

Paper n° 10**RELINING TRA I TRULLI: LA SOLUZIONE SOSTENIBILE ALLA RIMOZIONE DELLA CONDOTTA ESISTENTE IN CEMENTO AMIANTO**

Ing. Sabatino Riccio

Rotech S.r.l./ Filiale di Bari

1. INTRODUZIONE

Il progetto consiste nella riabilitazione della condotta di adduzione che collega il serbatoio di Ceglie Messapica con quello di Ostuni per un tracciato di circa 11 km, Dn 300 in MCA.

L'intervento prevede la realizzazione della riabilitazione dall'interno dell'intera condotta (Slip-lining) tramite inserimento per trazione meccanica nella rete esistente della nuova tubazione in PE 100-RC saldata per elettrofusione, di classe A (UNI EN ISO 11295:2022) totalmente strutturale e completamente indipendente dalla condotta esistente.

Il progetto interessa un'infrastruttura esistente ed in servizio: questo comporta inevitabilmente un grado di interferenza non trascurabile con il normale esercizio della rete risolto tramite l'installazione per tutta la durata dei lavori di by pass in PE De 63.

L'uso della tecnologia Slip-lining permette una serie di vantaggi: accesso agevole alle proprietà private con riduzione dei tempi per l'iter autorizzativo non essendo previsti scavi; identificazione allacci e intersezioni abusive e pertanto recupero delle perdite "contabili"; risoluzione della complicata gestione del materiale di cui è composto il tubo ospite (MCA). Se eseguito con tecniche Open-Cut, il cantiere avrebbe avuto un enorme impatto ambientale con disagio prolungato per la popolazione e per tutte le attività turistiche e commerciali del territorio circostante.

Grazie alla tecnologia di Slip-lining raggiungiamo i maggiori vantaggi in termini ambientali: le vecchie condotte o i loro materiali costituenti rimangono "in situ" senza essere rimosse e senza la necessità di essere conferite in discarica con evidente vantaggio in termini di gestione dei rifiuti e sicurezza sul lavoro.

Inoltre, l'utilizzo di questa tecnologia ha permesso di risanare un tratto di acquedotto di circa 11 km, limitando al massimo il numero di scavi, con una riduzione delle emissioni di CO2 stimata di circa l'85% ed un risparmio evidente in termini di costi e compressione dei tempi di esecuzione per l'intera tratta in soli 13 mesi.

2. QUADRO GENERALE

Le alte temperature e la scarsità di piogge riducono la disponibilità di risorse idriche, inoltre nelle reti idriche italiane si perde ancora il 42,4% dell'acqua potabile: lo sottolinea l'Istat sulla base dei dati del 2022 spiegando che nello stesso anno l'acqua dispersa nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile soddisferebbe le esigenze idriche di 43,4 milioni di persone per un intero anno (il 75% della popolazione italiana). Il dato sulla dispersione è peggiore di quello del 2020 (42,2%). Le reti comunali di distribuzione erogano ogni giorno, per gli usi autorizzati, 214 litri di acqua potabile per abitante (36 litri in meno del 1999). Nel 2023 è al 28,8% la quota delle famiglie che non si fidano a bere acqua di rubinetto (stabile rispetto al 2022).

Sebbene le perdite abbiano un andamento molto variabile, le differenze territoriali e infrastrutturali ripropongono dunque il consolidato "gradiente" Nord-Sud, con le situazioni più critiche nelle aree del Centro e Mezzogiorno, ricadenti nei distretti idrografici della fascia appenninica e insulare.

