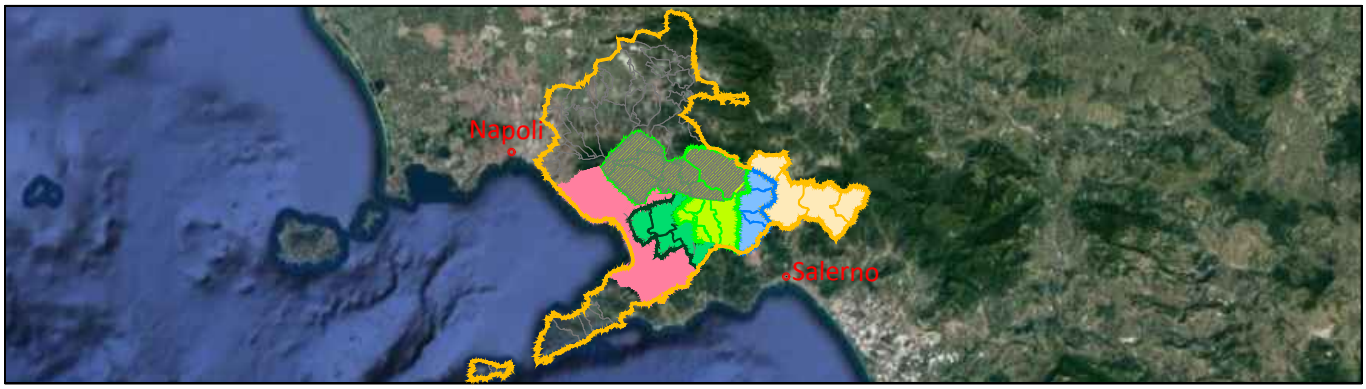
ENTE IDRICO CAMPANO

REGIONE CAMPANIA

GORI

Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Comprensorio Depurativo Medio Sarno sub 2-3

Collettori comprensoriali Medio Sarno SUB 2
Completamento collettori

GORI

UNITA' INVESTIMENTI, INGEGNERIA E SERVIZI

INGEGNERIA
Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

Gruppo di progettazione
geom. Paolo Maria Esposito
arch. Carmela Consoli

INT. 22E5

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:
D3

Scala:
/

Titolo:

Disciplinare tecnico - Tecnologie "no-dig"

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Febbraio 2021			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		ing. Domenico Cesare	ing. Francesco Rodriquez

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Rodriquez

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

PREMESSA **3**

I. PROVENIENZA, QUALITA' E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI **3**

I.1 Norme generali 3

II. NORMATIVA DI RIFERIMENTO **5**

III. ESECUZIONE DI OPERE SENZA SCAVO (NO-DIG) CON LA TECNICA DEL MICROTUNNELLING/ PRESSO TRIVELLA/ PIPE JACKING **8**

III.1 Generalità microtunnelling 8
III.2 Modalità di esecuzione delle opere 9
III.2.1 Pozzi di spinta e di recupero 10
III.2.2 Tubi in c.a. per posa a spinta 11
III.3 Normativa di riferimento 12
III.4 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling 12
III.5 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione 13
III.6 Requisiti del sistema costruttivo "microtunnelling" 13
III.7 Miscela bentonitica di perforazione 15
III.8 Miscela cementizia di intasamento "tubo-terreno" 16
III.9 Generalità pressotrivella 16
III.10 Modalità di esecuzione delle opere 17
III.10.1 Pozzi di spinta 18
III.10.2 Tubi in acciaio per posa a spinta 19
III.11 Normativa di riferimento 19
III.12 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione 19
III.13 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione 20
III.14 Requisiti del sistema di attraversamento con "pressotrivella" 20
III.15 Generalità pipe jacking 21
III.16 Modalità di esecuzione delle opere 22
III.16.1 Pozzi di spinta 23
III.16.2 Tubi in acciaio per posa a spinta 23
III.17 Normativa di riferimento 24
III.18 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling 24
III.19 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione 24
III.20 Requisiti del sistema di attraversamento con "pipe jacking" 25
III.21 Documenti tecnici richiesti all'appaltatore 25
III.21.1 Documentazione tecnica illustrativa 25
III.22 Verifiche sulla compatibilità del sistema costruttivo 27
III.23 Verifiche strutturali e di stabilità 28
III.24 Controlli e accettazione dei lavori per le postazioni 29

III.24.1 Controlli durante la realizzazione 29
III.24.2 Controlli sul microtunnelling in corso di esecuzione dei lavori 29
III.24.3 Controlli sulle postazioni in corso di esecuzione dei lavori 30
III.24.4 Accettazione delle opere a lavori ultimati 30
IV. RISANAMENTO CONDOTTE FOGNARIE CON RELINING 32
IV.1 Caratteristiche Della Videoispezione E Relative Certificazioni 33
IV.2 Idropulitura E Spurgo Della Tubazione Da Risanare 34
IV.3 Caratteristiche Della Fresatura E Relative Certificazioni 34
IV.4 Caratteristiche Del Liner 35
IV.5 Membrana interna/coating (spessore di usura) 35
IV.6 Installazione Del Liner 37
IV.7 Processo Di Indurimento Mediante Raggi Uv (Fotocatalisi) 37
IV.8 Taglio E Fissaggio 38
IV.9 Collaudo Ad Aria 38

PREMESSA

Il presente Disciplinare ha lo scopo di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle opere da realizzare e delle tecnologie da utilizzare per la posa in opera di collettori fognari con tecnologia microtunnelling/ presso trivella/ pipe jacking.

I lavori riguardano la costruzione di tutte le opere necessarie per la realizzazione del microtunnelling/ presso trivella/ pipe jacking e, in particolare, delle postazioni di trivellazione consistenti in pozzi di spinta e pozzi di recupero a tenuta idraulica.

Nel loro complesso, le opere oggetto del presente Disciplinare saranno denominate nel seguito con la dizione “microtunnelling”.

In accordo agli elaborati di progetto e con i requisiti tecnici richiesti, la struttura “microtunnelling” dovrà risultare idonea, dal punto di vista funzionale e dimensionale, per il convogliamento delle acque reflue.

Considerato che il requisito principale dell’opera consiste nella tenuta idraulica, sia interna che esterna, l’Appaltatore dovrà mettere in opera durante la costruzione, tutti gli accorgimenti e gli apprestamenti necessari per garantire la tenuta idraulica del sistema nel suo insieme (pozzi a tenuta idraulica, giunti di tenuta tra gli elementi tubolari del collettore, utilizzo di una fresa a bilanciamento di pressione idrostatica, ecc.).

I. PROVENIENZA, QUALITA’ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I.1 Norme generali

L’Appaltatore è obbligato a notificare in tempo utile alla Direzione dei lavori, ed in ogni caso 10 giorni prima dell’impiego, la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni da sottoporsi, a spese dell’Appaltatore, alle prove e verifiche che la Direzione Lavori ritenesse necessarie prima di accettarli. L’Appaltatore ha facoltà di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

L’Appaltatore dovrà approvvigionare i materiali in modo da assicurare il regolare avanzamento dei lavori e la loro ultimazione nel rispetto dei programmati tempi contrattuali.

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi appositi paragrafi; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno soddisfare i requisiti richiesti dall’Elenco Prezzi. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

A prescindere dai controlli di competenza del committente e di quelli ulteriori che il Committente deciderà di effettuare, la responsabilità circa la qualità dei materiali utilizzati è comunque da intendersi a completo carico dell'Appaltatore, essendo quest'ultimo tenuto a controllare e a garantire che la totalità dei materiali risponda alle caratteristiche prescritte.

Qualora la documentazione fornita dall'Appaltatore fosse ritenuta dal Committente non sufficiente per la caratterizzazione dei materiali, l'Appaltatore dovrà eseguire ulteriori prove e verifiche.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo all'esecuzione delle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle su campioni prelevati in corso d'opera, da inviare ad un laboratorio individuato in accordo con il Committente e/o ad un laboratorio ufficiale, aventi i requisiti previsti dalla legislazione vigente. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione, munendo gli stessi di sigilli e firma del Committente e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

I campioni dei materiali prescelti restano depositati presso gli uffici di cantiere in luogo indicato dalla Direzione Lavori.

In mancanza di riferimenti si richiamano, per l'accettazione, le norme contenute nel "Capitolato generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici" di cui al D.P.R. 19 aprile 2000, n. 145, purché le medesime non siano in contrasto con quelle riportate nel presente disciplinare, e si richiama altresì la normativa specifica vigente (leggi speciali, norme UNI, CEI, CNR, ICITE, DIN, ISO).

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN 29001 o ISO 9002/CEN 29002. L'Impresa ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della D.L..

Qualora la Direzione Lavori denunci una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla a proprie spese con altra che corrisponda alle qualità dovute.

La Direzione dei lavori potrà rifiutare in qualunque tempo anche i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'Appaltatore dovrà tempestivamente rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettuasse tale rimozione la Stazione appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potrebbe derivare per effetto della rimozione eseguita d'autorità.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della Direzione Lavori non pregiudica il diritto della Direzione stessa, in qualsiasi momento, anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo, di rifiutare i materiali e gli eventuali lavori eseguiti con essi,

ove non venga riscontrata la piena rispondenza alle condizioni contrattuali o ai campioni; inoltre, nonostante l'accettazione del materiale e il superamento delle prove prescritte e/o richieste, l'Appaltatore rimane sempre unico garante e responsabile della riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati nella esecuzione dei lavori stessi.

Se l'Appaltatore, senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'Appaltatore sarà tenuto a rimuovere a sua cura e spese detti materiali, ed a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

Inoltre, nella loro esecuzione, in mancanza di particolari disposizioni, l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai laboratori ufficiali, nonché le spese per il ripristino dei manufatti o impianti che si siano eventualmente dovuti manomettere, sono a completo carico dell'Appaltatore, che dovrà assolverle direttamente.

Le prescrizioni precedenti non pregiudicano i diritti della Stazione appaltante in sede di collaudo.

