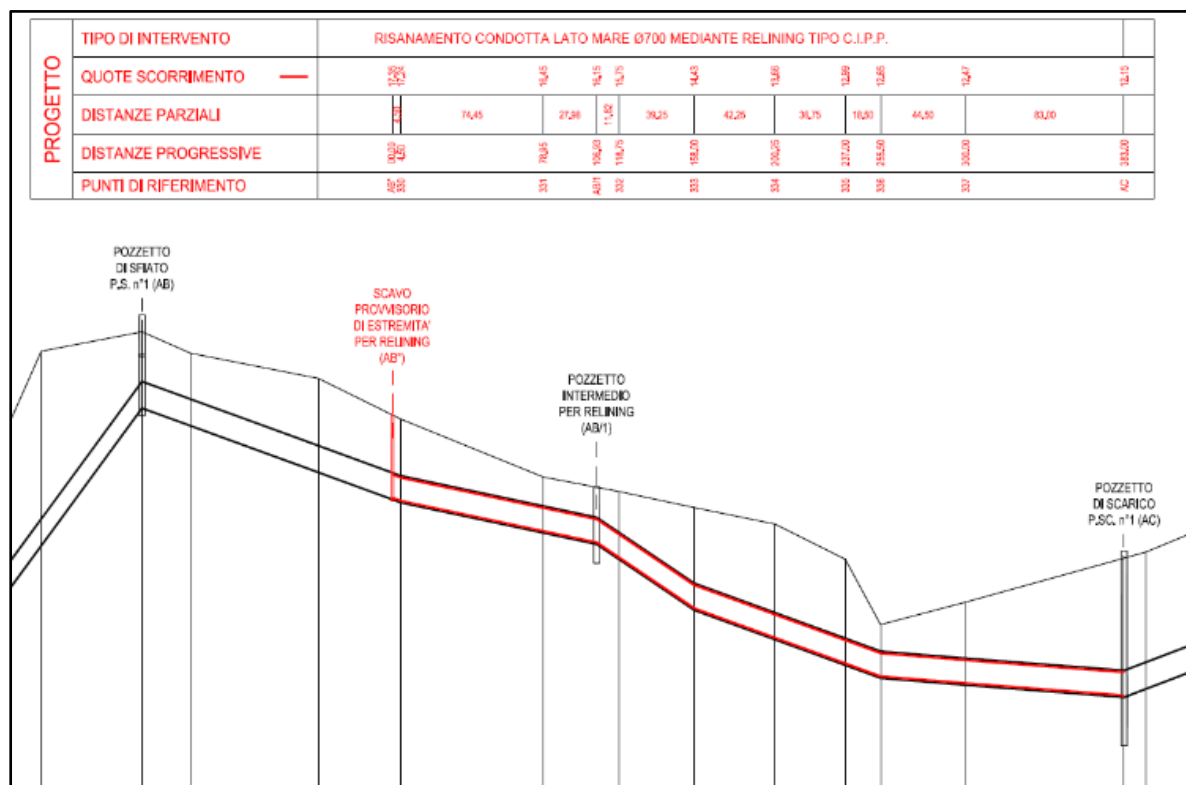


Foto 4 – Stralcio del profilo di progetto condotta lato mare (pozzetto AB di sfiato, pozzetto AC di scarico)

