



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale: la nuova prassi di riferimento

Roma, 12 luglio 2017

Presentazione della UNI/PdR 26.02:2017

Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



Claudio Mastronardi
IATT - Commissione Tecnica Permanente
Sistemi di posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni

claudiomastronardi@libero.it



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Il ruolo delle CTP

La IATT nell'ambito delle proprie attività istituzionali ha costituito le Commissioni Tecniche Permanenti (CTP) con lo scopo di rafforzare il ruolo delle tecnologie trenchless attraverso azioni unitarie e condivise. Le Commissioni sono chiamate a svolgere una serie di attività, tra le quali:

- confrontare la normativa italiana ed europea per verificare l'opportunità di redigere nuove norme di riferimento in ambito UNI;
- predisporre documentazione a supporto della stesura di norme tecniche e di capitolati di appalto;
- aggiornare o integrare il Prezzario di riferimento per l'impiego delle tecnologie trenchless;
- produrre in maniera veloce e coerente per settore tecnologico, informazioni, dati, documentazione che sia necessario rappresentare, a livello associativo, sugli opportuni tavoli istituzionali per promuovere le tecnologie trenchless.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



Le Prassi di Riferimento sviluppate dalle CTP IATT con UNI (Posa di tubazioni con tecnologie a spinta)

Numero
di
download
ad oggi:
276

PRASSI DI RIFERIMENTO **UNI/PdR 26.2:2017**

Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali

Low environmental impact underground infrastructure technology - Laying pipes by means of horizontal thrust boring

Il documento fornisce la descrizione delle pratiche attuate per la posa in opera di tubazioni a spinta mediante sistemi di perforazione orizzontali. Essa è destinata a tutti i soggetti che operano nel campo delle reti di condotte interrate, quali società o enti di gestione, progettisti, costruttori, e ha lo scopo di dare indicazioni per una corretta scelta dei sistemi di posa in funzione delle caratteristiche delle tubazioni da installare e delle caratteristiche ambientali e geologiche in cui si deve operare.

Pubblicata il 2 febbraio 2017 ICS 93.020

UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

**ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE**

**Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento**



I Contenuti (1/2)

Il documento fornisce la descrizione delle pratiche attuate per la posa in opera di tubazioni a spinta mediante **sistemi di perforazione orizzontali**.

La PdR è destinata a tutti i soggetti che operano nel campo delle reti di condotte interrate, quali società o enti di gestione, progettisti e costruttori.

Ha lo scopo di dare indicazioni per una corretta scelta dei sistemi di posa in funzione delle caratteristiche:

- delle tubazioni da installare;
- ambientali;
- geologiche in cui si deve operare.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

6
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

I Contenuti (2/2)

Il documento descrive:

- le tecnologie ordinariamente in uso per la posa delle tubazioni e le relative peculiarità tecnico-operative;
- le caratteristiche dei tubi che possono essere messi in opera con l'utilizzo delle tecnologie descritte.

L'applicazione delle tecnologie specificate nella PdR consente la realizzazione di un gran numero di opere tra le quali:

- attraversamenti ferroviari e stradali;
- attraversamenti di corsi d'acqua;
- reti di drenaggio delle acque;
- reti tecnologiche; – acquedotti;
- allacci domestici.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

7
UNI
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

La PdR – Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali

La prassi è elaborata secondo il principio logico della progettazione e della realizzazione dell'opera. Essa fornisce in maniera organica e secondo un quadro logico sequenziale le informazioni necessarie per una adeguata conoscenza e utilizzazione delle tecnologie per la posa a spinta.

- Sono definite le diverse tecnologie disponibili;
- Sono definite le indagini preliminari da eseguire per l'impiego delle tecnologie stesse;
- Sono sintetizzati i principali campi di applicazione;
- Sono descritte in dettaglio le singole tecnologie trattate;
- Sono approfonditi gli aspetti tecnici sui materiali da utilizzare;
- Sono descritti gli aspetti specifici della progettazione;
- Sono affrontati gli aspetti legati al cantiere con la descrizione degli spazi operativi.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