II.NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione delle opere, dal punto di vista tecnico, l'Appaltatore dovrà rispettare le norme di seguito elencate e quelle che esse richiamano, nonché le successive modifiche e/o integrazioni, le cui prescrizioni devono essere considerate contrattualmente vincolanti.

Situazioni particolari e innovazioni tecnologiche potranno consentire limitate deroghe che, in ogni caso, dovranno essere giustificate da fondate considerazioni teoriche ed adeguate sperimentazioni ed approvate dal Direttore dei Lavori.

Conglomerato cementizio armato

- Norme Tecniche per le costruzioni emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, di concerto con il Ministro dell'interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel "Testo Unico per l'Edilizia" di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell'art. 5 del Decreto Legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004, n. 186 e ss.mm.ii. Legge n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";

- Circolare Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, 2 febbraio 2009, n. 617, recante "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- D.P.R. 06/06/2001 n. 380, "Testo Unico per l'Edilizia", e s.m.i. e, per tutti i campi di applicazione non riferibili al "Testo unico", Legge 05/11/1971 n.1086 recante "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", e Legge 02/02/1974 n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo", pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, febbraio 2008, e, per quanto non in contrasto con il Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale", edite da Servizio Tecnico Centrale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dicembre 1996;
- Legge n. 595 del 26/5/1965: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici";
- Decreto del Ministero delle infrastrutture 11 aprile 2007, "Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con D.P.R. 21/04/1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati";
- Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, "pH - Electrometric Method";
- UNI EN 206-1- Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali;

Bentonite

- ASTM D4380, "Standard Test Method for Density of Bentonit Slurries";
- ASTM D4381, "Sand content by Volume of Bentonit Slurries";
- ASTM D1143-81, "Standard Test Method for piles static and compressive load";
- UNI EN 1997-1:2005, "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali"

Tubi di calcestruzzo armato

In aggiunta alle norme delle precedenti sezioni, per i manufatti prefabbricati, l'Appaltatore dovrà rispettare le seguenti norme:

- UNI EN 1916 “Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali”.
- DIN 4035 “Tubi in cemento armato, condotte forzate in cemento armato e relativa raccorderia in cemento armato”.
- UNI 8981 “Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”.
- EN 681.1 “Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell’acqua. Gomma vulcanizzata.
- ATV 161 “Rules and standard. “Static calculation of driven pipes” .
- ATV A 125 “Istruzioni relative alla posa sotterranea di condotte mediante tecniche tipo trenchless”.

III. ESECUZIONE DI OPERE SENZA SCAVO (NO-DIG) CON LA TECNICA DEL MICROTUNNELLING/ PRESSO TRIVELLA/ PIPE JACKING

III.1 Generalità microtunnelling

Il metodo per la posa in opera di condotte fognarie, senza necessità di scavo con sezioni non ispezionabili, denominato «microtunnelling» consiste nel fare avanzare a spinta tubazioni rigide di qualsiasi diametro per lunghi tratti, dentro una microgalleria nel sottosuolo, realizzata da una particolare testa di avanzamento a ruote fresante e teleguidata, collocata in appositi pozzetti.

L'apparecchiatura utilizzata sarà costituita:

- da un container, posto sopra la cameretta di spinta, che contiene il generatore diesel silenziato e tutte le apparecchiature di controllo e monitoraggio della perforazione;
- dall'unità di spinta posizionata all'interno del pozzo di spinta, composta da un telaio che incorpora pistoni idraulici montati su guide parallele, il tutto dimensionato in relazione alla lunghezza e al diametro delle tubazioni da spingere;
- dal microtunneller ovvero uno scudo cilindrico, avente lo stesso diametro esterno delle tubazioni, munito di fresa rotante telecomandata che disgrega il terreno sul fronte di avanzamento, senza causare decompressioni e cedimenti del terreno in superficie; il materiale perforato sarà convogliato all'interno dello scudo del microtunneller dove con uno dei due sistemi di smarino possibili, a coclea o a circolazione idraulica di fanghi, sarà trasportato dal fronte di scavo al pozzo di spinta;
- dal sistema di governo del microtunneller che consentirà di controllare in modo sia automatico che manuale l'avanzamento della fresa rotante garantendo i seguenti valori di accuratezza su un tratto di 100 m di perforazione:
  - ±30 mm nel piano verticale
  - ± 100 mm nel piano orizzontale

Le tubazioni adatte al microtunnelling devono avere giunzioni non sporgenti rispetto al diametro esterno, e devono resistere alla compressione assiale indotta dalla spinta necessaria all'avanzamento, al carico del terreno ed agli eventuali carichi superficiali ed idrostatici sia interni, nel caso di condotta in pressione, che esterni, dovuti alla eventuale presenza di falda; devono

inoltre possedere tutti i normali requisiti richiesti dalla interazione con il fluido trasportato, resistenza all'aggressione chimica e fisica.

L'impianto di cantiere oltre al già citato container, che non richiede allacciamenti a linee elettriche, deve essere composto da una piccola area di servizio, per lo stoccaggio delle tubazioni e delle coclee, oltre che per la piccola cisterna d'acqua e per l'impianto dei fanghi bentonitici, ove necessari.

L'esecuzione di condotte fognarie senza la necessità di effettuare scavi a sezione obbligata presuppone l'uso di tubi e giunti di ottima qualità, rispondenti alle prescrizioni contrattuali e successiva accettazione da parte della direzione dei lavori, adeguate attrezzature idrauliche di spinta ed estrazione del terreno, idonee tecniche di misurazione e comando.

III.2 Modalità di esecuzione delle opere

La posa con microtunnelling (jacking system) delle tubazioni avverrà tra due camerette chiamate di spinta e di recupero.

Si predisporrà inizialmente il pozzo di spinta, dove saranno predisposte le impronte dei fori per le spinte nelle direzioni di progetto; dopo si realizzeranno i pozzi di recupero.

Eseguito il tracciamento con la consueta strumentazione (teodolite o tacheometro) si imposterà la quota di partenza e la direzione della tubazione dal tubo di spinta ai pozzetti di arrivo sull'apparecchio laser posto nel pozzo spinta.

La prima cameretta dovrà essere dimensionata per contrastare lo sforzo dei martinetti idraulici che eseguono la spinta sui tubi, mentre la seconda servirà per il recupero della testa fresante e per una eventuale continuazione della spinta.

Posizionato con la dovuta precisione il ponte, si inizierà la spinta con la sola testa di scavo, la quale nella parte anteriore contiene la fresa intercambiabile, per ottenere la massima resa in funzione delle caratteristiche del terreno.

Durante la spinta, dalla testa dello scavo possono essere iniettati aria compressa, acqua o fanghi bentonitici, il materiale di risulta viene convogliato all'interno della testa e con la coclea incubata trasportato nel cassone sul fondo del pozzo.

Il governo dell'avanzamento sarà ottenuto dalla regolazione di quattro presse idrauliche contenute nella testa di scavo, la progressione dell'avanzamento sarà ricavata dal telerilevamento delle letture fatte sulla mira laser posta all'interno della testa di scavo.

Completata la spinta della testa di scavo e vuotato il cassone del materiale di risulta, si posizionerà la tubazione di cemento armato all'interno della quale è già stata assemblata la coclea incubata con gli spezzoni di tubo e di cavo di comando e rilevamento, si ripristinerà la continuità degli stessi dando inizio alla spinta del «treno» così composto. Tale ciclo si ripete fino a quando si raggiungerà il pozzetto di arrivo dal quale si recupera la testa di scavo.

Durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare. Tale sollevamento verrà stabilito dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta.

Le tolleranze plano-altimetriche per ogni tratto di 100 metri di perforazione, sono ammesse nelle seguenti misure:

- ± 30 mm nel piano verticale;
- ± 100 mm nel piano orizzontale.

La posa delle tubazioni con microtunnelling si differenzia a seconda del metodo utilizzato per l'allontanamento dei detriti prodotti durante la fase della perforazione:

- Auger system (sistema di smarino a coclea) dove il trasporto del terreno di scavo avviene tramite una coclea che scarica il materiale su un vagonetto posto nella cameretta di spinta. Questa tecnologia è particolarmente adatta per terreni argillosi, sabbiosi, limosi con presenze occasionali di ciottoli e di pietre di piccole dimensioni.
- Slurry system (sistema di smarino idraulico) indicato per tutti i tipi di terreno, inclusa la roccia dura, e per alti livelli di acqua di falda. Con questa tecnologia i detriti vengono miscelati con acqua di riciclo o con sospensione di bentonite e convogliati ad un serbatoio di sedimentazione.

Le condotte posate saranno poi sottoposte a collaudo secondo le modalità prescritte dalla norma DIN 4033 (pressione di prova di 0,5 bar) mentre la verifica statica delle tubazioni deve essere fatta secondo le ATV foglio A161E.

III.2.1 Pozzi di spinta e di recupero

Le postazioni o pozzi di spinta della trivellazione avranno dimensioni interne di circa 9,50 metri per 5,50 metri, per consentire tutte le operazioni di lavoro che consistono nel set-up della macchina (jacks, laser, pompe, etc), nell'allontanamento del materiale di scavo, nel calo della tubazione, nella spinta della medesima e nel controllo dell'avanzamento.

L'estensione dell'area di occupazione temporanea a disposizione dell'Appaltatore per il cantiere di costruzione è di circa 500 mq.

Le postazioni di recupero della trivellazione avranno invece dimensioni più ridotte, pari a circa 6,00 metri per 5,00 metri, misure strettamente necessarie al recupero dell'attrezzatura.

Per la costruzione dei pozzi, il progetto prevede le seguenti fasi di costruzione:

- realizzazione di paratia rettangolare, costituite da una successione di micropali ø

300 posti ad interasse pari al diametro dei pali stessi, su uno stesso piano;

- getto del cordolo di coronamento recante sezione 60 x 40 cm in cemento armato, atto a collegare la testa dei pali;
- scavo del pozzo fino al raggiungimento della quota di progetto, con mezzi adeguati in base alla profondità e alle condizioni di sicurezza;
- esecuzione in opera di un elemento scatolare di calcestruzzo (spessore minimo 0.30 m).
- realizzazione del piano di calpestio in c.a. di fondo pozzo mediante getto sottofondo (magrone) sp. 15 cm e successivo getto di platea di fondazione sp. 50 cm.
- allestimento dei pozzi con le strutture di accesso, da utilizzare anche nella successiva gestione del collettore da parte del soggetto Gestore.