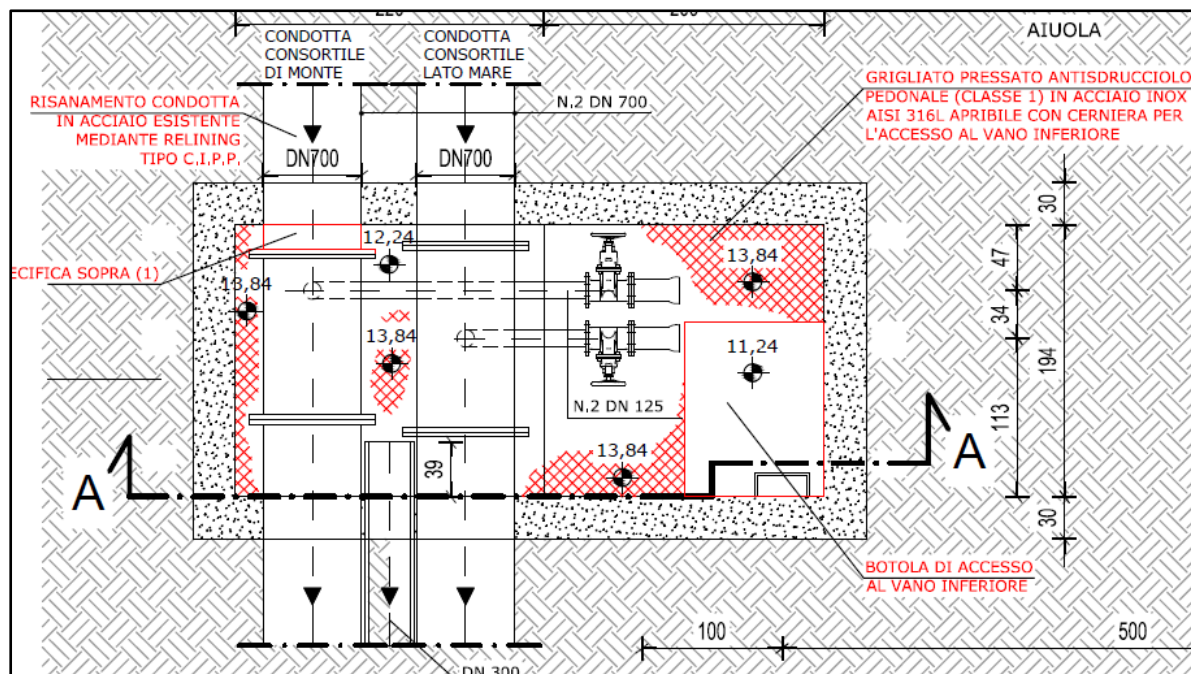


Foto 5 – Stralcio della planimetria di progetto degli interventi sulla pozzetto AC di scarico

**Soluzione tecnica adottata per il ripristino delle condotte**

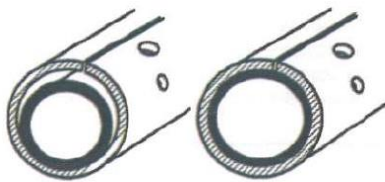
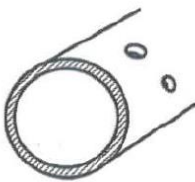
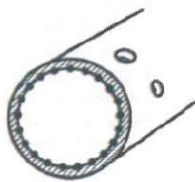

Per il risanamento è stata adottata la tecnica di risanamento no-dig del tipo C.I.P.P. (Cured In Place Pipe), ovvero un sistema per cui viene mantenuta la condotta esistente ed inserita all'interno della stessa una nuova "calza" o "liner".

Le tipologie di intervento di riabilitazione dei sistemi di tubazioni sono normate dalla UNI EN

**Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**

ISO 11295:2018, ed il ripristino, per il caso di interesse, dalla UNI EN ISO 11297 (Reti in pressione di fognature e scarichi).

La tecnologia C.I.P.P. prevede interventi differenti a seconda della resistenza strutturale che si intende ottenere:

Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
							
Non aderente      Aderente		Rigidità anulare inerente		Si affida all'aderenza		Si affida all'aderenza	
Indipendente		Interattivo					
Pienamente strutturale		Semi-strutturale				Non strutturale	
Inserimento interno di tubi continui	Inserimento interno con tubi continui ad alta aderenza				La presente norma europea non è applicabile		
	Inserimento interno di tubi polimerizzati in loco						
			Inserimento interno di tubi flessibili con dorso adesivo				

**Foto 6** – Classi di resistenza strutturale secondo la norma UNI EN ISO 11295 e UNI EN ISO 11296-4

Ci si è orientati verso una tecnologia di inserimento del liner a traino ed indurimento mediante polimerizzazione con lampade a raggi ultravioletti UV (“Relining UV”): il liner (o calza) è composto da una struttura in fibra di vetro impregnato di resina termoindurente, pre-dimensionato in supporto ai progettisti dallo stesso produttore (Saertex) con uno spessore di 7.3 mm ad ottenere un modulo elastico di 20'500 Mpa (a breve termine) e di 16'000 Mpa (a lungo termine).