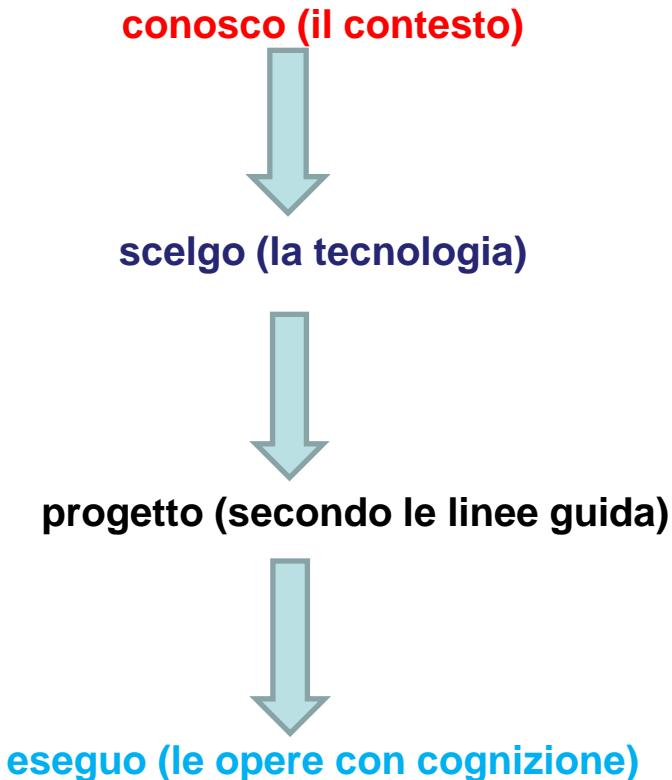
UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

8
UNI
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Guida alla lettura delle PdR (1/8)

La struttura delle «Prassi...»:

Il documento è articolato in capitoli che seguono concettualmente il percorso



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento

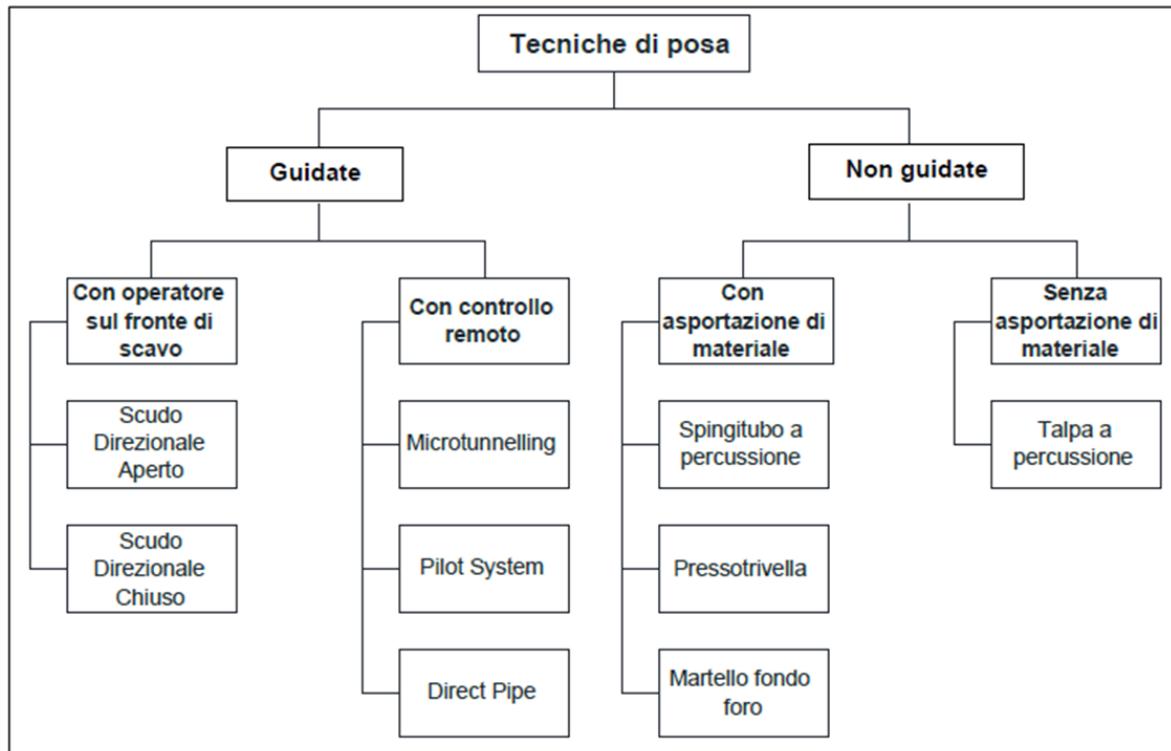


UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

UNI
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Guida alla lettura delle PdR (2/8)