III.2.2 Tubi in c.a. per posa a spinta

Per la realizzazione del microtunnelling, l'Appaltatore dovrà utilizzare tubi in cemento armato prefabbricati per posa a spinta, con doppia armatura a spirale continua in acciaio e completi di giunto a tenuta.

Il giunto deve essere costituito da manicotto in acciaio Fe360 verniciato e incorporato nel getto e da una guarnizione in gomma.

Nel confezionamento del calcestruzzo per i tubi a spinta dovranno essere impiegati inerti di natura alluvionale tondi e/o frantumati, con dimensione delle ghiaie e dei pietrischi compresa tra 5 e 25 mm. Le sabbie lavate, devono essere di tipo naturale e provenienti da frantumazione, con pezzatura massima di 4 mm.

I cementi impiegati devono essere ad altissima resistenza ai solfati secondo le norme UNI 9156 e devono contenere, conformemente alla composizione prescritta dalla norma UNI EN 197-1 (riferita cioè alla massa del cemento ad esclusione del solfato di calcio e degli additivi) e dalla norma UNI 9156, il 65% ÷ 89% di clinker a bassissimo contenuto di alluminato tricalcico, mentre la restante parte deve essere costituita da pozzolana, naturale (P) ed eventuali costituenti secondari.

I tubi dovranno essere completi di valvole di lubrificazione, ganci di sollevamento tipo "DEHA", di opportuna portata calcolata in relazione ai coefficienti di sicurezza previsti dalle vigenti norme di calcolo; anello di legno di ripartizione della spinta e guarnizione elastomerica SBR (Gomma Stirolo-Butadiene) a forma cuneiforme.

Le giunzioni in gomma SBR, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 0,5 bar, equivalente ad un battente idraulico di 5 m di colonna d'acqua.

Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in gomma dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica, una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di 25 N per millimetro di diametro.

Il tutto deve essere prodotto da aziende con sistema di controllo della qualità certificato ISO 9002.

III.3 Normativa di riferimento

Le norme di riferimento sono le seguenti: ATV 125; DIN 18319; UNI EN 295-7; ATV A161; ISO 4633; ISO 3302; Euronorm 88-1-2.

III.4 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling

Per le postazioni di trivellazione e per il microtunnelling, sono richiesti all'Appaltatore i requisiti tecnici di seguito elencati:

Requisiti prestazionali per le postazioni di trivellazione

In accordo agli elaborati di progetto, l'Appaltatore dovrà realizzare le strutture di contenimento verticali e orizzontali per le postazioni di spinta e per quelle di recupero idonee per resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, spinta della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna, ecc.).

Analogamente al microtunnelling, le strutture dei pozzi dovranno risultare idonee per consentire la loro accessibilità, e quindi di lavorare all'asciutto, in tutte le fasi esecutive.

L'Appaltatore dovrà quindi operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

Il requisito funzionale inderogabile è che siano a tenuta idraulica.

L'Appaltatore dovrà provvedere a corredare i pozzi con le scale di accesso e con le opere di protezione in grado di garantire la sicurezza in corso d'opera. Queste strutture dovranno essere lasciate a disposizione per la successiva gestione del collettore come pozzi di ispezione, in stato di efficienza.

Requisiti prestazionali del sistema costruttivo

L'Appaltatore dovrà operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

In particolare, la tenuta idraulica del sistema dovrà essere garantita in corrispondenza di:

- le postazioni di trivellazione per mezzo di opere di contenimento verticali impermeabilizzate;

- nel foro di entrata e in quello di recupero della fresa con l'adozione degli anelli di tenuta in neoprene;
- nelle giunzioni degli elementi tubolari di rivestimento con l'utilizzo di giunti di tenuta;
- nel fronte scavo per mezzo dell'utilizzo di una fresa integrale a bilanciamento di pressione idrostatica.

III.5 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione

Configurazione geometrica dei microtunnelling

La configurazione geometrica è descritta negli elaborati di progetto.

Eventuali variazioni del profilo longitudinale del microtunnelling dovranno essere sottoposte per autorizzazione al Committente.

E' richiesta la realizzazione del microtunnelling con tubi in calcestruzzo armato a spinta per uso fognario prefabbricati in stabilimento di produzione con le seguenti dimensioni minime:

- diametro interno minimo 2000 mm;
- diametro esterno minimo 2400 mm;
- lunghezza dei tubi: 3000 mm.

Nel rispetto delle dimensioni minime richieste, l'Appaltatore potrà realizzare l'opera con dimensioni maggiori a quelle sopra elencate. In questo caso dovrà richiedere autorizzazione scritta alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Tolleranze di deviazione sul profilo longitudinale

Durante lo svolgimento delle operazioni di trivellazione l'Appaltatore dovrà registrare i valori di inclinazione, azimut, distanza orizzontale, ed elevazione. Eventuali scostamenti del profilo realizzato rispetto a quello di progetto dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:

- lunghezza della trivellazione ± 0.1% della lunghezza di progetto;
- scostamento verticale complessivo : ± 30 cm;

III.6 Requisiti del sistema costruttivo "microtunnelling"

Testata di trivellazione

E' richiesto l'utilizzo di una fresa a sezione integrale con bilanciamento della pressione idrostatica sul fronte di scavo tramite fanghi di perforazione. La stabilità del fronte scavo dovrà essere assicurata dalla applicazione di una pressione di contenimento esercitata tramite fanghi in pressione, situati nella camera di perforazione e tenuti in circolo ed in pressione da un apposito sistema idraulico.

E' compito e responsabilità dell'Appaltatore individuare ed utilizzare la fresa con la tipologia (tipo e numero dei cutters, ampiezza della camera di frantumazione, miscela reologica del fango di perforazione, ecc.) più adeguata in relazione alla natura dei terreni da trivellare e alla presenza di acqua di falda alle quote di scavo.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore della fresa riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali.

Giunti di tenuta idraulica

La tenuta idraulica dei giunti tra gli elementi tubolari deve essere assicurata da guarnizioni di tenuta in materiale elastomerico, di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni d'esercizio più gravose. I giunti dovranno essere garantiti per una pressione idrostatica di esercizio di almeno 0,5 atm.

Stazioni di spinta

La potenza della stazione di spinta principale dovrà essere adeguata alle forze resistenti all'avanzamento, al numero di stazioni intermedie che verranno installate e alle modalità e caratteristiche esecutive che l'Appaltatore adotterà per l'avanzamento della trivellazione.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore delle stazioni di spinta riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali e le verifiche sull'idoneità della strumentazione in relazione alle forze attritive attese.

Controllo direzionale dell'avanzamento e dei parametri di trivellazione

L'Appaltatore dovrà approntare durante le operazioni di avanzamento, un adeguato sistema per il controllo della direzionalità dei microtunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

E' richiesto il controllo in tempo reale di tali parametri; pertanto, il sistema costruttivo dovrà essere dotato di strumentazione computerizzata per l'elaborazione dei dati rilevati.

L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, per il controllo dell'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato

Impianto di produzione della miscela fluidificante

L'Appaltatore dovrà predisporre in cantiere un impianto di produzione e riciclo dei fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato (slurry).

L'impianto di produzione dovrà essere fornito di: un'unità di miscelazione ad alta

turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

Nell'insieme, la potenzialità dell'impianto dovrà risultare idonea in relazione ai tempi programmati di realizzazione della trivellazione.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica dell'impianto.

Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato sarà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento

Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.

Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento in c.a. – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti nei tubi di rivestimento. Le iniezioni dovranno essere effettuate per singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

III.7 Miscela bentonitica di perforazione

La bentonite dovrà essere in polvere, priva di grumi e di sostanze estranee che possano pregiudicare la qualità del prodotto finale; dovrà inoltre essere selezionata ed attivata con calibrazione ottimale del rapporto sodio/calcio, in modo da formare una miscela perfettamente stabile, anti flocculante in presenza di cloruro di sodio. L'Appaltatore per ogni partita dovrà disporre di un certificato emesso dal fornitore nel quale siano documentate le caratteristiche del materiale.

L'Appaltatore dovrà scegliere il tipo di bentonite per la preparazione della miscela di perforazione in considerazione all'affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e al suo utilizzo in ambiente umido. Al fine di evitare fenomeni di flocculazione della bentonite in presenza di acqua o chimicamente contaminate, dovranno essere utilizzati additivi anti flocculanti; in particolare la scelta degli additivi dovrà tenere conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda.

Per l'ottenimento del fango, la bentonite in polvere dovrà essere energicamente e finemente mescolata con acqua dolce ed eventuali additivi (come disperdenti, sali tampone, ecc.).

La minuta dispersione delle particelle di bentonite nella sospensione sarà ottenuta con idonee attrezzature di mescolamento ad alta turbolenza della miscela.

Per il confezionamento del fango, in relazione al tipo di bentonite usata, questa andrà dosata in quantità generalmente compresa tra il 5% ed il 10%, espressa come percentuale in peso rispetto all'acqua. Possono essere aggiunti nell'impasto polimeri per esaltare le proprietà fluidificanti del composto bentonitico.

L'Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango onde mantenere entro limiti ristretti la quantità di materiale inglobato.

III.8 Miscela cementizia di intasamento "tubo-terreno"

L'Appaltatore dovrà utilizzare una miscela cementizia di intasamento "tubo – terreno" che meglio si presta per ottenere una elevata fluidità nella fase di posa in opera e un basso ritiro volumetrico in fase di presa. Tali caratteristiche sono dipendenti da diversi fattori come il dosaggio dei componenti, il tipo di bentonite utilizzata, le modalità di produzione della miscela, le caratteristiche del sistema di adduzione.