Le verifiche idrauliche hanno valutato le modifiche al funzionamento delle condotte (la riduzione di sezione idraulica è risultata dell'ordine del 5%, con un aumento di velocità all'interno delle condotte del tutto trascurabile) e l'andamento delle pressioni all'interno della condotta; queste ultime simulazioni hanno mostrato che, nell'ipotesi di assenza delle valvole di sfiato poste nel pozzetto AC, si registrano sottopressioni negative, che, seppur entro valori non eccessivi, è opportuno evitare in presenza di questa tipologia di interventi di risanamento: risulta quindi importante mantenere i dispositivi di sfiato, di recente sostituiti in altro appalto, in condizioni di perfetto funzionamento.

## Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona

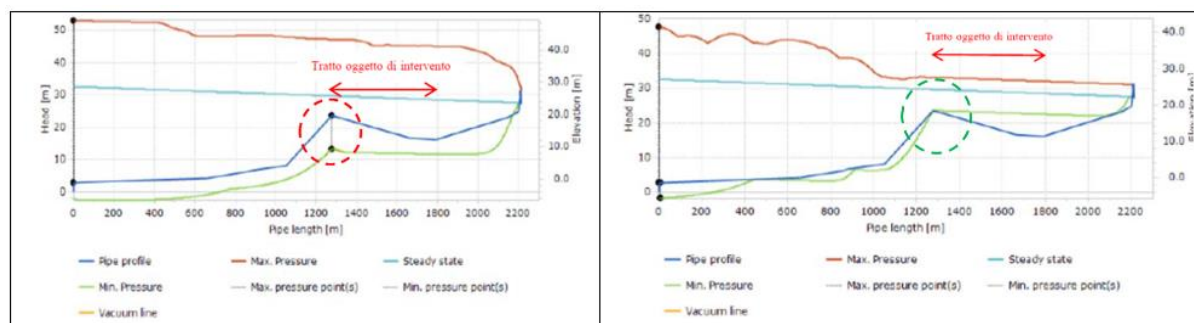


Foto 7 – Andamento delle sottopressioni negative, linea verde, con (a sinistra) e senza (a destra) sfiati in AC

### Esecuzione dell'intervento

Si è proceduto risanando una condotta alla volta, in modo da lasciare l'altra in esercizio e garantire sempre l'apporto di refluo al depuratore: dapprima sulla condotta di "monte", ed a seguito di suo positivo collaudo e riattivazione, sulla condotta di "mare".



Foto 8 – Scavo e messa a nudo delle tubazioni per esecuzione videoispezione preliminare

Prima di procedere all'inserimento del liner, sono state eseguite le operazioni preliminari di svuotamento, idro pulizia preliminare a 2500 bar con l'ausilio di raschiatori, e video ispezione robotizzata di ciascuna delle condotte in questione, e successivamente sono stati eseguiti scavi puntuali per la sigillatura di alcune perdite, per singolarità plano-altimetriche e per la fresatura di parti eccessivamente in rilievo per il traino del liner.

Al termine delle operazioni preliminari il risanamento è stato ottimizzato suddividendolo in 4 tratte per ciascuna delle due condotte (condotta lato monte: 194+66+198+57 per complessivi 515m; condotta lato mare: 84+66+198+57 per complessivi 405m), sostanzialmente in corrispondenza delle deviazioni planimetriche superiori ai 5°.