Nonostante negli ultimi anni molti gestori del servizio idrico abbiano avviato iniziative per garantire una maggiore capacità di misurazione dei consumi e il contenimento delle perdite di rete, la quantità di acqua dispersa in distribuzione continua a rappresentare un volume considerevole, quantificabile in 157 litri al giorno per abitante. Le perdite totali di rete sono da attribuire a: fattori fisiologici, presenti in tutte le infrastrutture idriche in quanto non esiste un sistema a perdite zero; rotture nelle condotte e vetustà degli impianti, prevalente soprattutto in alcune aree

del territorio; fattori amministrativi, dovuti a errori di misura dei contatori e usi non autorizzati (allacci abusivi). (*Il Sole 24 Ore* https://www.ilsole24ore.com/art/istat-reti-idriche-perdono-424percento-dell-acqua-potabile-AFzxt89C?refresh_ce=1)

Il comune problema delle perdite idriche in acquedotto interessa in generale tutte le adduttrici e distributrici principali realizzate negli anni 30 e 40 e in particolare anche l'adduttrice oggetto di intervento Dn 300 da Ceglie Messapica a Ostuni. Le perdite fisiche, stando a studi specialistici eseguiti in ambito mediterraneo, sono dovute a intrusioni di apparati radicali (Figura 1) potenti presenti in prossimità della condotta.

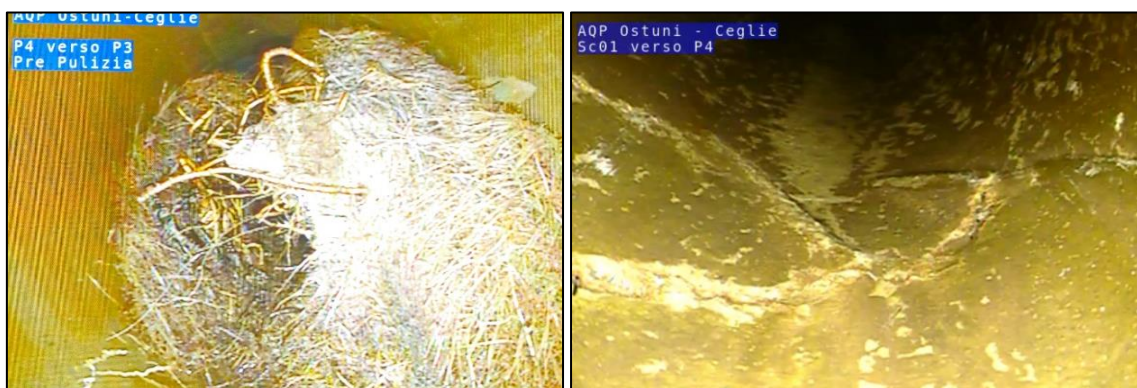


Figura 1 Apparato radicale

Questo fenomeno può portare a una serie di problematiche come:

- Infiltrazioni e danni ai giunti (Figura 2): le radici delle piante possono penetrare nei giunti della condotta, con il tempo causando la rottura o l'allentamento dei collegamenti. Questo porta non solo a perdite d'acqua, ma anche a infiltrazioni di terra e umidità, che peggiorano ulteriormente la situazione.
- Ostruzione del flusso idrico: le radici, entrando nella condotta, bloccano il passaggio dell'acqua, riducendo la portata e compromettendo il normale flusso idrico. In alcuni casi, il blocco potrebbe essere talmente grave da interrompere completamente il flusso.
- Rischio di danni alle strutture: se il problema non viene affrontato tempestivamente, le radici potrebbero causare danni strutturali alle condotte stesse, aumentando i costi di riparazione e manutenzione.

