

Paper n° 7**ENAS LOTTO 1: INTERVENTI DI RISANAMENTO TUBAZIONI COGHINAS I
RELINING CON TUBI IN PRFV LU BAGNU – CASTELSARDO (SS)**

Ing. Michele Meloni/Responsabile di filiale Sardegna
Rotech Srl

RIASSUNTO

Il presente documento descrive gli interventi previsti all'interno dei lavori di risanamento della condotta Coghinas I in località Lu Bagnu, nel comune di Castelsardo (SS). Gli interventi di relining, ad oggi in corso di collaudo da parte della ATI ROTTECH - OnTechnology, prevedono l'inserimento di tubazioni in PRFV DN 1200 all'interno della condotta esistente DN 1400 in cemento armato, per un tratto complessivo di 2,5 km. L'intervento si annovera tra i più importanti e innovativi della regione Sardegna fin dalle fasi preliminari, nelle quali è stato utilizzato un sistema di rilevamento tramite Scan 3D; si tratta inoltre del primo progetto As-Built BIM sulle condotte ENAS. L'intervento si colloca quindi a pieno titolo tra quelli prediletti dai finanziamenti PNRR, secondo il principio cosiddetto DNSH.

1. INTRODUZIONE**1.1 LA STORIA DELLE CONDOTTE**

Gli acquedotti "Coghinas I e II", alimentati dall'invaso di Casteldoria sul basso Coghinas, sono stati realizzati dalla Cassa per il Mezzogiorno tra la fine degli anni '60 e la prima metà degli anni '80, per l'approvvigionamento degli agglomerati industriali di Porto Torres, Sassari e Alghero, entrambi alimentati tramite le centrali di sollevamento dall'invaso di Casteldoria, a Santa Maria Coghinas.

Lo sviluppo complessivo della condotta è di circa 50 km, con tubi in cemento armato Ø 1.400 mm. Attualmente è in esercizio solo una parte del primo tratto fino a Pedra Maggiore per l'approvvigionamento dell'impianto di potabilizzazione omonimo (con circa 300 l/s).

Il secondo tratto, in esercizio, è attualmente alimentato dal Coghinas II tramite una breve condotta (circa 220 m) di collegamento in ghisa sferoidale Ø 600 mm (realizzata alla fine degli anni '90) con una portata massima transitabile di circa 400 l/s.

1.2 LE PROBLEMATICHE PRINCIPALI E I FREQUENTI DISSERVIZI

Le condotte, realizzate per la gran parte della loro estensione con tubi in CAP, hanno ormai raggiunto, entrambe, un avanzato stato di degrado. Inizialmente si registrava un numero di guasti intorno ai 24/25 annui (circa 2 ogni mese), insorgenti principalmente sull'acquedotto Coghinas I, dei quali 5 comportanti la fermata degli acquedotti e la sospensione dell'erogazione. Negli ultimi anni si è arrivati ad un numero di guasti, comportanti oltretutto sempre più cospicue dispersioni di risorsa, intorno ai 45/50 annui (quasi uno ogni settimana) ed equamente distribuiti fra i due acquedotti, dei quali circa la metà necessitano per l'esecuzione delle riparazioni, l'interruzione dell'approvvigionamento idrico. Normalmente i guasti interessano le giunzioni dei tubi e, a causa della rottura della guarnizione di tenuta, si verifica una fuoriuscita d'acqua che, per le caratteristiche dei terreni di posa (in gran parte sabbiosi), non sempre appare in superficie e quindi prosegue nella sua azione di abrasione della superficie esterna del tubo, provocando la lesione del calcestruzzo, la corrosione dell'armatura in acciaio e anche la rottura dei fili d'acciaio più esterni. Quanto più è alta la pressione (anche 12 bar sul Coghinas II e 4,5

sul Coghinas I) maggiore è la dispersione d'acqua e, conseguentemente, anche la sua azione abrasiva. In aggiunta, sono in stato di degrado avanzato anche i vari manufatti lungolinea, come i pozzetti di scarico e/o sfiato: oltre 150 sul Coghinas I e 220 sul Coghinas II.