cap. 1 .. 4: Sono riportati in maniera univoca tutti i **termini e le definizioni** dei concetti che afferiscono alla realizzazione di opere che prevedono l'utilizzo di tecnologie a spinta. Si individuano con chiarezza **gli ambiti di applicazione di ciascuna tecnologia trattata** e vengono individuate le **normative di riferimento** del settore.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento

Guida alla lettura delle PdR (3/8)

cap. 5: Contiene gli indirizzi per la individuazione ed esecuzione delle **indagini preliminari** finalizzate alla conoscenza soprattutto geologica e geotecnica dell'ambiente in cui si andrà ad eseguire l'opera.

| TIPO DI INDAGINE | VARIE | | INFORMAZIONI GEOTECNICHE | | | | | | | | | | | | CONDIZIONI DI TERRENO | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|---------------------------|------------|----------------------------|--------|--------|------|---------|-------|-----------------|--|
| | Tipo di terreno | Stratigrafia | Sottoservizi, anomalie terr. | Quota piezometrica | Pressione idrostatica (h) | Angolo di attrito (ϕ) | Ros. taglio non denata (S_u) | Densità relativa (D) | Compressibilità (m, C_s) | Consolidamento (C_v , C_d) | Coeff. Permeabilità (K) | Mod. taglio e di Young (G, E) | Stato orizzontale in situ (K _s) | Stato stato tensionale (OCR) | Curva sforzo deformazione | Rocca dura | Rocca tenera, morene, etc. | Ghiaia | Sabbia | Limo | Argilla | Torba | Terr. Organiche | |
| Scissometrica (FV) | C | C | * | * | * | * | A | * | * | * | * | * | C | B | * | * | * | * | * | B | A | B | | |
| Dilatometrica (DMT) | B | A | * | * | B | B | C | B | B | B | B | B | B | C | * | C | * | A | A | A | A | | | |
| Penetrometrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| statica meccanica | B | A | * | * | * | B | C | B | C | * | * | C | C | C | * | C | * | A | A | A | A | | | |
| elettrica (CPT) | B | A | * | * | B | C | B | C | * | * | B | C | C | * | C | * | C | * | A | A | A | A | | |
| piezoceneo (CPTU) | A | A | * | * | A | B | B | C | A | B | B | C | B | C | * | C | * | A | A | A | A | | | |
| piezoceneo sismico (SCPTU) | A | A | * | * | A | B | B | B | C | A | B | B | B | B | * | C | * | A | A | A | A | | | |
| dinamica (DP) | C | B | * | * | C | C | B | * | * | C | * | * | C | * | C | * | C | * | B | A | B | B | | |
| standard Penetr. Test (SPT) | A | B | * | * | B | C | B | * | * | B | * | C | * | C | * | C | B | A | B | C | C | | | |
| Pressiometrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| con prefero (MPM) | B | B | * | * | * | C | B | C | C | C | * | A | C | C | C | A | A | B | B | B | A | | | |
| con autopreferante (SBP) | B | B | * | * | B | B | B | B | C | A | B | A | A | A | * | C | * | B | A | A | A | | | |
| Carico su pietra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tradizionale (PLT) | C | C | * | * | * | C | B | B | B | C | C | A | C | B | B | B | A | B | B | A | A | | | |
| ad elica (SPLT) | C | C | * | * | * | C | B | C | B | C | C | A | C | B | C | * | * | A | A | A | A | | | |
| Cella di pressione totale | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | B | B | * | * | * | C | A | | |
| Fritturazione idraulica | * | * | * | * | A | * | * | * | C | C | * | B | B | * | B | B | C | C | B | A | C | | | |
| Sismica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a rifrazione | C | B | C | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | A | A | |
| a riflessione | C | B | B | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | A | A | |
| cross hole, down hole, etc. | C | B | B | * | * | * | C | * | * | A | C | C | C | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | |
| Geoelettrica | C | B | C | B | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | A | A | |
| Georadar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| di superficie | C | B | A | B | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | C | A | | |
| in foro | C | A | A | A | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | B | A | | |
| Sond. a carotaggio continuo | A | A | * | A | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | A | A | | |
| Misure piezometriche | * | * | A | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | A | A | A | A | A | A | A | | |
| Prove di pompaggio | * | * | A | * | * | * | * | * | * | A | * | * | * | * | * | A | A | A | A | B | C | B | | |
| Prove di laboratorio | A | * | * | C | A | A | A | A | B | A | * | B | A | B | B | A | A | A | A | A | A | | | |