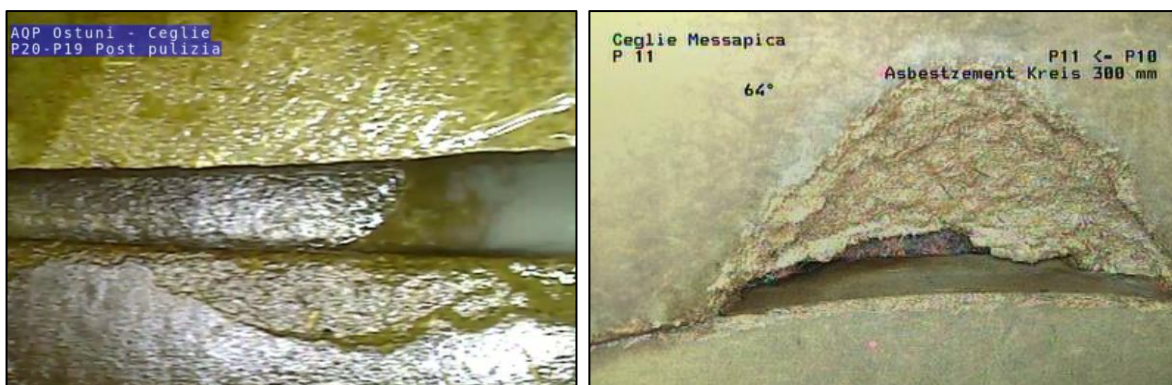


Figura 2 Disassamento giunti

3. ATTIVITA' PROPEDEUTICHE: DALLA VIDEOISPEZIONE ALLA SCELTA DELLA TECNOLOGIA NODIG

È stato eseguito un rilievo topografico con strumentazione GPS. Il rilievo piano - altimetrico è stato eseguito mediante l'utilizzo di un GPS topografico del tipo GPS Leica Viva GNSS GS12 che garantisce un'acquisizione veloce della posizione, una precisione della misura centimetrica (soglia massima d'errore posta pari a 5 centimetri).

Lo strumento è provvisto di una funzione Import/Export DXF grazie alla quale i dati rilevati in campo possono essere direttamente trasferiti in ambiente cad. e qui sovrapposti alla carta tecnica regionale correttamente georeferenziati.

In particolare, si è scelto di eseguire nelle aree di intervento esclusivamente indagini geofisiche di tipo indiretto. Tale scelta è motivata dai seguenti fattori:

- l'intervento in progetto prevede il risanamento di una condotta idrica adduttrice utilizzando la metodologia "Inserimento con condotta in PE" con tecnologia No Dig; gli scavi, pertanto, sono ridotti al minimo, dovendo essere realizzati solamente dei pozzetti di accesso alla condotta per l'inserimento del rivestimento;
- l'intervento non prevede la realizzazione di opere strutturali fuori terra provviste di fondazioni;
- il contesto geologico dell'area in studio permette di riconoscere un'unica litologia estesa su tutta l'area d'intervento.

La sub diramazione oggetto di intervento (Figura 4), è la condotta che origina dal serbatoio vecchio di Ceglie, ed alimenta il serbatoio vecchio di Ostuni, realizzata negli anni 20 – 30, con tecniche e materiali innovativi per l'epoca, ma soffre di vetustà e di diverse ostruzioni di apparati radicali lungo tutto il percorso.