1.3 LA CRESCITA URBANISTICA IN CORRISPONDENZA DEL TRACCIATO

Gli acquedotti Coghinas I e Coghinas II sono stati realizzati a suo tempo in ambiti territoriali destinati all'agricoltura, e in ogni caso inedificati. Per rendersi conto dell'evoluzione che il territorio ha subito si può prendere in considerazione l'acquedotto industriale Coghinas I. La progressiva espansione urbana delle aree attraversate dai due acquedotti, ha fatto sì che le due condotte, che nel periodo della loro progettazione costruzione lambivano soltanto alcuni centri abitati, attualmente si ritrovano ormai all'interno di diversi agglomerati urbani, nelle periferie degli abitati di Valledoria (La Muddizza), Castelsardo (Lu Bagnu), Sorso, Sassari e Porto Torres.



Figura 1 e Figura 2 - La crescita urbanistica del territorio - Lu Bagnu 1978 e 2024

La stazione appaltante ENAS, conscia della estrema urgenza dell'intervento, a febbraio 2023 ha appaltato 2 gare di RELINING con sistema di affidamento "Offerta Economicamente Più Vantaggiosa" (1 relativa al Coghinas I del valore di 12 milioni di Euro e 1 per il Coghinas II da 8 milioni di Euro).

L'ATI Rotech – On Technology si è aggiudicata il lotto Coghinas 1.

2. LAVORAZIONI PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Gli interventi previsti riguardano l'esecuzione del relining della condotta esistente "Coghinas I" in cemento armato DN 1400 con inserimento di una nuova condotta DN 1200 in PRFV. L'intervento presso la frazione di Lu Bagnu, nel comune di Castelsardo, consiste nell'esecuzione di due tratti separati, 2A e 2B, della lunghezza rispettiva di 1133 m e di 1407 m, per una lunghezza totale di 2540 m circa (Figura 1). Il relining delle condotte, ad oggi in corso di collaudo (tratto 2A), avviene sia in aree non urbanizzate, ma anche nella vicinanza di edifici privati e pubblici, con scavi effettuati in concomitanza di curve plano-altimetriche del tracciato esistente. Nell'aprile 2023, in fase di PFTE (Progetto di fattibilità tecnico-economica) è stato effettuato un rilievo LIDAR con elicottero, e contemporaneo rilievo dei manufatti a terra, per tutta la lunghezza della condotta.

2.1 IL RILIEVO CON LASER-SCAN 3D E IL PROGETTO COSTRUTTIVO DI ROTECH

Denominazione intervento	Tipologia intervento	Diametro (mm)	Lunghezza (m)
COGHINAS 1			
3BC6.INT2A Intervento a Lu Bagnu	Relining + rifacimento camere lungo linea	DN 1200 in PRFV	1407 m
3BC6.INT2B Intervento a Lu Bagnu	Relining + rifacimento camere lungo linea	DN 1200 in PRFV	1133 m

Figura 3 – Tratti del Contratto applicativo n°3- Relining Castelsardo – Lu Bagnu

Al fine di ridurre la possibilità di imprevisti in corso di esecuzione, la Committenza ha commissionato all'Impresa ROTECH, di effettuare un rilievo con utilizzo di tecnologia LASER SCAN 3D all'interno della condotta per definire puntualmente le variazioni plano-altimetriche presenti.



Figura 4 – Rilievo del tracciato della condotta esistente

Il risultato dello studio ha comportato la determinazione di una situazione completamente differente da quanto previsto nello step progettuale del PFTE, basato su documenti cartacei, con un considerevole aumento di curve (da 11 a 28). Le soluzioni progettuali previste inizialmente sono state quindi ripensate e ristudiate in funzione della “nuova” realtà accertata. Nello schema seguente, per maggior chiarezza, vengono riportate le variazioni plano-altimetriche in cui è presente uno sfiato/scarico esistente e la relativa cameretta in cls (marker giallo) e le variazioni plano-altimetriche del tracciato in cui non ci sono pezzi speciali e non sono presenti camerette o variazioni note al committente (marker blu) e variazioni in cui sono presenti variazioni note (marker rossi).