Tabella 1 - Applicabilità delle principali tipologie di indagine

Legenda

A: elevata applicabilità - B: moderata applicabilità - C: limitata applicabilità - *: nessuna applicabilità.

| TIPO DI INDAGINE | CAMPO DI APPLICAZIONE | VANTAGGI/SVANTAGGI |
|------------------------------|--|---|
| Georadar | Rilevamento di discontinuità nel terreno di qualsiasi natura (sottoservizi, manufatti, strutture interrate, cavità). | Rapido ed economico, profili continui ad alta risoluzione. Non applicabile in terreni argillosi o in falda, prof. max 5-10 m. Penetrazione < 2 m per la detezione di anomalie Ø 20 mm |
| RMT (radio-magnetotellurico) | Identificazione geologica del terreno mediante profilo di resistività. | Profili continui, molto rapido, economico, buona risoluzione laterale. Scarsa controllo della profondità investigata, Disturbi connessi alla presenza di reti metalliche. Poco idoneo nelle aree urbane (forti interferenze per i segnali) |
| Elettromagnetometro | Limitata identificazione geologica del terreno. Rilevamento di manufatti interrati. | Profondità di penetrazione: 3- 10 m. Profili discontinui, interferenze frequenti nelle aree urbane. |
| Geoelettrica | Identificazione geologica del terreno, identificazione di falde idriche, individuazione di anomalie nel terreno (cavità, opere murarie etc.) | Basso costo e buon controllo della profondità. Buona risoluzione laterale e verticale. Idoneo per tutti i tipi di terreno. Profili discontinui. Difficoltà di garantire il corretto contatto elettrico con il terreno nelle aree urbane. |
| Rifrazione sismica | Ricostruzione stratigrafica, valutazione delle caratteristiche meccaniche degli strati | Esegibile su profili poco articolati e con pendenza limitata. Risoluzione orizzontale scarsa. |
| Riflessione sismica | Ricostruzione stratigrafica, valutazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni. | Esegibile in qualsiasi tipo di terreno ed in acqua. Buona risoluzione del dato. Risente di disturbi antropici legati a traffico veicolare. |

Tabella 2 – Principali metodi di indagine geofisica e relativi campi di applicazione



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



Guida alla lettura delle PdR (4/8)

Cap. 6: Approfondisce le varie tecnologie e **guida nell' individuazione di quella più adatta** alle esigenze dell'opera da realizzare. Tra le tecniche a spinta vengono ben evidenziate e descritte in maniera completa le **tecnologie guidate** e le **tecnologie non guidate**.

