

Posa di condotte fognarie in terreni limosi-sabbiosi



1. Introduzione

Nel progetto di una fognatura, sia essa di tipo separativo che unitario, gli elementi che bisogna considerare per sviluppare correttamente la progettazione e l'esecuzione dell'opera sono:

- A Caratterizzazione dell'area da servire;
- B Caratterizzazione del corpo ricettore;
- C Esame della situazione ambientale attuale e della prevedibile evoluzione temporale;
- D Interazione fluido trasportato-tubazione (caratterizzazione fisica, chimica, sanitaria dei fluidi trasportati);
- E Interazione terreno-tubazione (caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati)

Con tali elementi che possiamo considerare come variabili indipendenti, si può definire la fognatura sotto l'aspetto:

- del tracciato;
- idraulico e idrodinamico;
- dei materiali da condotta e delle modalità di posa;

Per quanto riguarda i primi due punti non si ritiene di dover aggiungere nulla a quanto già ampiamente trattato sia a livello teorico che sperimentale, mentre per i materiali da condotta e per le modalità di posa, dove spesso si assiste a scelte poco razionali dettate da considerazioni ispirate di volta in volta da una caratteristica intrinseca della tubazione particolarmente allettante quale l'economicità, la leggerezza, la facilità di giunzione, la resistenza meccanica, la resistenza all'aggressività, prescindendo dalla interazione di questa con il terreno e con il fluido trasportato e dalla compatibilità con i manufatti accessori (pozzetti di ispezione, tipologia degli allacciamenti ecc.), si possono fare alcune considerazioni per cercare di individuare un iter progettuale razionale.

Nella fase di progettazione generale o di massima per poter discriminare tra

le soluzioni possibili bisogna considerare molte variabili che difficilmente possono essere schematizzate, mentre la successiva progettazione esecutiva può essere ricondotta più facilmente nell'ambito di uno schema come quello che si propone in fig. 1, che pur nella estrema sintesi che un tale approccio impone consente di percorrere l'iter progettuale con razionalità.



2. Considerazioni generali sui materiali e sui metodi di posa delle tubazioni

I metodi di posa delle condotte fognarie devono essenzialmente garantire la stabilità delle condotte e del terreno sovrastante con il minore onere economico e socio-ambientale, in relazione alle caratteristiche delle tubazioni, dei terreni, dei sovraccarichi superficiali e delle prevedibili evoluzioni temporali degli stessi.

Considerato che la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni, così come i sovraccarichi superficiali sono elementi noti e invariabili dipendenti da ipotesi progettuali definite a livello di progettazione generale, nella fase esecutiva restano da valutare l'interazione terreno tubazione e quindi i metodi di posa e la scelta dei materiali da condotta.