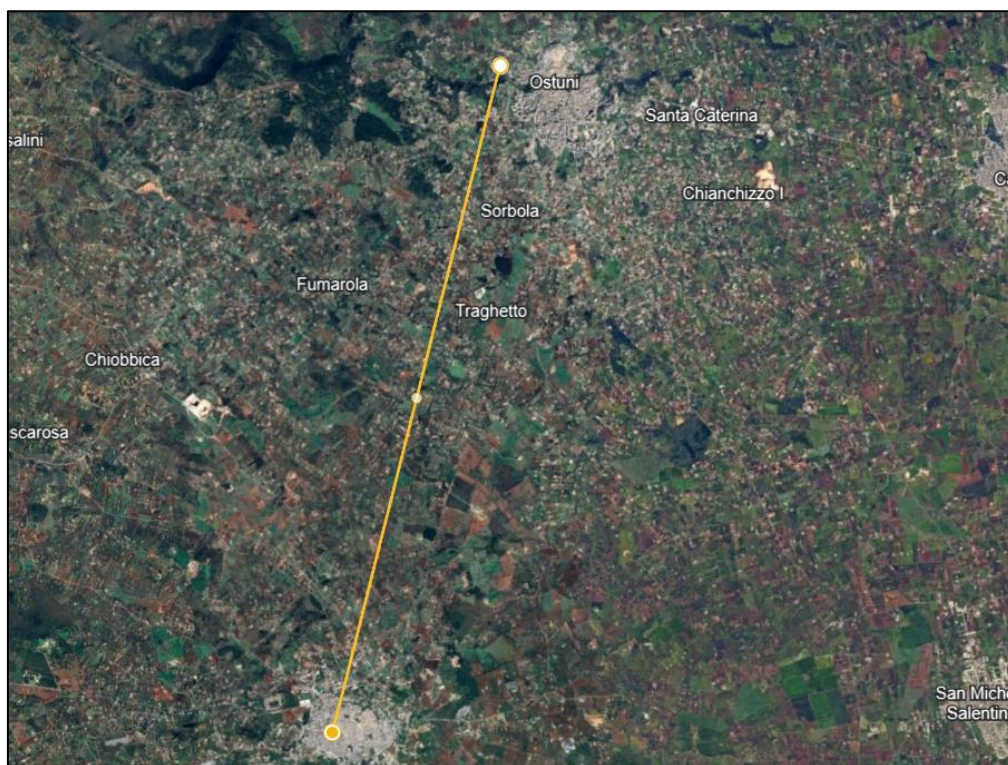


Figure 3 Condotta oggetto di intervento

L'impiego della condotta Ceglie – Ostuni, è di fondamentale importanza per l'approvvigionamento idropotabile dell'abitato di Ostuni, il quale, in particolare durante il periodo estivo, incrementa la sua popolazione in città e lungo le marine.

L'ente gestore della rete ha verificato nel tempo la differenza tra portata in entrata e portata in arrivo al serbatoio di Ostuni, fatto che non permette il corretto approvvigionamento idrico del serbatoio di Ostuni. Quindi al fine di ripristinare la portata in arrivo al serbatoio di Ostuni pari a 35 l/s, sono state prese in considerazione diverse ipotesi, tra cui quella di intervenire con il metodo classico di "nuova posa", tale soluzione fin da subito ha evidenziato le sue complessità relative alla gestione delle aree in prossimità della condotta, che sarebbero state oggetto di esproprio per poter eseguire i lavori.

Per le ragioni sopra descritte, dopo una dettagliata analisi costi-benefici, per il ripristino della condotta sono state prese in considerazione altre ipotesi che prevedono l'utilizzo delle tecnologie No Dig. Nello specifico, si è deciso di intervenire mediante l'utilizzo della tecnologia che prevede la realizzazione della ricostruzione dall'interno dell'intera condotta, attraverso la tecnica innovativa denominata "Inserimento con condotta in PE", la quale permette

di superare una serie di ostacoli quali: accesso agevole alle proprietà private/confinanti, identificazione allacci e intersezioni abusive e pertanto recupero delle perdite “contabili”, restituzione accurata dei dati, eliminazione degli espropri temporanei e definitivi, connessi alla realizzazione dell'affiancamento, e non ultima, garanzia nel tempo delle prestazioni di progetto.

4. LA TECNOLOGIA SLIP LINING SU CONDOTTE IN CEMENTO AMIANTO: LE VARIE FASI LAVORATIVE E IL RISPARMIO IN TERMINI AMBIENTALI

Il risanamento tramite tecnologia Slip Lining è un sistema complesso poiché realizzato in un tempo ridotto rispetto a uno scavo tradizionale eseguito in trincea per la posa di una nuova condotta di fianco a quella esistente. Ma a differenza dell'affiancamento, la tecnologia dello Slip Lining non richiede la proprietà del nastro di esproprio a margine della condotta, perché tutti gli scavi puntuali per poter inserire il tubo in PE sono realizzati in corrispondenza dei pozzetti già esistenti. Infatti, la metodologia di inserimento con condotta, consente il recupero funzionale delle condotte e di ridurre notevolmente gli oneri di scavo, non essendo più necessario realizzare una trincea per la posa del tubo ma semplicemente ricostituendo dall'interno la superficie della condotta inserito nella condotta dalle aperture esistenti senza la necessità di interruzioni stradali.