Nel confezionamento della miscela si rispetteranno i seguenti rapporti ponderali:

- cemento/acqua 15 - 25 %
- bentonite/acqua 3 - 10 %.

La composizione reologica della miscela di intasamento dovrà essere autorizzata dal Direttore Lavori prima del suo utilizzo.

III.9 Generalità pressotrivella

Il metodo per l'attraversamento orizzontale di rilevati per la successiva posa in opera di condotte fognarie, senza necessità di scavo con sezioni non ispezionabili, denominato «pressotrivella» consiste nel fare avanzare a spinta tubazioni rigide di qualsiasi diametro per brevi tratti nel sottosuolo, attraverso l'utilizzo di una particolare testa di avanzamento (munita di coclea o carotiere) collocata in appositi pozzetti.

L'apparecchiatura utilizzata sarà costituita:

- da un gruppo idraulico, posto sopra la cameretta di spinta, che contiene il generatore diesel silenziato e tutte le apparecchiature di controllo e monitoraggio della perforazione;
- dall'unità di spinta posizionata all'interno del pozzo di spinta, composta da un telaio che incorpora pistoni idraulici montati su guide parallele, il tutto

dimensionato in relazione alla lunghezza e al diametro delle tubazioni da spingere;

- dalla testa di perforazione alla quale viene collegato il tubo di rivestimento, avente il diametro maggiore del diametro esterno delle tubazioni, munito di fresa rotante o coclea che disgrega il terreno sul fronte di avanzamento, senza causare decompressioni e cedimenti del terreno in superficie; il materiale perforato sarà convogliato all'interno della tubazione di rivestimento dove con uno dei due sistemi di smarino possibili, a coclea o a circolazione idraulica di fanghi, sarà trasportato dal fronte di scavo al pozzo di spinta;
- dal sistema di governo della pressotrivella che consentirà di controllare in modo manuale l'avanzamento della fresa rotante garantendo i seguenti valori di accuratezza su un tratto di 100 m di perforazione:
  - ±30 mm nel piano verticale
  - ± 100 mm nel piano orizzontale

Le tubazioni adatte alla pressotrivella devono avere giunzioni non sporgenti rispetto al diametro esterno, e devono resistere alla compressione assiale indotta dalla spinta necessaria all'avanzamento, al carico del terreno ed agli eventuali carichi superficiali ed idrostatici sia interni, nel caso di condotta in pressione, che esterni, dovuti alla eventuale presenza di falda; devono inoltre possedere tutti i normali requisiti richiesti dalla interazione con il fluido trasportato, resistenza all'aggressione chimica e fisica.

L'impianto di cantiere deve essere composto da una piccola area di servizio, per lo stoccaggio delle tubazioni e delle coclee, oltre che per la piccola cisterna d'acqua e per l'impianto dei fanghi bentonitici, ove necessari.

III.10 Modalità di esecuzione delle opere

L'attraversamento dei rilevati con la presso trivella avverrà facendo contrasto su una apposita parete in c.a. realizzata su di un lato dell'attraversamento.

Si predisporrà inizialmente la parete dove saranno predisposte le impronte dei fori per le spinte nelle direzioni di progetto.

Eseguito il tracciamento con la consueta strumentazione (teodolite o tacheometro) si imposterà la quota di partenza e la direzione della tubazione dal tubo di spinta ai pozzetti di arrivo sull'apparecchio laser posto nel pozzo spinta.

La prima parete dovrà essere dimensionata per contrastare lo sforzo dei martinetti idraulici che eseguono la spinta sui tubi.

Durante la spinta, dalla testa dello scavo possono essere iniettati aria compressa, acqua o fanghi bentonitici, il materiale di risulta viene convogliato all'interno della testa e con la coclea incubata trasportato nel cassone sul fondo del pozzo.

Il governo dell'avanzamento sarà ottenuto dalla regolazione di quattro presse idrauliche contenute nella testa di scavo, la progressione dell'avanzamento sarà ricavata dal telerilevamento delle letture fatte sulla mira laser posta all'interno della testa di scavo.

La spinta della tubazione di rivestimento avviene contemporaneamente allo svuotamento interno del terreno con la coclea. Tale ciclo si ripete fino a quando si raggiungerà il pozzetto di arrivo.

Durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare. Tale sollevamento verrà stabilito dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta.

Le tolleranze plano-altimetriche per ogni tratto di 100 metri di perforazione, sono ammesse nelle seguenti misure:

- ± 30 mm nel piano verticale;
- ± 100 mm nel piano orizzontale.

La posa delle tubazioni con pressotrivella si differenzia a seconda del metodo utilizzato per la fase della perforazione:

- Sistema di smarino a coclea, dove il trasporto del terreno di scavo avviene tramite una coclea. Questa tecnologia è particolarmente adatta per terreni argillosi, sabbiosi, limosi con presenze occasionali di ciottoli e di pietre di piccole dimensioni.
- Sistema di smarino con carotiere, indicato per tutti i tipi di terreno, inclusa la roccia dura, e per alti livelli di acqua di falda.

Le condotte posate saranno poi sottoposte a collaudo secondo le modalità prescritte dalla norma DIN 4033 (pressione di prova di 0,5 bar) mentre la verifica statica delle tubazioni deve essere fatta secondo le ATV foglio A161E.

III.10.1 Pozzi di spinta

Le postazioni o pozzi di spinta della trivellazione avranno dimensioni interne di circa 6,00 metri per 5,50 metri, per consentire tutte le operazioni di lavoro che consistono nel set-up della macchina (jacks, laser, pompe, etc), nell'allontanamento del materiale di scavo, nel calo della tubazione, nella spinta della medesima e nel controllo dell'avanzamento.

L'estensione dell'area di occupazione temporanea a disposizione dell'Appaltatore per il cantiere di costruzione è di circa 500 mq.

III.10.2 Tubi in acciaio per posa a spinta

Per la realizzazione della pressotrivella, l'Appaltatore dovrà utilizzare tubi in acciaio per posa a spinta completi di giunto a tenuta.

Il giunto deve essere costituito da manicotto in acciaio Fe360 verniciato e incorporato nel getto e da una guarnizione in gomma.

Nel confezionamento dei tubi a spinta dovranno essere impiegate lamiere di spessore 25 mm.

I tubi dovranno essere completi di eventuali valvole lubrificazione, ganci di sollevamento, di opportuna portata calcolata in relazione ai coefficienti di sicurezza previsti dalle vigenti norme di calcolo.

l tutto deve essere prodotto da aziende con sistema di controllo della qualità certificato ISO 9002.

III.11 Normativa di riferimento

Le norme di riferimento sono le seguenti: ATV 125; DIN 18319; UNI EN 295-7; ATV A161; ISO 4633; ISO 3302; Euronorm 88-1-2.

III.12 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione

Per le postazioni di trivellazione con pressotrivella, sono richiesti all'Appaltatore i requisiti tecnici di seguito elencati:

Requisiti prestazionali per le postazioni di trivellazione

In accordo agli elaborati di progetto, l'Appaltatore dovrà realizzare le strutture di contenimento verticali e orizzontali per le postazioni di spinta e per quelle di recupero idonee per resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, spinta della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna, ecc.).

Analogamente al microtunnelling, le strutture dei pozzi dovranno risultare idonee per consentire la loro accessibilità, e quindi di lavorare all'asciutto, in tutte le fasi esecutive.

L'Appaltatore dovrà quindi operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

Requisiti prestazionali del sistema costruttivo

L'Appaltatore dovrà operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino

l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

III.13 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione

Configurazione geometrica della pressotrivella

La configurazione geometrica è descritta negli elaborati di progetto.

Eventuali variazioni del profilo longitudinale dell'attraversamento con pressotrivella dovranno essere sottoposte per autorizzazione al Committente.

E' richiesta la realizzazione dell'attraversamento con tubi in acciaio a spinta prefabbricati in stabilimento di produzione con le seguenti dimensioni minime:

- N. 2 condotte di diametro nominale minimo 800 mm;
- N. 1 condotta di diametro nominale minimo 1200 mm;
- lunghezza dei tubi: 3000 mm.

Nel rispetto delle dimensioni minime richieste, l'Appaltatore potrà realizzare l'opera con dimensioni maggiori a quelle sopra elencate. In questo caso dovrà richiedere autorizzazione scritta alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Tolleranze di deviazione sul profilo longitudinale

Durante lo svolgimento delle operazioni di trivellazione l'Appaltatore dovrà registrare i valori di inclinazione, azimut, distanza orizzontale, ed elevazione. Eventuali scostamenti del profilo realizzato rispetto a quello di progetto dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:

- lunghezza della trivellazione ± 0.1% della lunghezza di progetto;
- scostamento verticale complessivo : ± 30 cm;

III.14 Requisiti del sistema di attraversamento con "pressotrivella"

Testata di trivellazione

E' richiesto l'utilizzo di una coclea sul fronte di scavo. E' compito e responsabilità dell'Appaltatore individuare ed utilizzare la coclea o il carotiere più adeguati in relazione alla natura dei terreni da trivellare e alla presenza di acqua di falda alle quote di scavo.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore della fresa riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali.

Controllo direzionale dell'avanzamento e dei parametri di trivellazione

L'Appaltatore dovrà approntare durante le operazioni di avanzamento, un adeguato sistema per il controllo della direzionalità dell'attraversamento (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione della coclea.

E' richiesto il controllo in tempo reale di tali parametri; pertanto, il sistema costruttivo dovrà essere dotato di strumentazione computerizzata per l'elaborazione dei dati rilevati.

III.15 Generalità pipe jacking

Il metodo per la posa in opera di tubazioni in sotterraneo, denominato «pipe jacking» o "spingitubo a scudo aperto", consiste nel fare avanzare a spinta la tubazione all'interno di una micro-galleria realizzata contemporaneamente all'avanzamento del fronte di scavo. L'avanzamento avviene mediante una centrale idraulica di spinta ubicata all'esterno, costituita da due o più pistoni idraulici a controllo indipendente o simultaneo, raccordati da un anello di spinta che è in diretto contatto con la coda dello spezzone di tubo in fase di spinta.