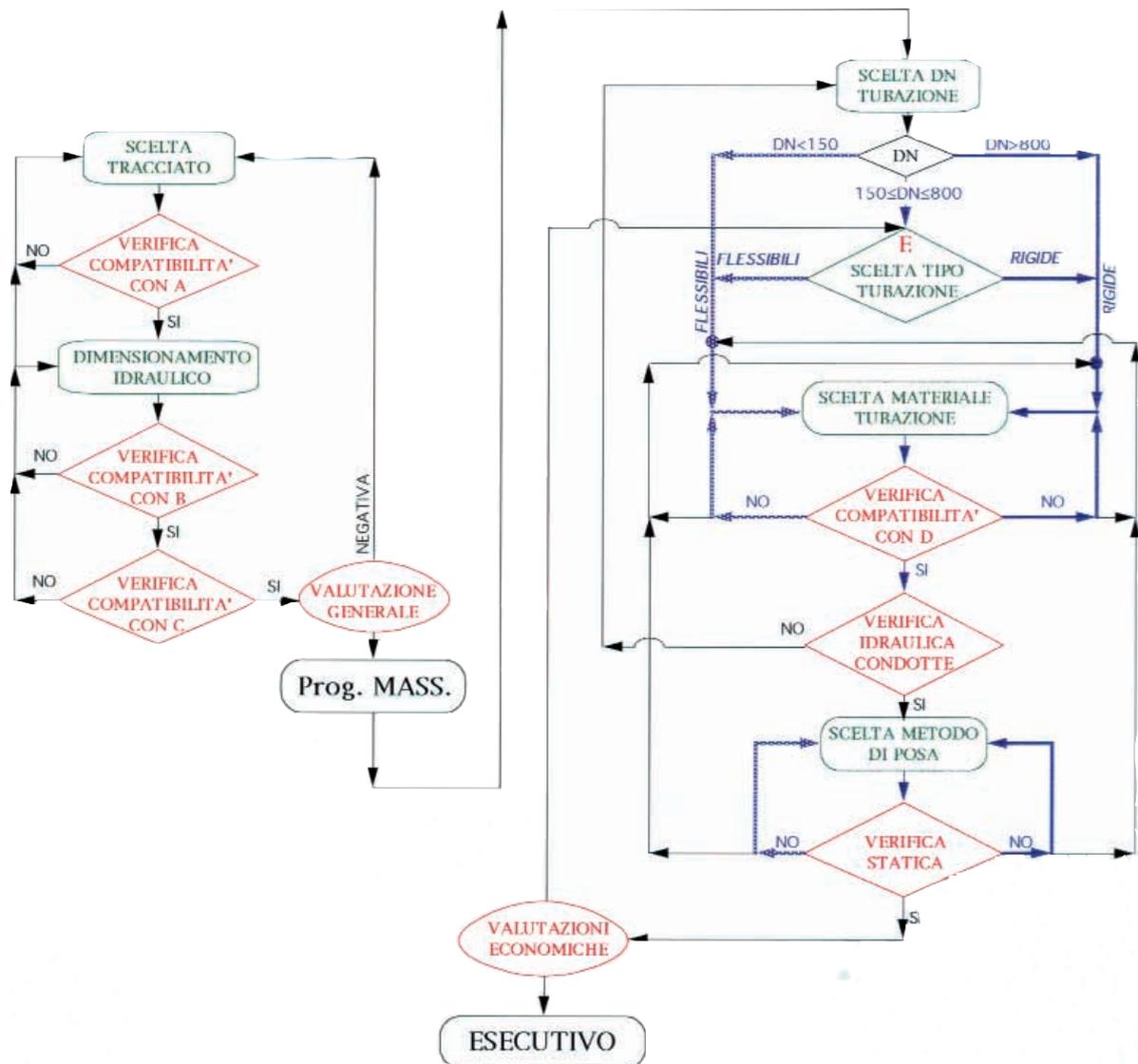
Tali valutazioni dovrebbero essere fatte con estrema attenzione in quanto nella realizzazione di una fognatura, intesa come complesso di opere di disinquinamento, la bontà degli schemi progettuali generali può essere compromessa dalla scarsa attenzione per gli aspetti esecutivi, (pozzetti di ispezione, allacciamenti, caditoie ecc.) tra i quali la scelta del tipo di tubazione e del metodo di posa riveste un ruolo fondamentale per il funzionamento e la gestione dell'opera.

Ai fini dello studio della interazione terreno - tubazione le tubazioni si

ELEMENTI DI PROGETTO

GENERALE	A - CARATTERIZZAZIONE DELL' AREA DA SERVIRE
	B - CARATTERIZZAZIONE DEL CORPO RICEITTORE
	C - ESAME DELLA SITUAZIONE AMBIENTALE ATTUALE E DELLA PREVEDIBILE EVOLUZIONE TEMPORALE.

ESECUTIVO	D - CARATTERIZZAZIONE FISICA CHIMICA SANITARIA DEI FLUIDI TRASPORTATI INTERAZIONE FLUIDO TRASPORTATO-TUBAZIONE
	E - CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI INTERESSATI INTERAZIONE TERRENO-TUBAZIONE



distinguono in rigide e flessibili, dove per rigide si intendono le tubazioni con un grado di deformabilità inferiore al terreno circostante (calcestruzzo, gres, fibrocemento, ghisa) caratterizzate nel caso di condotte a pelo libero da un valore del carico di rottura espresso in KN/m o di classe in KN/m², che esprime la capacità di resistere ad un carico distribuito uniformemente sulla generatrice superiore senza collaborazione esterna del terreno, mentre per le tubazioni flessibili si intendono le tubazioni con un grado di deformabilità superiore al terreno (PVC, PEAD, PRFV, PP) le quali non sono caratterizzate da un valore di resistenza intrinseca ma da un limite di deformazione ammissibile espresso in percentuale rispetto al diametro.