| Tabella 4.a - Prospetto riepilogativo tecnologie di posa di tubazioni e valori di applicazione | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|--|---------------------------------|--|--|--|--|
| Punto | Tecnologia | Diametro esterno Min e Max di riferimento [mm] | Valori empirici di applicazione | | | | | Punto | Tecnologia | Diametro esterno Min e Max di riferimento [mm] | Valori empirici di applicazione | | | | |
| | | | Distanza di Spinta | Minimo riconoscimento* | Posa di tratti curvilinei | Posa sotto falda | Distanza di Spinta | Minimo riconoscimento* | Posa di tratti curvilinei | Posa sotto falda | | | | | |
| 6.2.1 | Spingitubo a percussione pneumatica | ≥ 101,6 (4") ≤ 4500 (177") | | 1.00m | No | No | | 1.00m | No | No | | | | | |
| 6.2.2 | Pressotritrella | ≥ 250 ≤ 1400 | | 1.5xD _E Min. 1.00m | No | No | | 1.5xD _E Min. 1.00m | No | No | | | | | |
| 6.2.3 | Talpa a percussione | ≥ 45 ≤ 180 | | 10xD _E | No | No | | 10xD _E | No | No | | | | | |
| 6.2.4 | Martello fondo foro | ≥ 75 ≤ 1220 | | 1.5xD _E Min. 1.00m | No | No | | 1.5xD _E Min. 1.00m | No | No | | | | | |
| 6.3.1 | Scudo direzionale aperto | ≥ 1200 ≤ 3600 | In funzione dei diametri e della natura del terreno e del materiale impiegati consultare le tabelle specifiche delle varie tecnologie. | 1.5+2.00xD _E | SI | No** | | 1.5+2.00xD _E | SI | Possible | | | | | |
| 6.3.2 | Scudo direzionale chiuso | ≥ 1800 ≤ 3600 | | 1.5+2.00xD _E | SI | Possible | | 1.5+2.00xD _E | SI | SI | | | | | |
| 6.3.3 | Microtunnelling | ≥ 300 ≤ 3600 | | 1.5+2.00xD _E | SI | SI | | 1.5+2.00xD _E | SI | SI | | | | | |
| 6.3.4 | Pilot System | ≥ 250 ≤ 1280 | | 1.5+2.00xD _E | SI | No** | | 1.5+2.00xD _E | SI | Possible | | | | | |
| 6.3.5 | Direct Pipe | ≥ 800 ≤ 1500 | | 1.5+2.00xD _E | SI | SI | | 1.5+2.00xD _E | SI | Possible | | | | | |

| Tabella 4.b - Applicabilità in funzione delle caratteristiche geologiche dei terreni in sìto | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------|-------------|
| Parametro di riferimento | Spingitubo a percussione pneumatica | Pressotritrella | Talpa a percussione | Martello fondo foro | Scudo direzionale aperto | Scudo direzionale chiuso | Micro-tunnelling | Pilot System | Direct Pipe |
| Rocce | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI |
| Argilla consistente | Possible | SI | SI | NO | SI | SI | SI | Possible | SI |
| Argille Medie e soffici | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI |
| Sabbie | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI |
| Ghiaie | SI | Possible | SI | SI | Possible | SI | SI | NO | SI |
| Sotto Falda | NO | NO | NO | NO | NO | Possible | SI | Possible | SI |

| Tabella 4.c - Deviazione attesa rispetto all'allineamento | | |
|---|----------------|------------------|
| DN [mm] | Verticale [mm] | Orizzontale [mm] |
| < 1000 | ±25 | ±40 |
| ≥ 1000 fino a ≤ 1400 | ±30 | ±100 |
| ≥ 1400 | ±50 | ±200 |



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento

Guida alla lettura delle PdR (4/8)

| Parametro | Finalità | Modalità di controllo | Verifiche da effettuare |
|-----------------------------------|---|--|--|
| Posizione e direzione avanzamento | Precisione di esecuzione | Sistema laser | Allineamento laser su target |
| Pressione di spinta nel pozzo | Evitare danni strutturali | Controllo delle pressioni di spinta Unità principale | Verificare che non superino i valori di progetto degli elementi strutturali |
| Pressione sul fronte di scavo | Evitare situazioni di blocco della testa fresante | Controllo della pressione di rotazione | Verificare che i valori non superino quelli ammissibili per la macchina |
| Volume di smarino | Evitare che vi siano dei cedimenti in superficie | Verifica dei volumi asportati | Verificare che il volume effettivamente rimosso non ecceda oltre il 5% quello teorico calcolato rispetto al volume del tubo da posare. |



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



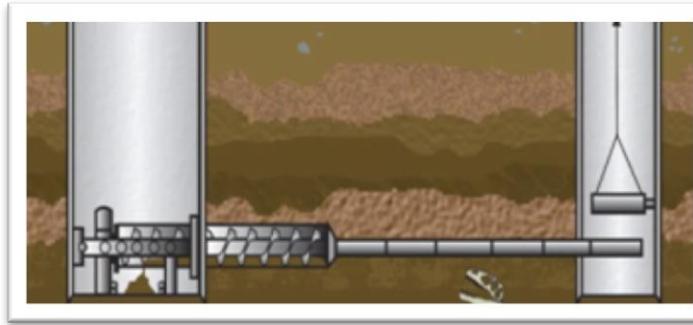
UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