Generalmente l'attrito che si viene a creare fra gli elementi e la parete scavata limita l'avanzamento ad un massimo di 60 m. Lo spingitubo dovrà essere effettuato con adeguate attrezzature in grado di effettuare il lavoro prescritto tenendo conto del materiale costituente il contro tubo, del diametro della perforazione, della lunghezza e delle condizioni geologiche (lava).

Man mano che il tubo avanza nel terreno, con lentezza e gradualità, dall'interno della tubazione si procede all'escavazione e quindi all'asportazione del terreno, mediante miniescavatore, fresa puntuale (nel caso di terreni cementati o rocce di scarsa o media durezza). Nel caso di attraversamenti di lunghezze ridotte, la spinta può essere a mano.

Il gruppo di spinta idraulico dello spingitubo verrà alloggiato in quello che viene chiamato pozzo di spinta debitamente predisposto, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire. All'interno del pozzo vengono condotte tutte le operazioni di formazione della livelletta per la posa delle tubazioni con attrezzatura di alta precisione a raggi laser, saldatura ed avanzamento.

Le tubazioni dovranno avere giunzioni non sporgenti rispetto al diametro esterno, e dovranno resistere alla compressione assiale indotta dalla spinta necessaria all'avanzamento, al carico del terreno ed agli eventuali carichi superficiali ed idrostatici sia interni, nel caso di condotta in pressione, che esterni, dovuti alla eventuale presenza di falda; dovranno inoltre possedere tutti i normali requisiti richiesti dalla interazione con il fluido trasportato, resistenza all'aggressione chimica e fisica.

L'impianto di cantiere dovrà essere composto da una piccola area di servizio, per lo stoccaggio delle tubazioni e dell'attrezzatura per lo scavo.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24.11.1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilita e sicurezza delle opere incontrate.

III.16 Modalità di esecuzione delle opere

La posa in opera di tubazioni con pipe jacking avviene da una camera di spinta dotata di un'apposita parete di contrasto in c.a. realizzata su di un lato dell'attraversamento.

Si predisporrà inizialmente l'attrezzatura di spinta: martinetti idraulici e telaio di guida posto in corrispondenza dell'asse del tracciato; sul telaio si posizionerà il primo elemento da infiggere preceduto, nel caso di perforazione manuale, da uno scudo metallico a fronte aperto con funzione di "tagliente".

Eseguito il tracciamento con la consueta strumentazione (teodolite o tacheometro) si imposta la quota di partenza e la direzione della tubazione dal tubo di spinta ai pozzetti di arrivo sull'apparecchio laser posto nel pozzo spinta.

La parete di controspinta dovrà essere dimensionata per contrastare lo sforzo dei martinetti idraulici che eseguono la spinta sui tubi.

Man mano che il tubo avanza nel terreno, con lentezza e gradualità, dall'interno della tubazione si procede all'escavazione e quindi all'asportazione del terreno, mediante miniescavatore, fresa puntuale (nel caso di terreni cementati o rocce di scarsa o media durezza). Nel caso di attraversamenti di lunghezze ridotte, la spinta può essere a mano.

La spinta della tubazione di rivestimento avviene contemporaneamente allo svuotamento interno del terreno. Tale ciclo si ripete fino a quando si raggiungerà la lunghezza della tubazione di progetto.

Durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare. Tale sollevamento verrà stabilito dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta.

Le tolleranze plano-altimetriche per ogni tratto di 100 metri di perforazione, sono ammesse nelle seguenti misure:

- ± 30 mm nel piano verticale;
- ± 100 mm nel piano orizzontale.

La posa delle tubazioni con pipe jacking si differenzia a seconda del metodo utilizzato per la fase della perforazione:

- SPINGITUBO AD INFISSIONE DISLOCANTE: l'infissione del tubo, per il tramite di

martinetti di spinta, si realizza senza asportazione di terreno; nel caso di tubi di piccolo diametro e/o in presenza di terreni coesivi, la conseguente formazione di una occlusione nella parte anteriore della tubazione impedisce l'ingresso continuo al suo interno: in tale caso l'avanzamento si esplica per spostamento del terreno al fronte di scavo. Qualora ciò non si verifichi, il terreno andrà a riempire pressoché totalmente la tubazione e da questa sarà quindi asportato a fine infissione.

- SPINGITUBO CON UNITA' DI PERFORAZIONE MANUALE: per diametri maggiori un addetto opera in prossimità del fronte all'interno della tubazione e procede allo scavo con mezzo meccanico e con un sistema di allontanamento (carrelli, nastro trasportatore, etc.) del materiale di risulta.

Le condotte posate saranno poi sottoposte a collaudo secondo le modalità prescritte dalla norma DIN 4033 (pressione di prova di 0,5 bar) mentre la verifica statica delle tubazioni deve essere fatta secondo le ATV foglio A161E.

III.16.1 Pozzi di spinta

Le postazioni o pozzi di spinta avranno delle dimensioni opportune per il tipo di condotta da installare, con profondità prevista in fase di progettazione, per consentire tutte le operazioni di lavoro che consistono nel set-up della macchina (jacks, laser, pompe, etc), nell'allontanamento del materiale di scavo, nel calo della tubazione, nella spinta della medesima e nel controllo dell'avanzamento.

L'estensione dell'area di occupazione temporanea a disposizione dell'Appaltatore per il cantiere di costruzione è di circa 500 mq.

III.16.2 Tubi in acciaio per posa a spinta

Per la realizzazione del pipe jacking, l'Appaltatore dovrà utilizzare tubi in acciaio per posa a spinta completi di giunto a tenuta.

Il giunto deve essere costituito da manicotto in acciaio Fe360 verniciato e incorporato nel getto e da una guarnizione in gomma.

Nel confezionamento dei tubi a spinta dovranno essere impiegate lamiere di spessore 25 mm.

I tubi dovranno essere completi di eventuali valvole lubrificazione, ganci di sollevamento, di opportuna portata calcolata in relazione ai coefficienti di sicurezza previsti dalle vigenti norme di calcolo.

l tutto deve essere prodotto da aziende con sistema di controllo della qualità certificato

ISO 9002.

III.17 Normativa di riferimento

Le norme di riferimento sono le seguenti: ATV 125; DIN 18319; UNI EN 295-7; ATV A161; ISO 4633; ISO 3302; Euronorm 88-1-2.

III.18 Requisiti tecnici richiesti per le postazioni di trivellazione e microtunnelling

Per le postazioni di trivellazione con pipe jacking, sono richiesti all'Appaltatore i requisiti tecnici di seguito elencati:

Requisiti prestazionali per le postazioni di trivellazione

In accordo agli elaborati di progetto, l'Appaltatore dovrà realizzare le strutture di contenimento verticali e orizzontali per le postazioni di spinta per resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, spinta della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna, ecc.).

Analogamente al microtunnelling, le strutture dei pozzi dovranno risultare idonee per consentire la loro accessibilità, e quindi di lavorare all'asciutto, in tutte le fasi esecutive.

L'Appaltatore dovrà quindi operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

Requisiti prestazionali del sistema costruttivo

L'Appaltatore dovrà operare utilizzando tutte i procedimenti e le tecnologie che assicurino l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, in considerazione delle caratteristiche dei terreni, delle condizioni ambientali, dell'entità del lavoro e dei tempi di realizzazione.

III.19 Configurazione geometrica e tolleranze di costruzione

Configurazione geometrica del pipe jacking

La configurazione geometrica è descritta negli elaborati di progetto.

Eventuali variazioni del profilo longitudinale dell'attraversamento con pipe jacking dovranno essere sottoposte per autorizzazione al Committente.

E' richiesta la realizzazione dell'attraversamento con tubi in acciaio a spinta prefabbricati in stabilimento di produzione con le seguenti dimensioni minime:

- diametro nominale minimo 2000 mm;
- lunghezza dei tubi: 3000 mm.

Nel rispetto delle dimensioni minime richieste, l'Appaltatore potrà realizzare l'opera con dimensioni maggiori a quelle sopra elencate. In questo caso dovrà richiedere autorizzazione

scritta alla Stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori.

Tolleranze di deviazione sul profilo longitudinale

Durante lo svolgimento delle operazioni di trivellazione l'Appaltatore dovrà registrare i valori di inclinazione, azimut, distanza orizzontale, ed elevazione. Eventuali scostamenti del profilo realizzato rispetto a quello di progetto dovranno rientrare entro le seguenti tolleranze:

- lunghezza della trivellazione ± 0.1% della lunghezza di progetto;
- scostamento verticale complessivo : ± 30 cm;

III.20 Requisiti del sistema di attraversamento con "pipe jacking"

Fronte di scavo

E' richiesto l'utilizzo di miescavatore oppune fresa puntuale (nel caso di terreni cementati o rocce di scarsa o media durezza). E' compito e responsabilità dell'Appaltatore individuare ed utilizzare l'attrezzatura più adeguata in relazione alla natura dei terreni da trivellare e alla presenza di acqua di falda alle quote di scavo.

Prima della esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la scheda tecnica del Costruttore dei mezzi di scavo riportante le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali.

Controllo direzionale dell'avanzamento

L'Appaltatore dovrà approntare durante le operazioni di avanzamento, un adeguato sistema per il controllo della direzionalità dell'attraversamento (strumentazione ottica e laser) e delle potenze impiegate.

E' richiesto il controllo in tempo reale di tali parametri; pertanto, il sistema costruttivo dovrà essere dotato di strumentazione computerizzata per l'elaborazione dei dati rilevati.

III.21 Documenti tecnici richiesti all'appaltatore

Prima dell'inizio dei lavori, fermo restando i requisiti richiesti, l'Appaltatore dovrà fornire al committente una documentazione tecnica adeguata per la definizione di tutte le caratteristiche costruttive delle opere previste in progetto.

Tale documentazione dovrà comprendere almeno quanto elencato nei successivi paragrafi.