**Foto 9** – Suddivisione tratte di intervento (lanci) per la condotta lato monte (sinistra) e lato mare (destra)

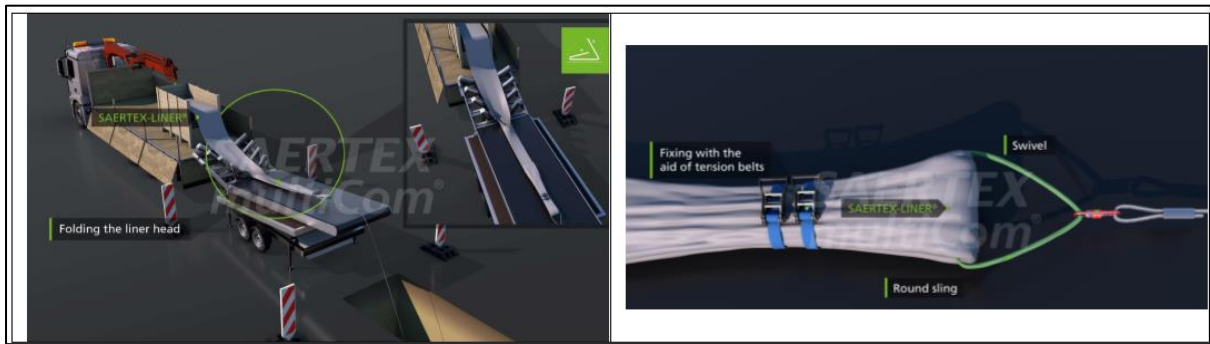
In corrispondenza di ciascuna “buca di lancio” la continuità della condotta è stata ripristinata predisponendo tronchetti a misura in acciaio a spessore maggiorato e verniciati, flangiati testa a testa e collegati alle estremità dei singoli tratti adiacenti risanati. Questa porzione di tubazione è necessaria per garantire la perfetta adesione della porzione terminale del liner e su questa il giunto di guarnizione a tenuta tipo AMEX: tale precauzione è fondamentale per prevenire la formazione di punti critici che potrebbero manifestarsi mettendo in tensione il giunto AMEX sulla vecchia condotta e consentire altresì la migliore connessione grazie all’estremità flangiata.



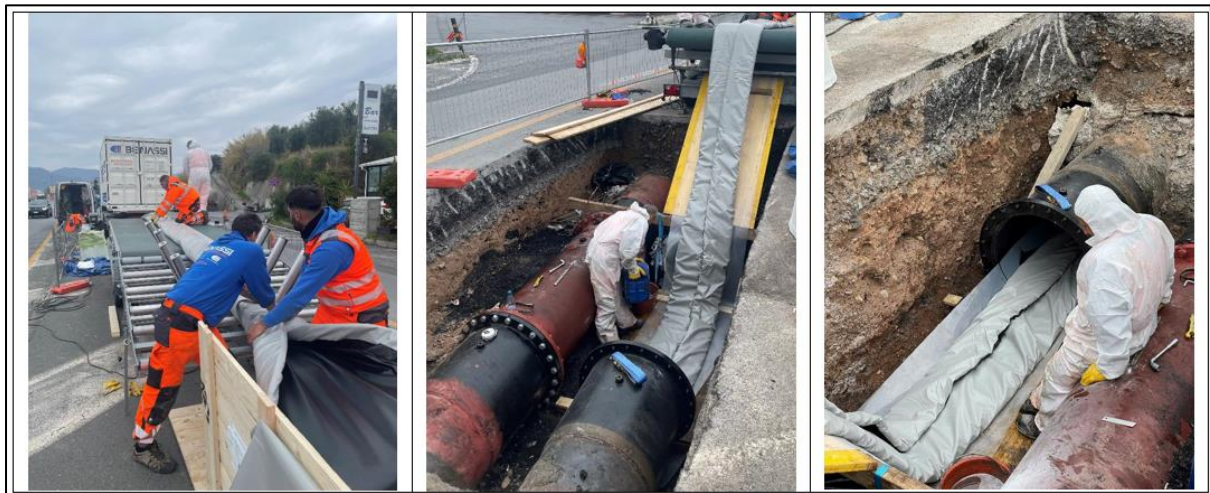
**Foto 10** – Saldatura tronchetto in acciaio all’estremità del tratto da risanare

L’inserimento del liner è stato eseguito non appena ciascun tratto da risanare è stato predisposto con i tratti terminali dotati dei tronchetti flangiati: il liner arriva in cantiere su autoarticolato, stoccato in un cassone e pronto per essere inserito mediante l’ausilio di “conveyor belt” ossia un nastro trasportatore dotato di sistema di piegatura del liner allestito su rimorchio) per accompagnare correttamente il liner all’interno della condotta. Il traino del liner all’interno della condotta da riabilitare avviene mediante un argano idraulico.

**Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**



**Foto 11 – Arrivo del liner su automezzo (sinistra) e particolare estremità predisposta per il traino (destra)**



**Foto 12 – Inserimento Liner – Situazione lato scavo inserimento**

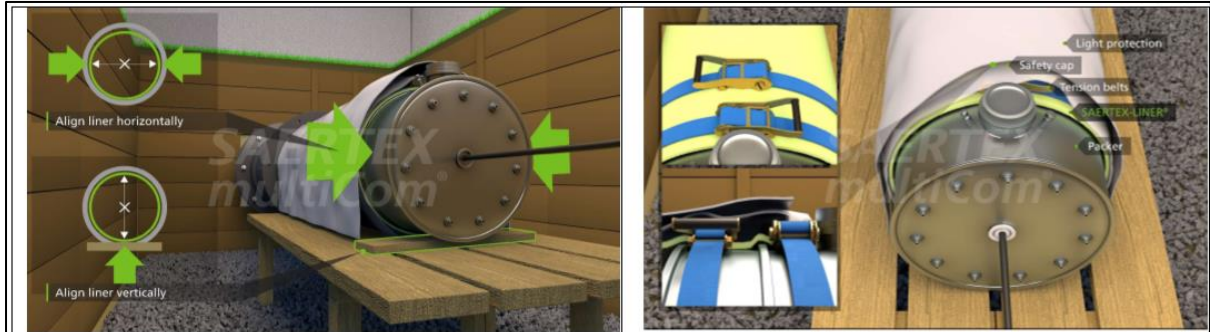


**Foto 13 – Inserimento Liner – Situazione lato scavo trainoD**



**Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**

Ultimato l’inserimento, sono stati installati, sui due lati del liner, i “packer” cui è affidata la tenuta per gonfiaggio della guaina con aria compressa in modo che vada ad aderire alla tubazione ospite.



**Foto 14** – Installazione dei packer necessari al gonfiaggio del liner in aderenza alla condotta ospite



**Foto 15** – Montaggio dei packer (sinistra), situazione lato inserimento (centro), e lato tiro (destra)

Successivamente si è finalmente potuto procedere alla polimerizzazione del liner mediante treno di lampade UV: la pressione interna, l’aspetto visivo del liner e le temperature di polimerizzazione sono state monitorate con l’attrezzatura a bordo dell’automezzo.