Nel dettaglio la tecnologia Slip Lining in oggetto prevede l'inserimento all'interno della condotta esistente una nuova tubazione, D225 mm, attraverso un argano che tira dallo scavo opposto e saldarla direttamente in cantiere in conformità con la norma DVS 2207-1, senza ulteriori lavorazioni. La saldatura avviene in modo omogeneo sulla parete del tubo.

Il controllo della qualità della saldatura si effettua sui due bulbi che si formano esternamente al tubo: si verifica visivamente che i bulbi rimossi non siano separabili ovvero rimangano un pezzo unico (Figura 5). Questo dimostra che la fusione del materiale è andata oltre il diametro esterno dei tubi in PE saldati. Ogni saldatura è identificata da un numero e da un protocollo. Il personale addetto alla saldatura è qualificato secondo norma UNI 9737. La macchina blocca il processo di saldatura qualora non venisse rispettato qualche valore nominale. Tutti i report vengono inviati al produttore del tubo in modo da eseguire un'ulteriore verifica. Il tubo viene saldato e posizionato su dei rulli, e andando avanti con il processo di saldatura la stringa saldata esce fuori e posizionata in prossimità del punto di inserimento.



Figura 5 Fase saldatura

Il PE 100-RC offre una maggiore resistenza alle fessurazioni da stress ed è in grado di resistere ai possibili effetti di: carico a lungo termine, fessurazione del vecchio tubo, rinterri irregolari e carichi puntuali. Il tubo previsto è di classe A, totalmente strutturale ovvero completamente indipendente dalla condotta esistente, e garantisce un ciclo di vita di 100 anni.

Il progetto interessa un'infrastruttura esistente ed in esercizio, questo comporta inevitabilmente un grado di interferenza non trascurabile con il normale esercizio della rete soprattutto perché in corrispondenza dei tratti abitati risultano presenti diversi allacci sulla condotta oggetto di risanamento. Per risolvere tale interferenza e minimizzare eventuali disagi all'utenza si prevede l'utilizzo di by pass temporanei che consentono di garantire la continuità del servizio. Il by-pass viene realizzato mediante l'installazione di una condotta in PEAD di diametro da posizionare a lungo la fascia di intervento ovvero lungo le singole tratte di intervento.

In considerazione dell'andamento altimetrico del tracciato della condotta, si prevede di dotare la condotta di by pass principale di apparecchiature di sfiato e di scarico opportunamente posizionate. Inoltre, per non danneggiare la tubazione esistente e per minimizzare i disservizi durante l'esecuzione delle opere.

La maggiore interferenza con il traffico veicolare è rappresentata dalla posa dei collegamenti dei provvisori (by-Pass), in quanto il loro tracciato interseca la sede stradale, gli ingressi alle proprietà, ecc. Pertanto, per ovviare a tale problema, con particolare riferimento alla posa in corrispondenza di una strada provinciale, sono stati realizzati dei "portali" stradali, sì da scongiurare l'interferenza con la viabilità con adeguate altezze. Tali ponti tubo (Figura 6) opportunamente dimensionati, sono costituiti da una struttura formata da plinti di fondazione in cemento armato, dove vengono inseriti i pilastri per appoggiare il tubo, il tutto secondo apposito dimensionamento statico.