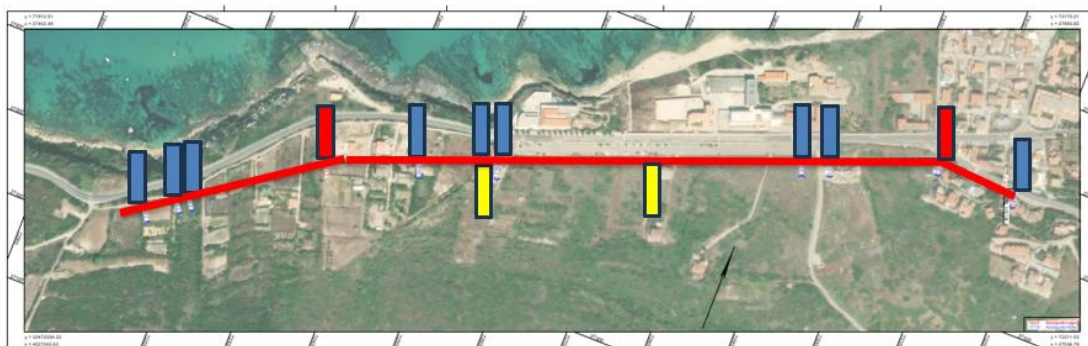


Figura 5 – tratto di intervento 2A- 1407m- Indicazione delle curve note (rosse), delle camerette (giallo), curve non note (blu)

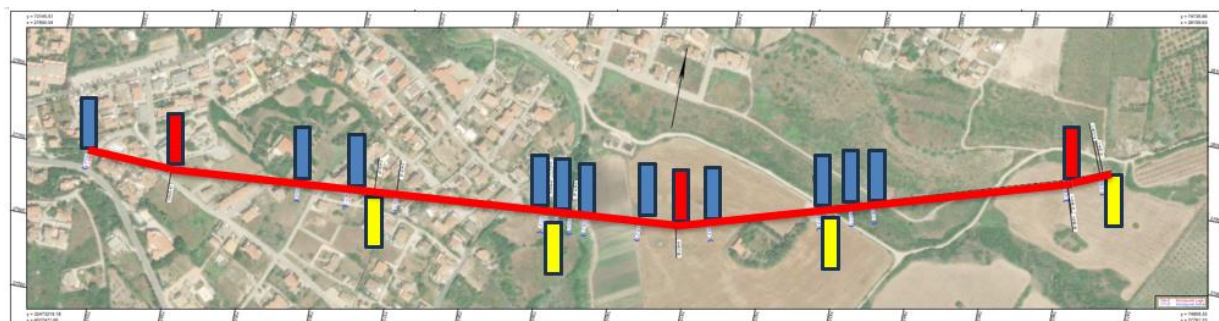


Figura 6 - tratto di intervento 2B – 1133m - Indicazione delle curve note (rosse), delle camerette (giallo), curve non note (blu)

3 LAVORAZIONI PREVISTE PER IL RELINING

L'attività prevede il risanamento di tratti di tubazione DN 1400 con l'immissione di tubazioni in PRFV del tipo Amiblu Flowtite Grey DN 1200, con tecnologia di produzione ad avvolgimento. Queste tubazioni hanno le seguenti caratteristiche:

- PN = 10
- SN = 10.000
- Diametro esterno 1229 mm
- Spessore di parete dei tubi 22,9 mm
- Lunghezze degli elementi standard da 1000 a 6000 mm
- Peso per metro lineare di tubo pari a 191 Kg/ml

L'accoppiamento con gli altri tubi o con i pezzi speciali viene effettuato tramite manicotto. Solo in alcuni specifici casi, invece, il collegamento tra le condotte è stato eseguito tramite laminatura a mano e in corrispondenza delle estremità o di alcuni pezzi speciali tramite flangiatura. I manicotti di giunzione sono tipo Flowtite, dotati di doppia guarnizione.