La resistenza a rottura per le tubazioni rigide e la capacità di opporsi alla ovalizzazione delle tubazioni flessibili aumenta proporzionalmente al grado di collaborazione tra la tubazione e il letto di posa-rinfiando che si realizza con il metodo di posa adottato.

Dalle diverse caratteristiche delle tubazioni rigide e flessibili si possono trarre alcune indicazioni di carattere generale sul loro utilizzo:

- Nelle reti di allacciamento e raccolta dove sono prevedibili interventi sulle tubazioni per nuovi allacciamenti o per interventi su sottoservizi in parallelismo, non sempre eseguiti con la dovuta perizia, è consigliabile utilizzare tubazioni rigide con elevate caratteristiche di resistenza e in grado di subire disassamenti orizzontali e verticali senza trasmettere sollecitazioni ai manufatti e alle tubazioni vicine.
- Bisogna utilizzare tubazioni rigide in grado di resistere alle sollecitazioni esterne con un grado di collaborazione tra la tubazione e il letto di posa-rinfiando non molto spinto anche nel caso di condotte molto profonde e/o in terreni che richiedono particolari accorgimenti per lo scavo delle trincee. Più in generale in tutte le condizioni critiche bisogna utilizzare modalità di posa che

non richiedono lavorazioni particolarmente complesse quali getti di calcestruzzo in presenza d'acqua o accurate compattazioni del materiale di rinfiando, difficilmente realizzabili a regola d'arte e non verificabili dal personale tecnico di controllo.

- Nelle reti di trasporto in terreni non urbanizzati con profondità di posa non elevata e in condizioni di lavoro agevole, si possono utilizzare tubazioni che, soddisfacendo ai requisiti richiesti dalle interazioni fluido trasportato-tubazione e terreno-tubazione, consentono di realizzare la migliore economia di posa in opera (rigide o elastiche).



3 Posa di condotte fognarie in terreni limo-sabbiosi sotto falda

Nella realizzazione di condotte fognarie in terreni limo-sabbiosi sotto il livello della falda freatica oltre a quelle problematiche di carattere generale precedentemente analizzate bisogna valutare con estrema attenzione quelle connesse alla filtrazione, al sifonamento e alle oscillazioni del livello di falda.

Infatti i difetti che più frequentemente si riscontrano in tale situazione sono dovuti essenzialmente alla filtrazione dell'acqua di falda nel terreno circostante la tubazione, al sifonamento ed al trasporto delle parti più fini con il conseguente cedimento indotto nelle tubazioni e nel terreno.

L'innesco del fenomeno è generalmente causato dalla imperfetta tenuta idraulica dei giunti tra le tubazioni, tra queste e i pozzetti e dalla discontinuità nella rete di filtrazione costituita dal materiale utilizzato per il rinterro che può generare un aumento del gradiente idraulico tale da innescare il fenomeno della corrosione. Bisogna inoltre con-

siderare le particolari condizioni di cantiere dovute alla necessità di operare con armature delle pareti della trincea e dalla presenza di acqua di falda nel fondo dello scavo anche con il presidio di un impianto di aggotamento.

Un metodo di posa a lungo sperimentato con buoni risultati, prevede le seguenti modalità di esecuzione (fig. 2):
1) avanzamento dei lavori rigorosamente da valle verso monte per consentire un agevole deflusso dell'acqua di falda attraverso le tubazioni già posate;

2) scavo della trincea mediante ausilio di casseri tipo "marciavanti" di larghezza strettamente necessaria alle operazioni di posa (1 m) e lunghezza di 4÷5 m;

3) stesura sul fondo dello scavo di uno strato di circa 20 cm. di ghiaietto spezzato di pezzatura 4÷8 mm per la formazione del letto di posa delle tubazioni;

4) posa del tratto di condotta (generalmente due tubi da 2 m);