Figura 6 Ponte tubo

Dopo aver individuato i punti di inserimento del tubo in PE in corrispondenza dei pozzetti esistenti, si procede allo scavo di sezione limitata. Allo scopo di preservare l'integrità della condotta durante le operazioni di scavo, in fase di esecuzione si è previsto l'utilizzo dei lego block (Figura 7). Sono dei blocchi in cls di dimensioni 80x80x160 cm per un peso di 2400 kg cad, questi sono ancorati grazie ai chiodi sulla parte superiore e alle nicchie sulla parte inferiore. Questa soluzione flessibile; è ottima durante la fase operativa in quanto permette di personalizzare qualsiasi costruzione e mettere in sicurezza gli operatori nello scavo.



Figura 7 Sistema Lego Block

In seguito, si procede all'esecuzione del taglio della condotta (Figura 8) esistente per una lunghezza che varia in funzione alla profondità dello scavo in modo da poter inserire il tubo in PE. Trattandosi di una condotta con matrice MCA tutte le operazioni vengono svolte secondo procedure condivise con le autorità competenti previa condivisione del piano di lavoro.



Figura 8 Taglio condotta

Successivamente viene eseguita la pulizia meccanica con delle spazzole e dei dischi in gomma in modo da rimuovere tutte le sporgenze presenti in condotta al fine di evitare possibili danneggiamenti durante l'inserimento del tubo in PE; quindi si può procedere all'ispezione televisiva computerizzata della condotta.

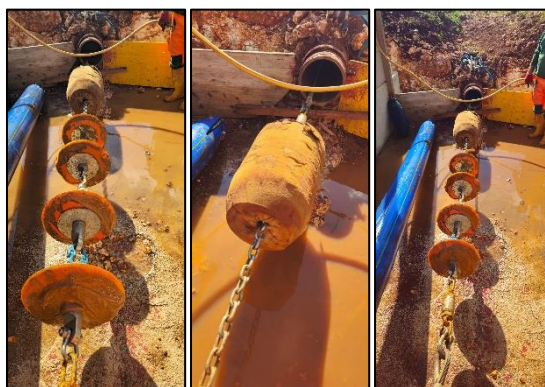


Figura 9 Pulizia meccanica

Viene eseguita nel tratto da risanare per individuare e mappare gli eventuali inconvenienti, mediante telecamera montata su carrello mobile filoguidato per la lunghezza di 1000 mt collegato ad una stazione per l'elaborazione dei dati acquisiti e registrazione degli stessi su apposito formato digitalizzato. L'ispezione televisiva individua numero, dimensioni e dislocazione degli allacciamenti nel tratto oggetto dei successivi interventi, alla fine si fornisce il report con allegata la relazione tecnica.

Terminata la fase di pulizia meccanica e video ispezione, si procede alla calibratura della condotta con un tubo in PE (calibro) che ha le stesse caratteristiche tecniche al tubo da inserire (Figura 10). Quest'operazione permette di individuare eventuali ovalizzazioni accentuate, e cambi di direzione che potrebbero compromettere il passaggio del tubo in PE utilizzato per il risanamento. Inoltre all'uscita del calibro, l'operatore esegue un controllo visivo in modo da verificare che non vi siano tagli o graffi particolari, perché questo potrebbe essere indice di eventuali sporgenze nella condotta esistente che devono essere rimosse prima dell'inserimento del tubo in PE.



Figura 10 Controllo visivo calibro

Alla fine si procede all'inserimento (Figure 11A e 11B) della tubazione precedentemente saldata da uno scavo all'altro per una lunghezza di circa 1000 mt da un punto all'altro, trainata da un argano digitale in modo da monitorare costantemente le forze di tiro indicate dal produttore.



Figura 11A Vista dall'alto di un inserimento tubo in PE



Figura 11B Inserimento tubo PE

Per quanto riguarda gli allacciamenti, al termine delle operazioni di risanamento della condotta principale, si provvede ad eseguire la nuova derivazione di utenza con derivazione bloccata in elettrofusione (Figura 12) avente all'estremità una flangia sulla quale verrà poi montata l'asta di manovra alloggiata nel pozzetto.