Lo strato sigillante di rivestimento interno a contatto con l'acqua (liner), chimicamente inerte, è compatibile con il trasporto di liquidi alimentari secondo DM 174 / 2004, assicura la tenuta del tubo e forma una superficie particolarmente liscia e priva di difetti. Il liner è realizzato con resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. Dopo l'installazione in cantiere, viene verificata la tenuta dei singoli manicotti e giunzioni attraverso una prova di tenuta ad aria. Il Relining viene completato con l'iniezione di malte speciali a base cementizia all'interno dell'intercapedine tra PRFV e condotta esistente. Le iniezioni sono eseguite tramite appositi fori lungo la generatrice superiore della linea DN 1400 mm in modo da garantire il totale riempimento dell'intercapedine.

3.1 IL TUBO PRFV DN 1200 PN 10 - FLOWTITE GREY SN 10.000

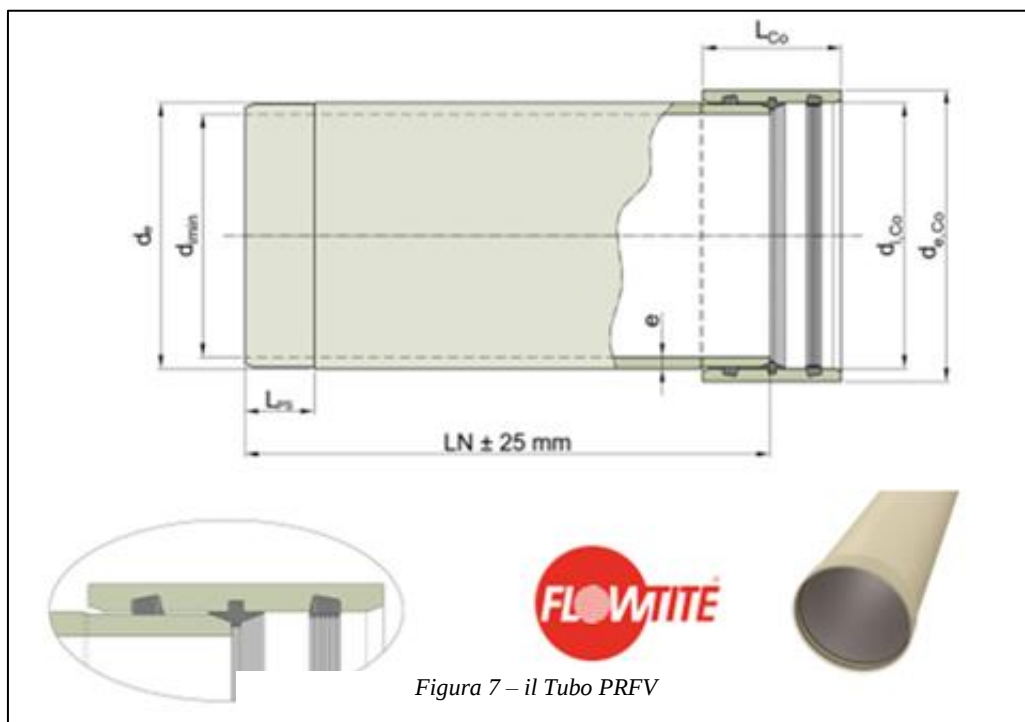


Figura 7 – il Tubo PRFV

4. IL PROGETTO COSTRUTTIVO

Partendo dal progetto Definitivo-Esecutivo realizzato dai progettisti affidatari del servizio, la ROTECH, tramite i suoi tecnici interni dedicati alla commessa, ha realizzato la progettazione costruttiva dell'intero tratto. Tale aspetto risulta fondamentale per l'esecuzione del relining, in quanto consente di definire nel dettaglio la lunghezza di ogni singola tubazione e pezzo speciale e definire in maniera precisa anche tutti i punti di iniezione delle malte.