III.21.1 Documentazione tecnica illustrativa

Indagini geognostiche

L'Appaltatore dovrà acquisire, sulla base della relazione allegata al progetto, tutte le eventuali informazioni di carattere geotecnico e idrogeologico sui terreni da trivellare e che a suo

giudizio ritiene opportuno integrare.

L'Appaltatore dovrà fornire il report contenente le eventuali indagini geognostiche e le prove di laboratorio geotecnico eseguite.

Organizzazione del cantiere

- l'organizzazione di cantiere (accessi, segnalazioni, aree da occupare con le relative durate di utilizzo, tipologia e numero dei mezzi e delle attrezzature);
- il programma dettagliato dei lavori;
- le procedure di costruzione distinti per fasi di lavoro;
- le caratteristiche, i calcoli statici e le verifiche strutturali sui mezzi, materiali di fornitura, attrezzature e strumentazioni che saranno utilizzati.

Caratteristiche dei materiali

- Caratteristiche di resistenza e di durabilità di tutti i materiali impiegati;
- Fluido di perforazione: tipo di fluido, composizione prevista per la miscela, pressioni massime d'impiego, caratteristiche dell'impianto di produzione e potenzialità di produzione.
- Elementi prefabbricati in c.a.: caratteristiche dimensionali e strutturali dei manufatti, carico ammissibile in direzione assiale e trasversale, caratteristiche e tolleranze dei giunti.
- Guarnizioni di tenuta idrica dei manufatti in c.a.: scheda tecnica del costruttore con specificati tipo di giunto, pressioni idrostatiche d'impiego e caratteristiche tecniche.

Piano di intervento per la costruzione delle postazioni

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, in base ad accurate valutazioni sulle peculiarità dell'opera da realizzare, sul sito e sulle tecnologie disponibili, redigerà un "Piano di intervento" con lo scopo di illustrare in dettaglio le modalità di esecuzione e le procedure che intende adottare per la realizzazione delle opere.

In tale documentazione, costituita da una relazione tecnica, corredata da elaborati grafici, dovranno essere trattati, fra gli altri, i seguenti punti:

Paratie di pali trivellati

- sequenze operative dei processi di perforazione, di rigenerazione dei fanghi, di produzione e di posa in opera del conglomerato e di allontanamento del materiale di risulta; la realizzazione dell'opera dovrà essere pianificata in modo da evitare interferenze tra le varie fasi operative;

- definizione planimetrica dei pali con relativa numerazione identificativa unitamente ad una tabella riportante l'elenco dei singoli pali e la loro lunghezza;
- descrizione delle tecniche che s'intendono adottare per la perforazione;
- descrizione delle caratteristiche dei macchinari e delle attrezzature (potenza e capacità operativa) che si intendono impiegare per la perforazione, per la produzione e posa del calcestruzzo;
- descrizione dei dispositivi per il controllo della verticalità dei pali;

Il "Piano di intervento" dovrà essere preventivamente approvato dal Direttore dei Lavori.

Sistema costruttivo per il microtunnelling/presso trivella/ pipe jacking

Relativamente ai sistemi che s'intendono utilizzare per la realizzazione delle perforazioni, l'Appaltatore dovrà fornire una documentazione tecnica adeguata per illustrarne tutte le caratteristiche costruttive e dimensionali. In particolare:

- Frese di trivellazione: scheda tecnica del costruttore con specificati: tipo, dimensioni, prestazioni, attrezzature e caratteristiche principali.
- Scudo, coclee, scalpelli: scheda tecnica del costruttore con specificati tipo, potenza massima d'impiego, caratteristiche tecniche e d'impiego in relazione alla natura dei terreni da trivellare.
- Sistema di guida per la direzionalità della fresa: tipo e caratteristiche principali.
- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione: caratteristiche tecniche del sistema per le verifiche sulla direzionalità del microtunnel, sulle potenze impegnate, sulla velocità di rotazione dello scudo e sulle pressioni dei fanghi di perforazione.
- Circuito di slurry: caratteristiche del sistema, tipo e potenza delle pompe impiegate, caratteristiche del recupero e ricircolo dei fluidi impiegati.

III.22 Verifiche sulla compatibilità del sistema costruttivo

Sono richiesti all'Appaltatore i calcoli e le verifiche strutturali e di stabilità di seguito elencate; per tali elaborazioni sono richiesti i calcoli nelle condizioni statiche più gravose.

- fresa di trivellazione: verifica di compatibilità del tipo di scudo con la natura dei terreni da trivellare;
- verifiche sulla potenza dei sistemi di avanzamento della fresa in relazione alle resistenze all'avanzamento previste;
- cedimenti e deformazioni sui terreni: verifiche tensio-deformative sulla stabilità del foro e sui cedimenti indotti in superficie.

III.23 Verifiche strutturali e di stabilità

L'esame della stabilità d'insieme del microtunnelling/presso trivella/pipe jacking e della porzione di terreno interessata dallo scavo deve essere condotto con riferimento alle condizioni che si verificano durante i lavori (condizioni di breve termine) e dopo la fine dei lavori stessi. I calcoli di verifica da effettuare sono quelli strutturali sui tubi prefabbricati i c.a. e di stabilità della parete di spinta.

Tubi prefabbricati in c.a. per fognatura

Il tubo di rivestimento deve essere sottosposto a verifica sia nei confronti dei carichi normali all'asse che con riguardo alle massime azioni longitudinali prevedibili. Le azioni debbono essere combinate in modo da rappresentare in maniera adeguata tutte le fasi di lavoro del tubo.

Le sollecitazioni trasversali all'asse di trivellazione che devono essere prese in considerazione sono:

- i carichi accidentali al p.c.
- il carico di terreno sovrastante
- la spinta laterale attiva del terreno
- il peso proprio del tubo di protezione
- la pressione idrostatica esterna

Le sollecitazioni assiali che devono essere prese in considerazione sono:

- spinta assiale di infissione
- spinte eccentriche per perdita di centratura.

Le tensioni dovute ad eccentricità della spinta possono essere conseguenti a correzioni direzionali in tunnel ad asse rettilineo ovvero alla applicazione dei raggi di curvatura imposti in trivellazioni ad asse curvilineo. La distribuzione delle sollecitazioni sulla tubazione dipende fondamentalmente dal tipo di giunto tra i tubi. Le relative verifiche statiche devono essere eseguite in accordo alle norme elencate nel capitolo II.

Per la determinazione dell'incremento locale di tensione dovuto alla eccentricità debbono essere assunti valori sufficientemente cautelativi, per tenere conto in modo adeguato delle effettive operazioni di correzione della direzione che potrebbero effettuarsi in corso d'opera.

Stabilità della parete di spinta

La parete di spinta è destinata a trasferire la spinta della stazione principale al terreno retrostante il pozzo di trivellazione. Sotto la propria responsabilità, l'Appaltatore dovrà verificare che le caratteristiche di deformazione della parete di spinta in relazione all'intensità delle forze di spinta previste e alle caratteristiche strutturali della postazione di trivellazione siano compatibili

con il grado di precisione richiesto al sistema di puntamento laser per il controllo direzionale connesso al muro reggispinta.

Nel caso che le deformazioni siano di valore non accettabile, l'Appaltatore è tenuto a proprie spese a realizzare le opere di consolidamento necessarie.

III.24 Controlli e accettazione dei lavori per le postazioni

III.24.1 Controlli durante la realizzazione

In aggiunta ai controlli sui singoli materiali e alle singole opere, il Direttore Lavori potrà eseguire tutti i controlli e le ispezioni che riterrà più opportuni per verificare che l'Appaltatore adotti le precauzioni necessarie per eseguire correttamente i lavori operando secondo le procedure indicate nel piano di intervento e che l'opera venga realizzata con caratteristiche geometriche conformi agli elaborati di progetto.

I controlli saranno effettuati con lo scopo di verificare:

- le procedure operative e l'idoneità delle attrezzature utilizzate;
- le caratteristiche strutturali e geometriche delle opere realizzate;
- le caratteristiche dei materiali, delle miscele e del calcestruzzo.

Specificamente per il microtunnelling:

- la rispondenza geometrica del tunnel e il rispetto delle tolleranze di progetto;
- le caratteristiche funzionali richieste (stabilità, pendenza e impermeabilizzazione).

Qualora dai controlli effettuati dovessero emergere difformità rispetto alle prescrizioni e/o a quanto riportato negli elaborati progettuali, l'Appaltatore sarà obbligato, salvo diverse indicazioni da parte del Committente, a rimuovere le cause che le hanno determinate e ad adeguare i lavori già eseguiti, per fornire, a conclusione dei lavori, l'opera in conformità a quanto richiesto.

III.24.2 Controlli sul microtunnelling in corso di esecuzione dei lavori

Controllo sui tubi in c.a. a spinta

Il Direttore Lavori potrà eseguire tutti controlli che riterrà opportuno con lo scopo di verificare le caratteristiche dimensionali e di resistenza dei tubi prefabbricati, altresì valutare la loro integrità in senso geometrico.

Controllo sulle attrezzature

Il Direttore Lavori potrà eseguire tutti controlli che riterrà opportuno con lo scopo di verificare che i mezzi e le attrezzature disponibili per la realizzazione dell'opera siano in buone

condizioni per tutta la durata dei lavori. Tali controlli verranno eseguiti mediante una serie di ispezioni visive e/o verificando direttamente le capacità operative in corso lavori.

Controlli in tempo reale sulla direzionalità

Il controllo direzionale avviene tramite una attrezzatura laser di rilevamento in continuo. La postazione dello scudo viene verificata grazie ad un bersaglio fotosensibile (laser target) solidale con lo scudo che, colpito dal laser, trasferisce alla consolle tutti i dati relativi alla posizione dello scudo compresa l'eventuale rotazione. I dati elaborati dal computer permettono di determinare le eventuali correzioni.

Determinante è la taratura della strumentazione in fase iniziale quando il laser è posizionato all'esterno e può individuare le coordinate geografiche. Successivamente la strumentazione viene posizionata all'interno del tunnel e i dati vengono rilevati grazie a triangolazioni predefinite per punti.