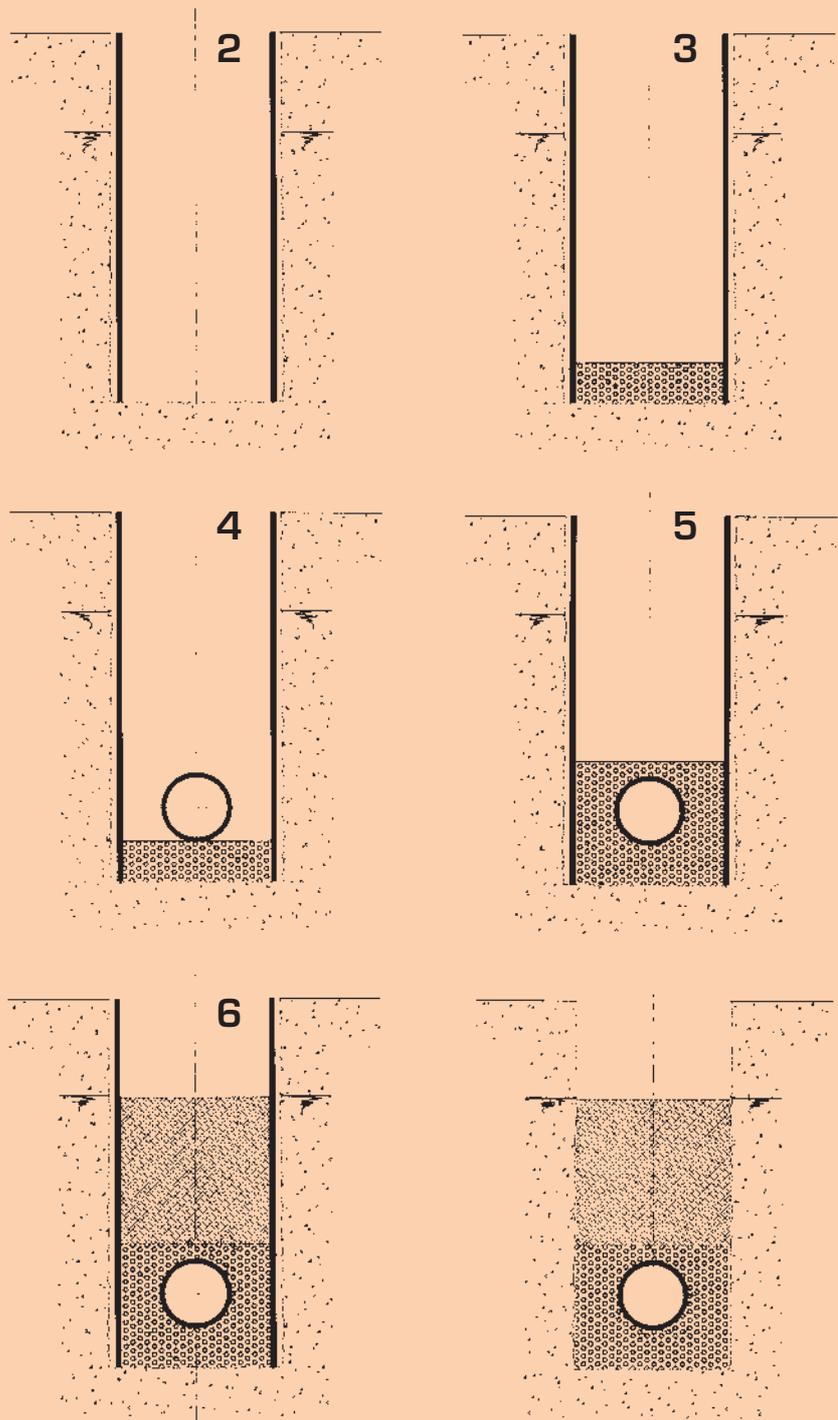
5) rinfiando e ricoprimento delle tubazioni con ghiaietto spezzato;

6) rinterro con sabbia di fiume fino ad un livello che consenta l'avanzamento del marciavanti senza pericolo di franamento delle pareti.

La velocità con la quale si riesce a realizzare il breve tratto di condotta (4 m circa) è tale che molto spesso non è necessario ricorrere all'installazione dell'impianto well-point, realizzando così sensibili economie, così come l'utilizzo del marciavanti riduce l'onere delle armature delle pareti di scavo e del rinterro.