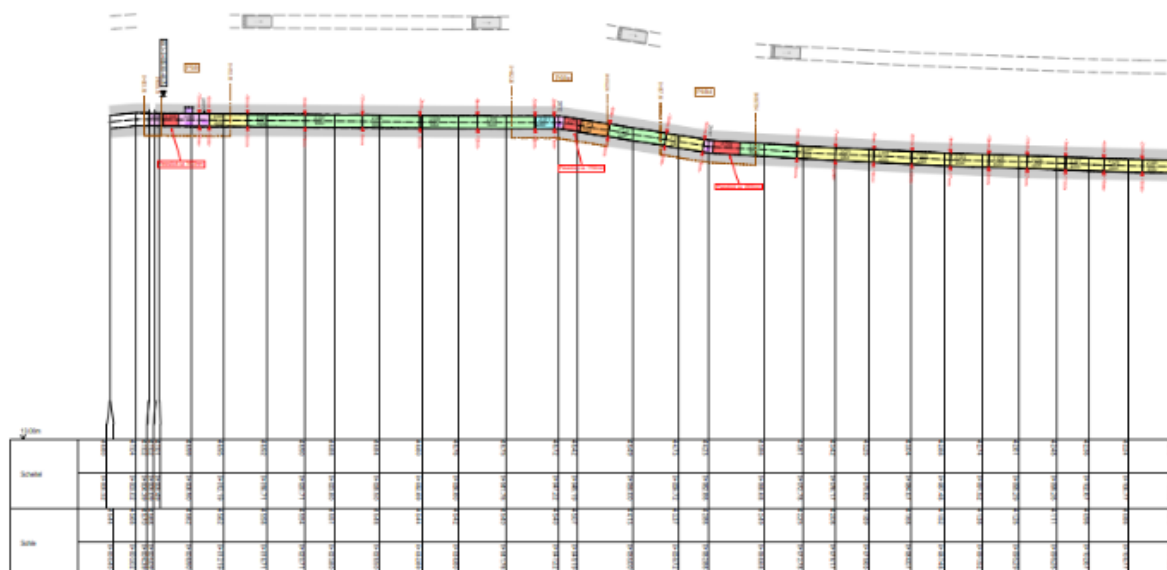


Figura 8 – il profilo della condotta – progetto costruttivo del piano di montaggio delle tubazioni

4.1 IL COLLAUDO DELLE TUBAZIONI PRFV FLOWTITE GREY

Una volta ordinati i tubi, prima della loro consegna in cantiere, l'ATI, insieme alla committente ENAS e la DLL, si è recata presso lo stabilimento AMIBLU in Spagna per la prova di collaudo. Ogni singola tubazione è stata marchiata in maniera univoca, secondo un preciso protocollo di produzione, al fine di collegarla anche alla modellazione finale tramite BIM.



Figura 9 - Arrivo delle tubazioni in cantiere e marchio univoco per tracciamento BIM



Figura 10 – Area di deposito delle tubazioni

5. ESECUZIONE DEI LAVORI

Allo stato attuale del cantiere (settembre 2024) è stato realizzato il tratto 2B di relining di 1133 m ed è in fase di ultimazione anche il tratto 2A. I lavori risultano essere perfettamente in linea con il cronoprogramma del progetto esecutivo, la cui durata prevede 7 mesi per la conclusione di tutto il lotto del Coghinas I. ROTECH ha inoltre realizzato anche la modellazione degli as-built in modalità BIM del tratto di relining ultimato fino alla prima prova di collaudo ad aria.

5.1 CANTIERIZZAZIONE

Ciascun tratto da risanare è caratterizzato da un'area destinata al deposito delle tubazioni in PRFV delle dimensioni di circa 2500 m². La scelta delle aree è stata condotta privilegiando i seguenti aspetti:

- la posizione: si è ricercata un'area baricentrica rispetto all'estensione del tratto di relining;
- l'accessibilità: accesso dei mezzi e degli approvvigionamenti attraverso percorsi agevoli e facilmente fruibili;
- la disponibilità: ove possibile, si è optato per aree di proprietà pubblica.