Il Direttore Lavori potrà richiedere i dati computerizzati rilevati che riterrà opportuno con lo scopo di verificare che il tunnel sia realizzato secondo quanto stabilito in progetto.

III.24.3 Controlli sulle postazioni in corso di esecuzione dei lavori

È previsto un sistema di controllo del comportamento statico e deformativo dei pozzi, costituito dalla messa in opera di un inclinometro e di una serie di celle pressiometriche.

È previsto inoltre un punto di misura adeguatamente lontano dal sedime dei pozzi di spinta, in modo da poter eseguire le letture topografiche di precisione della posizione della testa dell'inclinometro.

Durante le fasi di realizzazione dei pozzi, le letture dovranno essere eseguite in continuo; alla fine di ogni fase di scavo viene registrata la deformata, ed i risultati sono trasmessi alla D.L. ed al progettista strutturale per l'opportuno controllo immediato della situazione.

III.24.4 Accettazione delle opere a lavori ultimati

Il Committente potrà richiedere l'esecuzione di tutti i controlli che riterrà più opportuni volti a verificare la regolare realizzazione del microtunnelling e la sua tenuta idraulica.

A completamento dei lavori, qualora dai controlli effettuati l'opera dovesse risultare non conforme alle prescrizioni progettuali o alle prescrizioni della presente specifica si procederà all'esecuzione di ulteriori prelievi e prove complementari. Se le indagini suppletive dovessero confermare i risultati negativi, in relazione alla gravità delle difformità riscontrate, il Committente potrà:

- *rifiutare l'opera quando le difformità siano tali da renderla inaccettabile*. In questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a ricostruire il manufatto in conformità alle prescrizioni sopraddette;

- *richiedere interventi riparatori.* Se i difetti saranno di poca entità e non pregiudicano sostanzialmente l'efficienza dell'opera, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire gli interventi di riparazione e di consolidamento necessari.

Il Committente considera inderogabili eventuali difformità rispetto ai requisiti di seguito elencati in quanto la loro inosservanza da parte dell'Appaltatore potrebbe inficiare la funzionalità per la quale è costruita l'opera e cioè la tenuta idraulica ed il funzionamento a gravità del collettore fognario:

- le strutture di contenimento dei pozzi e del microtunnelling devono essere idonee per resistere alla spinta delle terre, alla spinta idrostatica e ai carichi accidentali di superficie;
- l'insieme delle opere la cui costruzione è prevista con tipologie e modalità costruttive in grado di garantirne la tenuta idraulica, dovrà conservare tale caratteristica funzionale anche durante l'esercizio della condotta fognaria;
- le dimensioni dei pozzi e del microtunnelling sono le minime necessarie per garantire le condizioni operative e di sicurezza.
- il rispetto delle tolleranze relativamente alla pendenza del microtunnelling è considerato inderogabile in quanto tolleranze maggiori impedirebbero il corretto funzionamento idraulico del collettore ed il rispetto della scala di deflusso di progetto.

I requisiti funzionali sopra elencati sono considerati dal Committente inderogabili, pertanto a fine lavori nel consegnare l'opera, l'Appaltatore è tenuto a verificare e a confermare sotto la propria responsabilità l'idoneità geometrica e funzionale delle strutture costruite.

I sopradetti requisiti dovranno essere confermati e verbalizzati in sede di verbale di fine lavori tra il Direttore dei Lavori, l'Appaltatore.

IV. RISANAMENTO CONDOTTE FOGNARIE CON RELINING

Il gruppo di tecniche di risanamento NO-DIG raccolte sotto la denominazione C.I.P.P. - *Cured In Place Pipe* (tubo polimerizzato in loco), rappresentano una metodica di rinnovamento e/o risanamento non distruttivo.

Tale sistema consiste nell'inserimento all'interno di condotte esistenti con funzionamento a gravità, di un tubo flessibile polimerizzato in loco che prende la forma del tubo ospite e ne ripristina la funzionalità eventualmente migliorandone alcuni parametri.

La tecnologia oggetto della presente specifica utilizza come materiale di base un tubo flessibile eventualmente rivestito con una membrana plastica e costituito da un substrato e/o materiale di rinforzo che viene impregnato con una resina fotoindurente e polimerizzato a raggi uv.

Lo stesso viene inserito mediante argano di traino.

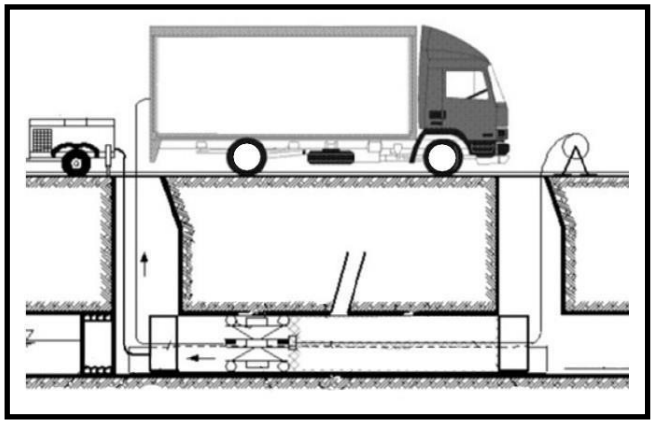


Figura 1: Inserimento a traino.

Possono anche essere utilizzate pellicole plastiche aggiuntive a titolo di ausilio/protezione per l'installazione. Il tubo flessibile inserito è comunemente chiamato liner o calza. L'indurimento è il processo di polimerizzazione della resina che può essere innescato mediante calore o foto-attivazione. Il risultato è costituito dal completo

rinnovamento della condotta esistente, con migliorie dal punto di vista idraulico e statico. Sono da considerarsi attività propedeutiche e necessarie le attività di video-ispezione (ed eventuale pulizia se necessaria) della condotta da rinnovare.

Il processo di lining può essere impiegato in condotte di qualsiasi profilo quali ad esempio sezioni circolari, ovoidali, policentriche, rettangolari etc.

IV.1 Caratteristiche Della Videoispezione E Relative Certificazioni

La Videoispezione deve essere eseguita prima e dopo l'intervento di Relining UV.

L'intervento di Videoispezione deve essere eseguito, (a mezzo di sistema certificato industria 4.0), con robot filoguidati aventi caratteristiche di ispezione idonee all'indagine di tubazioni di grandi diametri, aventi caratteristiche tali da permettere la realizzazione di una relazione tecnica su campo, aventi sistemi laser per la misurazione di crepe, curvature della tubazione, misurazione della percentuale di sedimento (sabbie o altro) nel tubo stesso, con rilascio di apposito file contenente tutti i dati rilevati, e rilascio di georeferenzazione dell'ubicazione di tutto il tratto ispezionato.

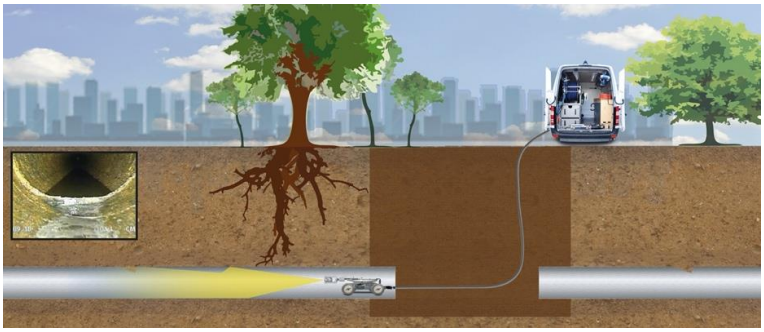


Figura 2: Ispezione dei tubi mediante CCTV: identificazione della condizione, ostruzione di oggetti e connessioni di servizio.

IV.2 Idropulitura E Spurgo Della Tubazione Da Risanare

Successivamente all'indagine videoispettiva, sarà eseguita l'idropulitura e lo spurgo dell'intero tratto oggetto di relining, con appositi mezzi allestiti.

A tal proposito trattandosi di tubazioni per acque grezze e che negli anni hanno sedimentato materiale inerte è necessario che le ditte partecipanti dimostrino di essere iscritte all'Albo Gestori rifiuti, categoria 4 lettera E (codici CER 19 08 02 e 20 03 06) con Autospurgatrice idromeccanica avente le seguenti caratteristiche minime:

- Aspiratore a lobi con capacità di aspirazione non inferiore a 100 mc/minuto
- Pompa acqua delle capacità minime non inferiore a 290 litri/minuto a 200 atm
- Proboscide per l'aspirazione con tubo del diametro non inferiore a mm 200;

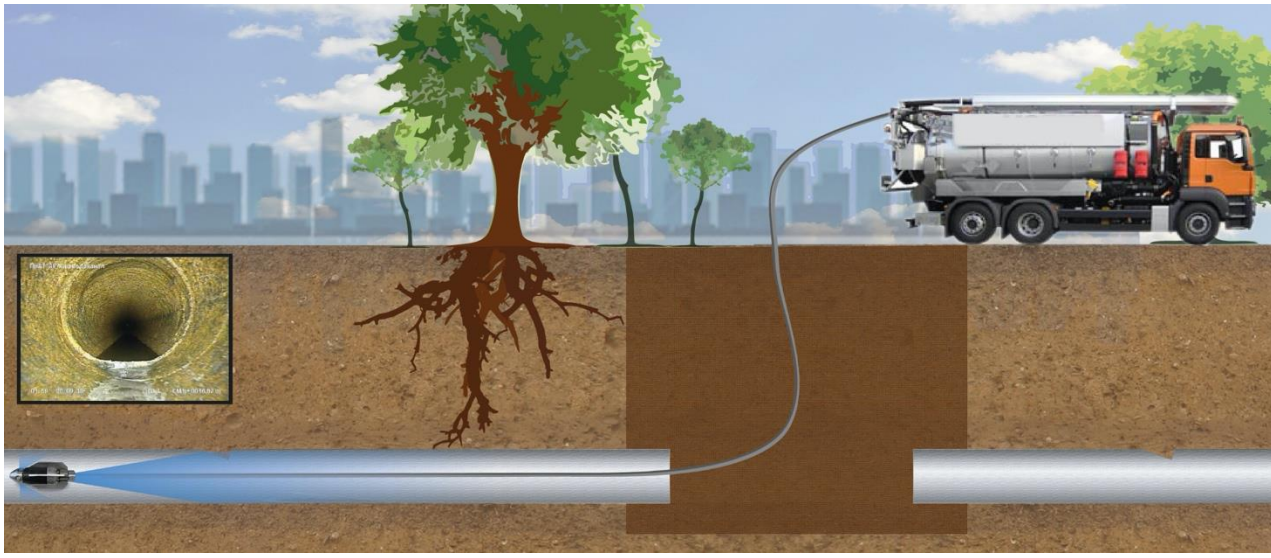


Figura 3: Ispezione dei tubi mediante CCTV: identificazione della condizione, ostruzione di oggetti e connessioni di servizio.