Il ghiaietto spezzato utilizzato per la realizzazione del letto di posa costituisce un ottimo filtro contro il sifonamento del fondo scavo e consente la formazione delle livellette di progetto con semplici e rapide operazioni ma-

SCHEMA DI POSA



nuali anche in presenza di acqua. Con il successivo rinfianco e ricoprimento fatto sempre con il medesimo materiale si ottiene un buon valore di densità relativa. Tale operazione è semplicemente eseguita scaricando il materiale dall'alto dello scavo senza danneggiare le tubazioni. Il materiale inoltre completa il filtro attorno alla condotta. L'aspetto forse più complesso riguarda i fenomeni di filtrazione e sifonamento che possono verificarsi in conseguenza della discontinuità nella rete di filtrazione costituita dal rinterro della trincea, nel caso in esame il rinterro in sabbia di fiume proposto realizza un valido sistema filtrante consentendo il flusso dell'acqua con un basso gradiente idraulico e quindi senza pericolo di erosione e trasporto, inoltre considerato che nelle sabbie la consolidazione è trascurabile, eventuali oscillazioni del livello della falda non produrranno cedimenti apprezzabili.

Le tubazioni che consentono di realizzare quanto descritto sono le tubazioni rigide in quanto l'elevato carico di rottura che le caratterizza ne consente l'utilizzo anche con metodi di posa molto semplici e di rapida esecuzione quali quello analizzato.

A titolo di esempio si propone il calcolo del carico di rottura minimo per una condotta DN 300 posata in sede stradale con una altezza di rinterro di 2,50 m secondo la modalità di posa descritta. (Fig. 3)

Carico del terreno sulla generatrice superiore della tubazione senza riduzione per effetto del costipamento

$$P = 0,52 \times 18 \times 1,00 \times 2,50 = 23,4 \text{ KN/m}$$

Carico dovuto al traffico di veicoli pesanti

$$P_v = 1,1 \times 20 \times 0,35 = 7,7 \text{ KN/m}$$

Con metodo di posa descritto il coefficiente E_z vale cautelativamente

$$E_z = 1,5$$

mentre i coefficienti di sicurezza per i

carichi statici e dinamici si assumono rispettivamente pari a

$$\eta_1 = 1,8 \quad \eta_2 = 1,5$$

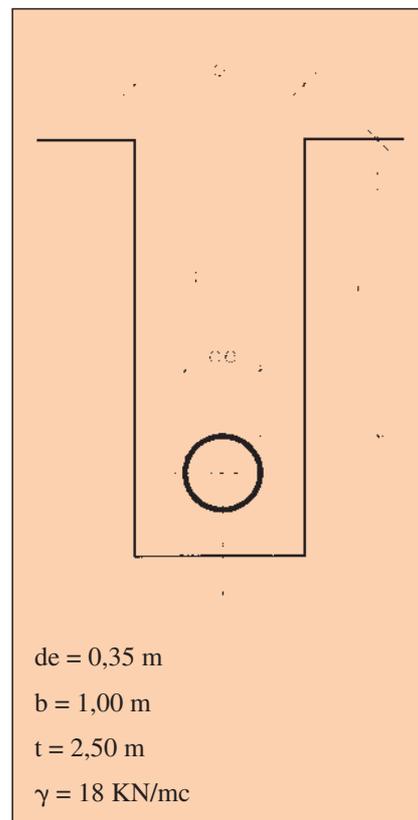
Con tali valori il carico di rottura minimo vale

$$P_s > (\eta_1 \times P + \eta_2 \times P_v) / E_z = 35,8 \text{ KN/m}$$

Tale valore rientra nel campo di applicazione di molte tubazioni rigide (Fibrocemento classe 120, gres classe 160, calcestruzzo), quindi per poter discriminare tra i vari materiali da condotta bisogna considerare tra le tubazioni che prevedono giunzioni garantite fino a 0,5 bar e di facile accoppiamento anche con disassamenti (condizione questa particolarmente vincolante in presenza di falda come nel caso in esame), quelle che garantiscono la migliore resistenza alla aggressioni chimico-fisiche e alla abrasione nelle

condizioni di esercizio più gravose. Definita così la tubazione si verifica la condotta sia idraulicamente, per la portata massima prevedibile, che idrodinamicamente nelle condizioni più gravose e infine statisticamente per le profondità di posa significative.

dr.ing. Giovanni Stigher
Libero professionista - Padova



• Figura 3