13
UNI
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Guida alla lettura delle PdR (5/8)



Talpa a percussione



Pilot System



Microtunnelling



Scudo direzionale aperto



**Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento**

Guida alla lettura delle PdR (6/8)

Cap. 7: Individua le caratteristiche dei **I materiali da impiegare per** le tubazioni da utilizzare nella posa a spinta. Non tutti i tubi reperibili sul mercato sono adatti alla posa mediante tecniche a spinta. Nel capitolo si descrivono i materiali utilizzabili e le principali caratteristiche meccaniche richieste dalle metodiche riportate nel cap. 6.

Tabella 7 - Tubi in gres ceramico: Dimensioni e forze massime di spinta ammesse

| DN [mm] | Di [mm] | De [mm] | S. [mm] | FN kN/m | Spinta max (1) [kN] | L [mm] |
|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------------------|-------------|
| 150 | 149 +0/-2,5 | 213 +0/-4 | 32 | 64 | 210 | 1.000 |
| 200 | 199 +0/-3 | 276 +0/-6 | 38,5 | 80 | 350 | 1.000 |
| 250 | 250 +0/-3 | 360 +0/-6 | 55 | 130 | 810 | 1.000/2.000 |
| 300 | 299 +0/-5 | 406 +0/-10 | 53 | 120 | 1.000 | 1.000/2.000 |
| 400 | 400 +0/-6 | 556 +0/-12 | 78 | 160 | 2.350 | 1.000/2.000 |
| 500 | 498 +0/-7,5 | 661 +0/-15 | 81,5 | 140 | 3.000 | 2.000 |
| 600 | 599 +0/-9 | 766 +0/-18 | 83,5 | 120 | 3.100 | 2.000 |
| 700 | 695 +0/-12 | 870 +0/-24 | 87,5 | 140 | 3.300 | 2.000 |
| 800 | 792 +0/-12 | 970 +0/-24 | 89 | 128 | 3.700 | 2.000 |
| 900 | 891 +0/-12 | 1096 +0/-28 | 102,5 | 140 | 4.700 | 2.000 |
| 1.000 | 1056 +0/-15 | 1275 +0/-30 | 109,5 | 120 | 5.700 | 2.000 |
| 1.200 | 1249 +0/-18 | 1475 +0/-36 | 113 | 114 | 6.400 | 2.000 |
| 1.400 | 1400 +0/-30 | 1630 +0/-60 | 115 | | 4.500 | 2.000 |

(1) Le forze di spinta massime ammissibili F_{max} sono da intendersi per spinta rettilinea in condizioni di spinta perfettamente centrata con la superficie di contatto dei giunti completamente aderente.