IV.3 Caratteristiche Della Fresatura E Relative Certificazioni

Gli interventi di fresatura saranno propedeutica all'eliminazione di tutte le parti che si presenteranno particolarmente accentuate ed a rischio di danneggiamento del liner.

Tele intervento dovrà essere eseguito (a mezzo di sistema certificato industria 4.0) con robot filoguidati aventi caratteristiche tali da poter produrre immagini video degli interventi eseguiti.

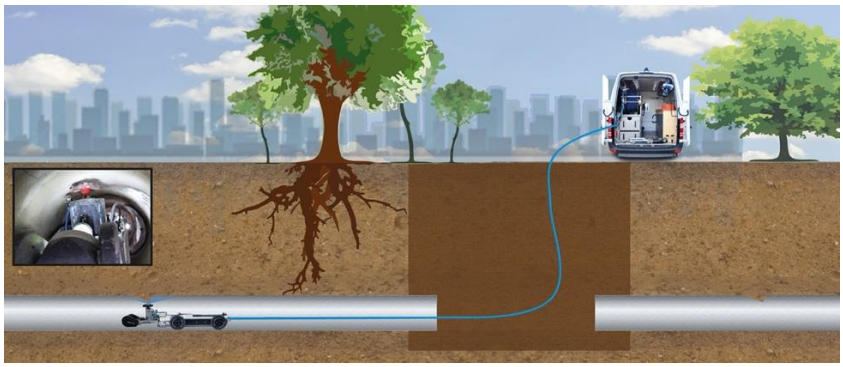


Figura 4: Lavorazione di fresatura per liberare il tubo da oggetti e incrostazioni

IV.4 Caratteristiche Del Liner

Lo strato del liner che costituirà la nuova superficie di scorrimento dovrà presentare caratteristiche di impermeabilità permanente ai fluidi trasportati, alle condizioni d'esercizio dichiarate dal destinatario/proprietario dell'impianto. L'impermeabilità è principalmente a data alla membrana più interna, costituita da una "spalmatura" del supporto con idoneo polimero (detto coating/membrana interna). In linea generale, tale spessore può variare dal calcolo dei rapporti peso/superficie compresi tra 200g/m^2 a 1000g/m^2.

La membrana interna o esterna potrà essere generalmente composta da:

- PE (polietilene)
- PP (polipropilene),
- PUR (poliuretano),
- PA (poliammide),
- PVC (cloruro di polivinile)
- o loro combinazione (comunque compatibili con il fluido convogliato).

IV.5 Membrana interna/coating (spessore di usura)

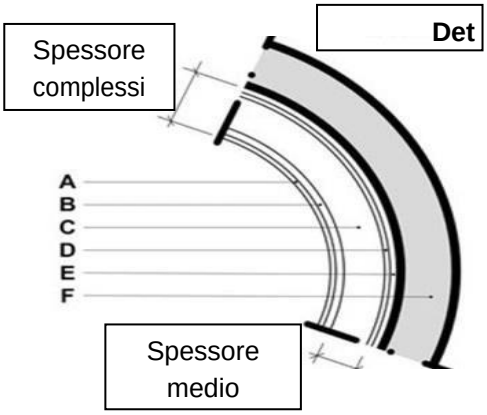
Lo spessore di usura deve garantire un'adeguata resistenza fisica e chimica, per tutto il periodo di vita utile posto a base di progetto. Quest'ultimo non deve essere conteggiato nelle verifiche statiche. L'eventuale usura nel tempo non deve compromettere l'impermeabilità del prodotto finito.

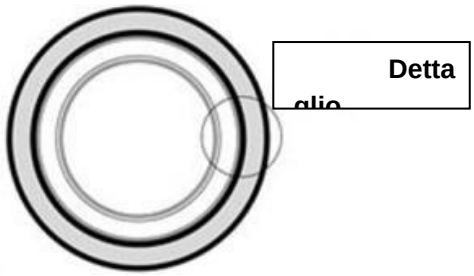
Lo spessore di usura dovrà essere costituito da:

- un rivestimento sulla parte interna del liner (membrana interna);

- uno strato di resina pura;
- uno strato di resina, legato con vetro, feltro e applicato sul lato interno del liner.

Sarà facoltà del progettista, in presenza di particolari caratteristiche di esercizio della condotta, prevedere materiali e spessori di usura, calcolati, eventualmente maggiorati rispetto al valore di sfregamento determinato con la canalina di Darmstadt (UNI EN 295-3).





A: Pellicola interna (Coating)

B: Strato d'usura

C: Laminato (staticamente portante)

D: Strato di pura resina esterno

E: Pellicola esterna

F: Tubazione esistente

Al termine della posa in opera, il liner consolidato dovrà essere formato da uno spessore in cui i vari componenti risultino coerenti tra loro, costituenti quindi uno strato omogeneo senza inclusioni d'aria e privo di evidenti imperfezioni. È comunque possibile che si possano verificare delle corrugazioni/grinze indipendenti dalla qualità dei materiali e della posa in opera, causati da difetti non riconducibili al processo CIPP o da fattori esterni non dipendenti da esso, come irregolarità della sezione della condotta ospitante, deformazioni della sezione di deflusso dei fluidi, sensibili deviazioni plano altimetriche dei tracciati della condotta da risanare, difformità geometrica dei pozzetti di accesso ecc.

Nei tratti rettilinei di condotta esistente con caratteristiche di perimetro interno costante, l'applicazione del liner non dovrà produrre irregolarità superficiali, additive a quelle del tubo ospite, maggiori del 2% del diametro nominale o, quale che sia il maggiore, superiori a 6 mm.

IV.6 Installazione Del Liner

Con il processo di inserimento/traino il liner viene posto su una pellicola di scorrimento (tale pellicola può essere già incorporata nel liner) e inserito all'interno della condotta da risanare tramite un argano. La trazione avviene attraverso il traino con argani controllati, certificati industria 4.0, capaci di registrare a mezzo moduli di controllo le potenze di traino e la velocità.

Come fluido di pressurizzazione viene utilizzata l'aria. La pressione interna dovrà essere quindi prestabilita indicando il valore massimo di inserimento e modulata in maniera da risultare sufficiente a determinare la messa in forma, contrastando nel contempo la contropressione della falda acquifera infiltrante eventualmente presente. Non vanno superate le forze massime di tiro ammesse per l'inserimento.

IV.7 Processo Di Indurimento Mediante Raggi Uv (Fotocatalisi)

Nel caso di un indurimento ai raggi UV è necessario assicurare il monitoraggio e documentazione costante delle funzioni delle lampade e la pressione di gonfiaggio. La tecnica di illuminazione impiegata deve essere appropriata al rispettivo tipo di liner. Vanno rispettati le velocità di avanzamento e il posizionamento delle lampade UV indicati dal produttore del liner. La temperatura del liner deve essere misurata sulla sua superficie interna, in modo da adattare la velocità di avanzamento. L'andamento della pressione di gonfiaggio, della velocità di avanzamento e della temperatura devono essere costantemente documentati durante l'intera fase di indurimento e devono rispettare le prescrizioni contenute nel manuale del sistema.

Prima di procedere a ogni indurimento, è importante che le lampade UV siano state controllate e pulite conformemente a quanto indicato dal costruttore (ad es. eliminare impronte digitali, polvere ecc.). L'ineccepibilità generale della lampada e la sua pulizia superficiale sono aspetti fondamentali per il suo funzionamento e, di conseguenza, per l'esecuzione corretta dell'indurimento del liner.

Per ogni lampada devono essere documentati e conservati in cantiere i seguenti risultati delle prove:

- numero di serie,
- primo utilizzo della lampada,

- ore di esercizio (processi di indurimento),
- data del controllo,
- valore misurato dell'intensità luminosa e risultato della prova,
- identificazione della lampada di riferimento.

Nel caso di malfunzionamento di una o più lampade UV durante la fase di catalisi è necessario adattare la velocità di avanzamento secondo il manuale di sistema.

L'attrezzatura dovrà essere certificata industria 4.0 e dovrà poter registrare durante tutta la fase del processo, le velocità di trazione, le temperature sul liner, prima, durante e dopo il passaggio del robot, la temperatura all'interno della tubazione, la potenza delle lampade, la pressione nel liner ed il video del processo, con rilascio di apposito file contenete i dati registrati.

IV.8 Taglio E Fissaggio

A raffreddamento avvenuto, il liner verrà tagliato per i tratti eccedenti a monte ed a valle, dove verranno installati da personale qualificato i rispettivi collari Amex al fine di garantire una perfetta tenuta tra la tubazione esistente e quella di nuova realizzazione.

A tal proposito per garantire una corretta installazione dei su citati collari, le ditte partecipanti dovranno dimostrare di avere tra il proprio personale in possesso del requisito di installatori ottenuti direttamente alla Amex almeno un anno prima della pubblicazione del bando.

IV.9 Collaudo Ad Aria

Il tubo risanato viene collaudato ad aria secondo la normativa UNI EN1610:1999. L'attrezzatura utilizzata prevede la certificazione di taratura in corso di validità alla scadenza del bando.