Figura 11 e 12 -Area di deposito dei tubi PRFV

Ciascuna zona di deposito è caratterizzata da un'area recintata e ad accesso controllato, le aree di stoccaggio dei materiali di risulta e delle attrezzature, di parcheggio e di ricovero mezzi, e da un'area limitrofa, anch'essa opportunamente recintata e ad accesso controllato, dove avviene il deposito delle condotte e delle apparecchiature idrauliche. Per quanto riguarda l'area adibita ai baraccamenti del cantiere e per la fabbricazione dei blocchi Lego, è stata invece individuata una singola area per entrambi i tratti, in corrispondenza del tratto 2B, in prossimità di un parcheggio pubblico.

5.2 SCAVI E OPERE PROVVISORIALI

Gli scavi lungo tutto il tratto di relining (circa 2,5 Km) sono risultati 28. Ogni scavo ha una profondità compresa fra 3m e 5m. Per la realizzazione delle fosse di inserimento, al fine di poter lavorare con lo spazio necessario per inserire le tubazioni in PRFV fino a 6 m di lunghezza, l'ingombro netto necessario è risultato pari a circa 7 m di lunghezza e 4 di larghezza. Considerata tale necessità, di concerto con i progettisti, Rotech ha ideato un sistema di sostegno degli scavi innovativo mediante l'utilizzo di blocchi di calcestruzzo prefabbricati, dotati di un sistema di incastro tipo lego, delle dimensioni di 1,6x0,8x0,8 m per un volume di 1 m³ cadauno. Per il sostegno di tutti gli scavi del tratto 2A e 2B, sono stati realizzati circa 1100 blocchi, 40 per ogni singolo scavo.

MODULI COMPONENTI IN CLS TIPO "LEGOBLOCK"
DIMENSIONI 160X80X80



Figura 13 - Legoblock

6. DETTAGLIO DELLA TECNOLOGIA PRFV E DELLE LAVORAZIONI

La tecnologia di relining in PRFV prevede l'inserimento delle singole tubazioni DN 1200 con l'ausilio di specifiche attrezzature per il trasporto e l'accoppiamento idraulico degli elementi inseriti all'interno della tubazione ospite. Al fine di poter comprendere meglio la specificità della tecnologia è opportuno considerare la sequenza completa delle fasi di lavoro: propedeutiche, principali e di completamento.

6.1 LAVORAZIONI PROPEDEUTICHE ALL'INSTALLAZIONE DEI TUBI:

- rilievo approfondito interno tramite laser Scan 3D, per tutta la lunghezza della condotta esistente;
- progettazione costruttiva di ciascuno degli elementi PRFV, verifica statica e studio del piano di montaggio;
- produzione dei tubi e dei pezzi speciali secondo la scannerizzazione 3D e la calibrazione della condotta per evitare situazioni tecniche non compatibili;
- controllo di qualità delle tubazioni sia allo stoccaggio e prima di ogni singolo inserimento;
- esecuzione delle fosse di inserimento;
- messa in sicurezza delle fosse tramite il sistema Lego-Block;
- pulizia a mano e idropulizia della condotta DN 1400;
- verifica fisica diretta della geometria della condotta con dima leggera in legno,
- videoispezione preliminare della condotta



Figura 14 – Realizzazione di una camera di inserimento tramite Legoblock

6.2 LAVORAZIONI PRINCIPALI RELATIVE AL RELINING CON TUBAZIONI PRFV:

- traslazione e posizionamento dei tubi e dei pezzi speciali;
- accoppiamento degli elementi tramite accoppiatore idraulico;
- collaudo preliminare ad aria dei manicotti di giunzione e produzione dei report di collaudo;
- assetto finale delle tubazioni tramite i distanziatori;

6.3 AL COMPLETAMENTO DEL RELINING PRFV:

- tamponamenti delle testate e predisposizione degli sfiati;
- progettazione del piano di iniezione e studio della miscela della malta;
- getto dell'intercapedine, con le malte specifiche di riempimento;
- montaggio dei pezzi speciali in PRFV e pezzi in acciaio;
- realizzazione dei blocchi di ancoraggio della condotta;
- rimozione dei Lego-Block;
- riempimenti degli scavi lungo linea;
- prove finali di collaudo della tenuta idraulica (9 bar di pressione)