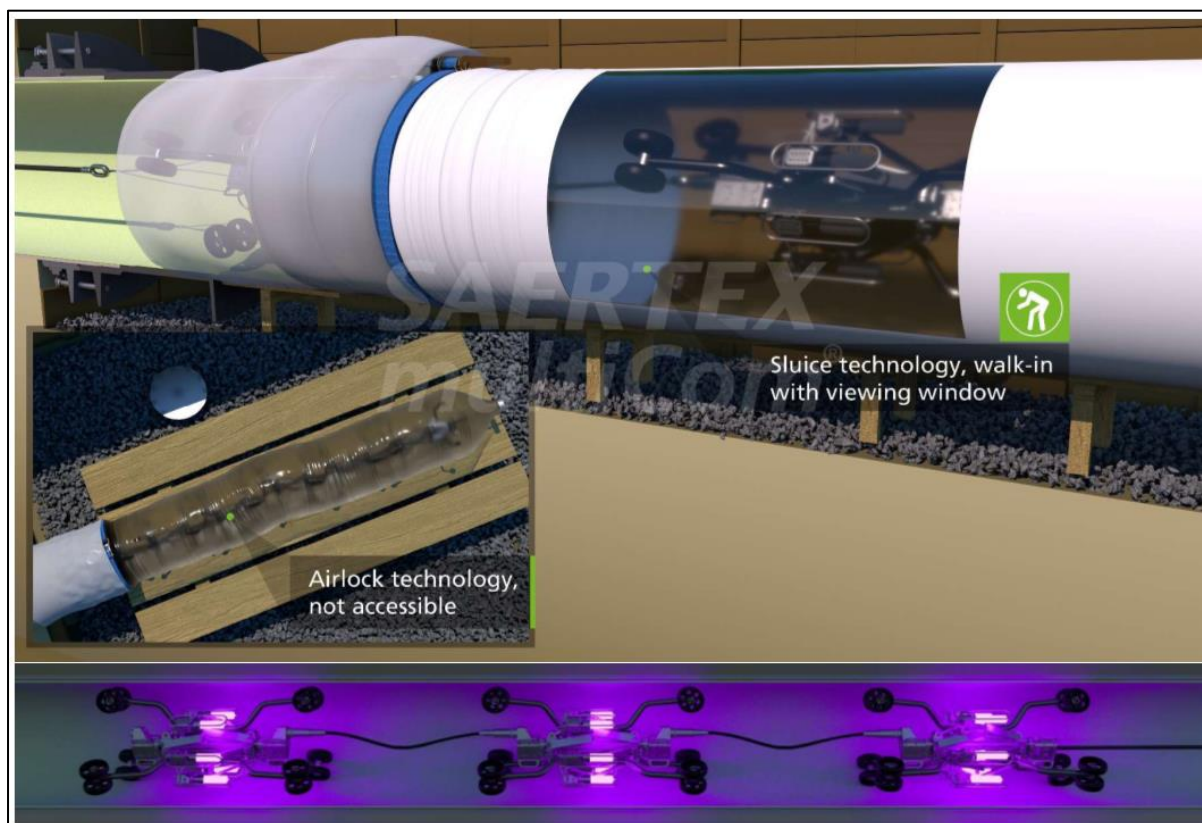


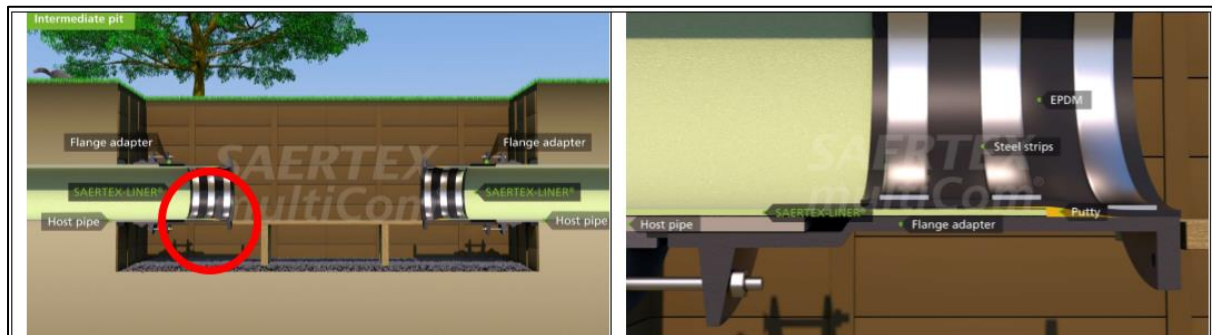
Foto 16 – Polimerizzazione del liner con il treno di lampade

Ultimata la polimerizzazione del tratto (dell'ordine di qualche ora), si è proceduto con il taglio a misura dell'ultima porzione del liner (la cui lunghezza viene sempre tenuta leggermente superiore a quella teoricamente necessaria), dalla quale sono stati prelevati i campioni da sottoporre a prove di laboratorio per resistenza a flessione secondo la norma UNI EN ISO 11296.



Foto 17 – Taglio della porzione terminale del liner e prelievo campioni per prove di laboratorio

Infine, si è proceduto all'installazione del giunto di tenuta AMEX, che con i suoi anelli messi in posizione con apposita attrezzatura, assicura la tenuta idraulica facendo aderire la guarnizione in gomma al liner (fasce interne) ed al tronchetto flangiato (fascia esterna), ed infine alla videoispezione finale.



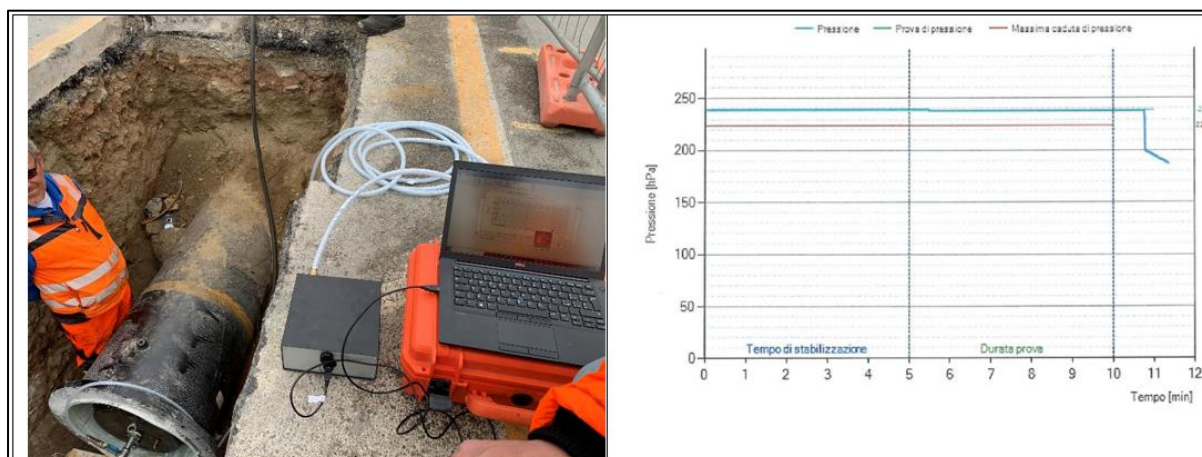
**Foto 18** – Montaggio dei giunti di tenuta AMEX