Figura 12 Collegamento derivazione utenze

Lungo le condotte oggetto di intervento è previsto il rifacimento dei manufatti di scarico o di sfiato negli stessi punti in cui sono attualmente presenti (Figura 13). Infine la prova di tenuta idraulica viene eseguita secondo la normativa UNI EN 805:2022 per tubi flessibili prevedendo prove parziali, che garantiscono un maggior controllo sulla tenuta idraulica dei singoli tratti e dei giunti.

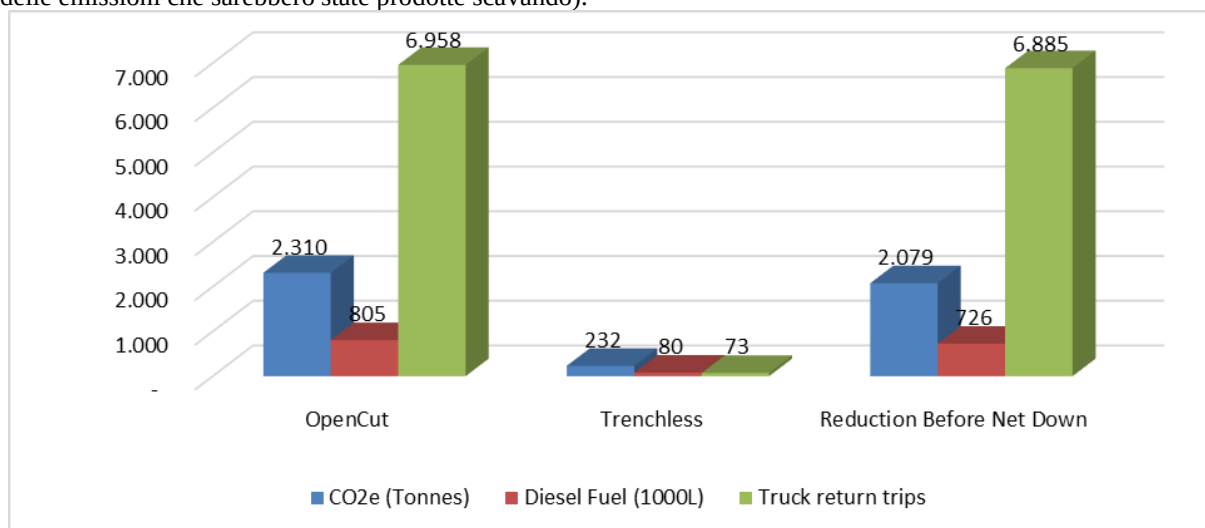


Figura 13 Collegamento organi di manovra

5. CONCLUSIONI

Se eseguito con tecniche tradizionali o Open-Cut (scavo lungo tutto il tracciato e sostituzione della condotta ammalorata con ex novo), il cantiere in oggetto avrebbe avuto un enorme impatto ambientale e avrebbe comportato un catastrofico disagio per la popolazione della Valle D'Itria e per tutte le attività turistiche e commerciali.

Mediante il calcolatore fornito dalla North American Society for Trenchless Technology, inserendo come input alcuni parametri di progetto fondamentali (quali diametro nominale, lunghezza, dimensioni degli scavi, etc) è stato possibile stimare le emissioni di CO2 risparmiate mediante l'utilizzo della tecnologia Slip Lining anziché degli scavi a cielo aperto. I risultati del calcolo mostrano che è stato possibile risparmiare circa 2000 tonnellate di CO2 (il 90% delle emissioni che sarebbero state prodotte scavando).



*Calcolatore scaricabile al link <https://nastt-bc.org/carbon-calculator/>

La soluzione tecnica adottata è l'alternativa ideale alla sostituzione del tubo in cemento amianto, in quanto permette di ridurre drasticamente i costi legati alla rimozione della terra di scavo, allo smaltimento del tubo in modo da preservare l'ambiente per le generazioni future.