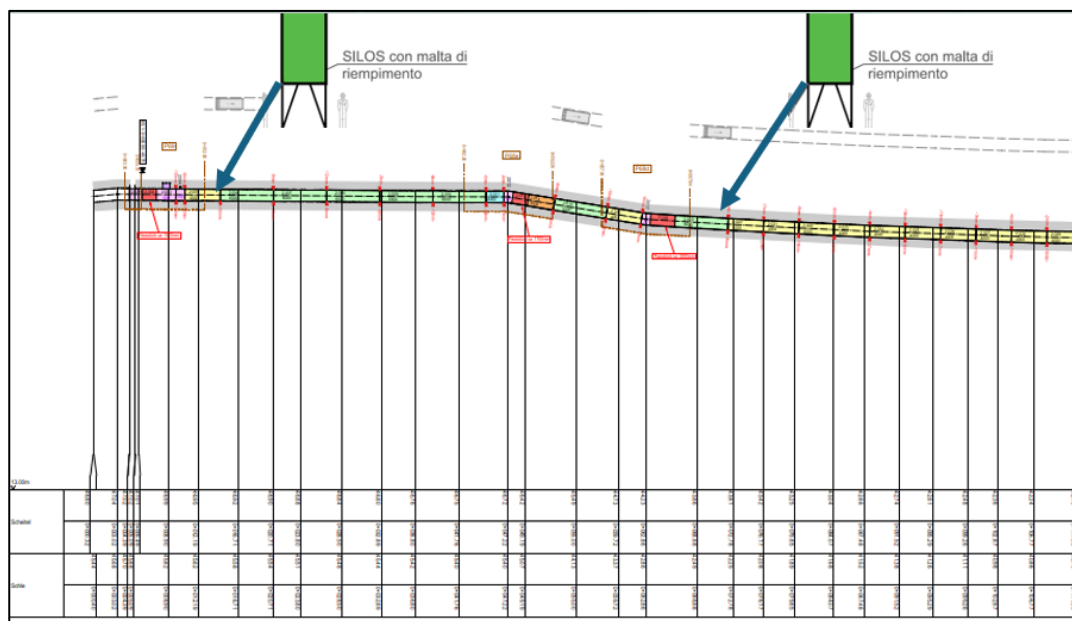


Figura 15 – Posizionamento Sili con malta

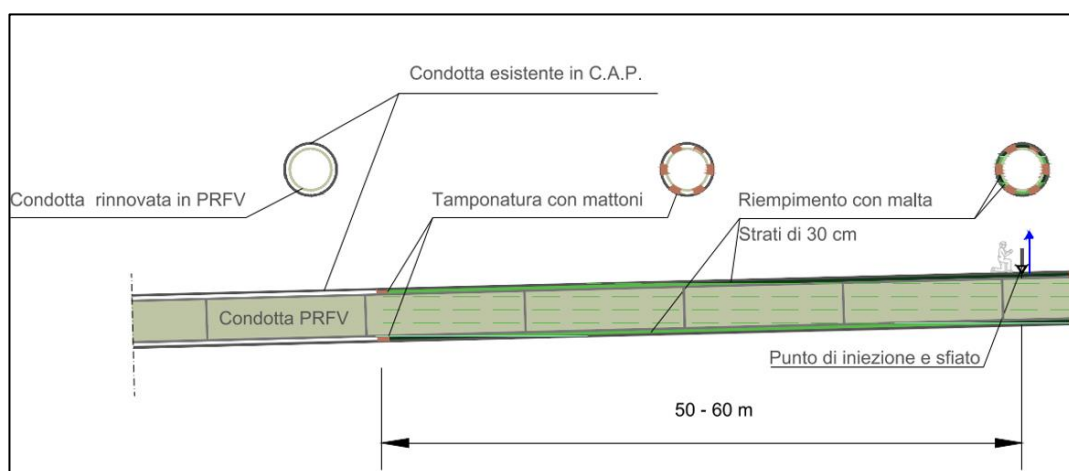


Figura 16 – Realizzazione del riempimento dell'intercapedine a strati

7. LA MODELLAZIONE BIM

L'importanza dell'opera ha determinato l'applicazione della modellazione BIM (Building Information Modeling) sia in fase di progettazione che di esecuzione. Tale aspetto è stato affrontato da Rotech realizzando la modellazione delle singole tubazioni e dei pezzi speciali e assemblandole all'interno del modello BIM secondo il progetto di montaggio effettivamente realizzato in cantiere. La modellazione è stata poi sottoposta ad una prima approvazione da parte della DL e successivamente ai tecnici esperti BIM della stazione appaltante di ENAS, secondo il PGI Piano di Gestione Informativa. Una volta terminato, ENAS avrà quindi a