**Foto 19** – Videoispezione finale (condotta monte 21/02/2022 – condotta mare 21/03/2022)

Il collaudo tecnico funzionale delle condotte risanate è stato eseguito secondo la norma di riferimento per le condotte in pressione UNI EN 1610:2015, utilizzando il metodo «L» ad aria. La procedura prevede una prima fase di “stabilizzazione” (della durata di 5 minuti) durante la quale la condotta viene sottoposta ad una pressione maggiore di circa il 5% rispetto alla pressione di prova richiesta (che dipende dal tipo di prova – LA, LB, LC, LD) per un tempo che dipende dal materiale della condotta e dal suo diametro. La caduta di pressione non deve superare il valore definito, anche in questo caso, dal tipo di prova.

Nel caso in questione è stato adottato il più severo metodo “LD”, con pressione di prova di 200 mbar, massima caduta di pressione di 15 mbar, per un tempo di collaudo di circa 5 minuti.



**Foto 20** – Collaudo tecnico funzionale ad aria secondo UNI EN ISO 1610:2015, metodo “LD”

### Conclusioni

La tecnologia di risanamento delle condotte consortili posate su corso Svizzera eseguita con metodo CIPP e polimerizzazione del liner con raggi UV ha dimostrato la propria validità in termini di efficacia e soprattutto rapidità dell’intervento in relazione al difficile contesto viabilistico.

La consegna dei lavori all’ATI appaltatrice è avvenuta in data 18.11.2021, la prima videoispezione si è svolta il 09.12.2021 (condotta lato monte), e i lavori si sono conclusi il 25.03.2022, consentendo la messa in esercizio di entrambe le condotte consortili il 01.04.2022. Sono state poi necessarie alcune settimane (fino al 31.05.2022) per completare i “lavori di finitura”, tali, comunque, da “non compromettere la funzionalità dell’opera” come previsto dalla normativa vigente. In sintesi, in soli quattro mesi è stato possibile ripristinare la funzionalità delle due condotte.



**Foto 21** – Particolari: testa dell'idropulitrice ad altissima pressione a 2500 bar (sinistra) e anelli di tenuta del...

**Brescia – 28 Marzo 2024 - Seminario: Manutenzione a impatto zero delle reti esistenti: le tecnologie Trenchless: Risanamento con tecnica CIPP di condotte fognarie in pressione a servizio del depuratore di Savona**

giunto AMEX (destra)



**Foto 22** – Particolari: tronchetti flangiati in scavo (sinistra) e all'interno del pozzetto AC (a destra)



**Foto 23** – Particolari: montaggio tronchetto flangiato in uscita dal pozzetto AB (sinistra) e collare di riparazione (destra)



**Foto 24** – Particolari: taglio del liner per montaggio giunto AMEX (sinistra) e controlli sullo spessore della verniciatura del tronchetto flangiato in scavo (destra)



**Foto 25** – Particolari: le due condotte di mandata all'interno del pozzetto AB: l'assenza di spazio all'estradosso a causa della livelletta stradale, ha obbligato a derivare le tubazioni che portano alle apparecchiature di sfiato all'esterno della carreggiata



**Foto 26** – Particolari: cantierizzazione su Corso Svizzera minimale, con disagi minimi alla circolazione dei mezzi, anche pesanti



**Foto 27** – Particolari: è stato possibile il transito della manifestazione ciclistica “Milano-San Remo” con impatti minimi sull’organizzazione della viabilità conseguente al cantiere (in foto il tratto dal pozzetto AB)