sua disposizione tutte le informazioni riguardanti la nuova tubazione e di ogni singolo elemento in PRFV, oltre alla sua geometria, anche tutta la sua storia nel cantiere: produzione, installazione e dati relativi al suo collaudo.

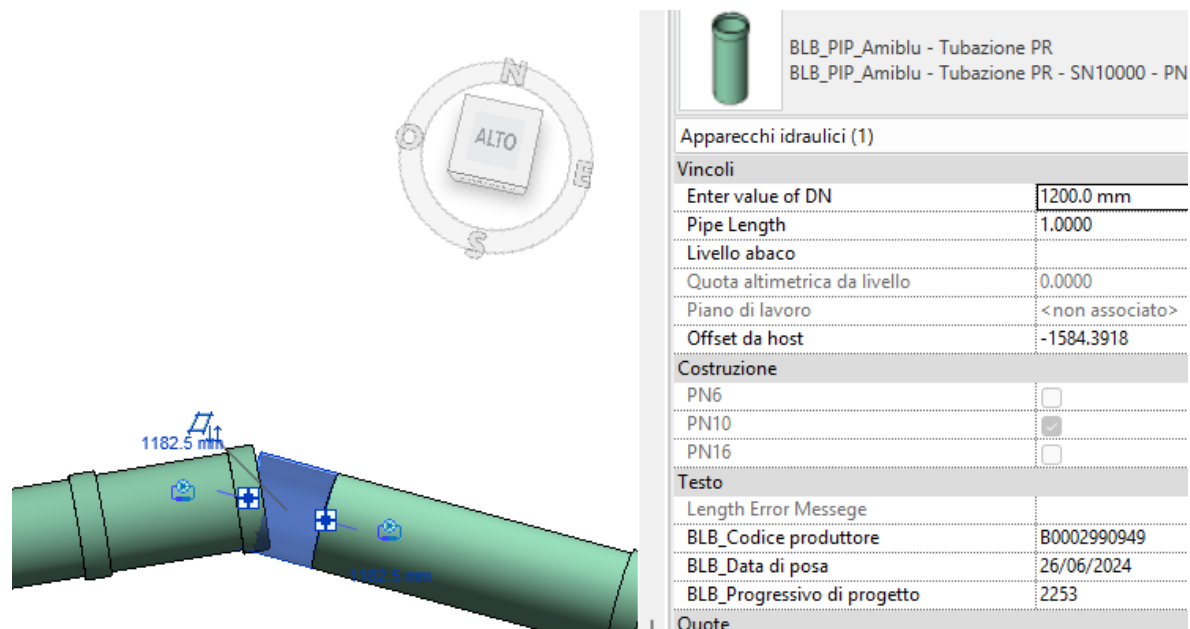


Figura 17 – Modellazione BIM del rinnovamento PRFV

8. CONCLUSIONI

Essere Leader tecnologici significa rimanere sempre aggiornati, sia dal punto di vista delle lavorazioni, sia da quello del processo di progettazione.

Questo intervento è un'opera di risanamento di grande importanza per la Regione Sardegna, che ha deciso di optare per l'utilizzo di una tecnologia a basso impatto ambientale, nonché il primo progetto realizzato tramite modellazione BIM del committente ENAS. una tecnologia all'avanguardia, nonché il primo progetto di As-Built BIM relativo alle condotte di ENAS.