Tabella 8 - Tubi in PRFV: dimensioni e forze massime di spinta ammesse*

| DE (mm) | SN 32.000 (N/m ²) | | | SN 100.000 (N/m ²) | | | SN 640.000 (N/m ²) | | | PN bar | Lunghezza (m) |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|------------------|
| | DI ⁽²⁾ (mm) | Spess. ⁽²⁾ (mm) | $F_{max}^{(1)(2)}$ (kN) | DI ⁽²⁾ (mm) | Spess. ⁽²⁾ (mm) | $F_{max}^{(1)(2)}$ (kN) | DI ⁽²⁾ (mm) | Spess. ⁽²⁾ (mm) | $F_{max}^{(1)(2)}$ (kN) | | |
| 272 | - | - | - | - | - | - | 224 | 24 | 297 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 376 | - | - | - | - | - | - | 312 | 32 | 638 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 401 | - | - | - | 363 | 19 | 315 | 333 | 34 | 736 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 550 | - | - | 498 | 26 | 728 | 456 | 47 | 1.537 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 | |
| 650 | 608 | 21 | 613 | 590 | 30 | 1.049 | 542 | 54 | 2.146 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 752 | 704 | 24 | 800 | 680 | 36 | 1.470 | 628 | 62 | 2.583 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 860 | 806 | 27 | 1.140 | 780 | 40 | 1.972 | 716 | 72 | 3.905 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 960 | 898 | 31 | 1.497 | 872 | 44 | 2.425 | 800 | 80 | 4.470 | 1-10 | 1, 2, 3, 6 |
| 1.099 | 1.029 | 35 | 2.040 | 997 | 51 | 3.348 | - | - | 1-10 | 1, 2, 3, 6 | |
| 1.280 | 1.198 | 41 | 2.968 | 1.162 | 59 | 4.682 | - | - | 1-10 | 1, 2, 3, 6 | |
| 1.499 | 1.403 | 48 | 3.476 | 1.363 | 68 | 5.705 | - | - | 1-10 | 1, 2, 3, 6 | |
| 1.720 | 1.610 | 55 | 4.381 | 1.564 | 78 | 7.322 | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 1.937 | 1.813 | 62 | 5.325 | 1.765 | 86 | 8.793 | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 2.160 | 2.022 | 69 | 7.185 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 2.400 | 2.248 | 76 | 9.251 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 2.555 | 2.391 | 82 | 10.846 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 3.000 | 2.812 | 94 | 13.068 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 3.270 | 3.066 | 102 | 16.054 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |
| 3.600 | 3.376 | 112 | 20.033 | - | - | - | - | - | 1-6 | 1, 2, 3, 6 | |

(1) Le forze di spinta massime ammissibili F_{max} sono da intendersi per spinta rettilinea e per tubazioni di classe di pressione PN 1. Per PN superiori o per condizioni di spinta in curva, fare riferimento alla documentazione del produttore delle tubazioni.

(2) Misure da considerare al lordo delle tolleranze previste dalle normative di riferimento.

(*) Diametri commerciali compatibili con le attrezzature di perforazione in uso sul mercato.



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento

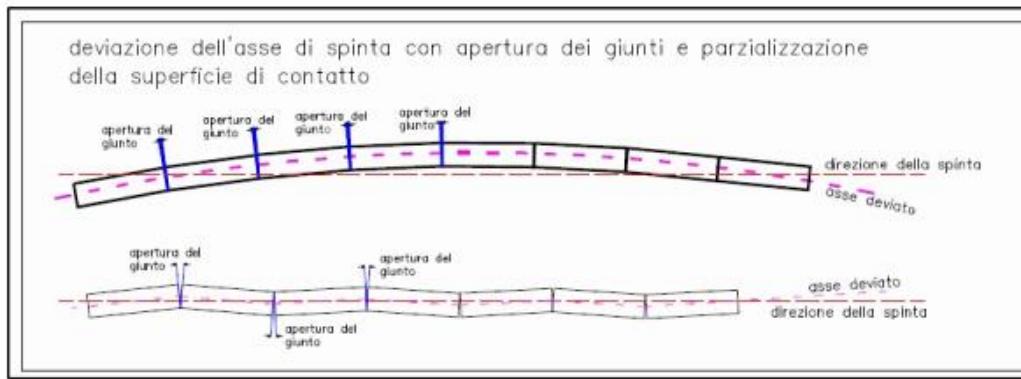


UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

15
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Guida alla lettura delle PdR (7/8)

Cap. 8: Contiene le **linee guida la progettazione** di una condotta posata mediante tecnica a spinta, ripercorrendo le fasi di progettazione previste dalla norma, si individuano i documenti necessari e si sottolineano gli aspetti salienti quando si prevede la realizzazione con sistemi no-dig.



Schema di andamento di spinta

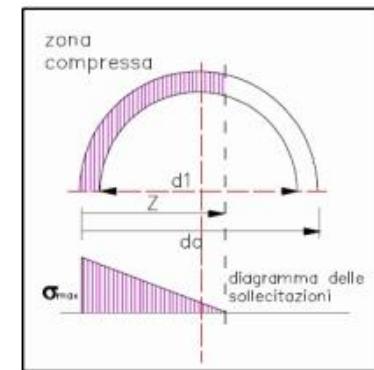


Diagramma qualitativo delle sollecitazioni



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento

Guida alla lettura delle PdR (8/8)

Cap: 9 Illustra gli **schemi di cantiere** per diverse applicazioni e mostra in dettaglio le caratteristiche dei singoli componenti delle attrezzature utilizzate.

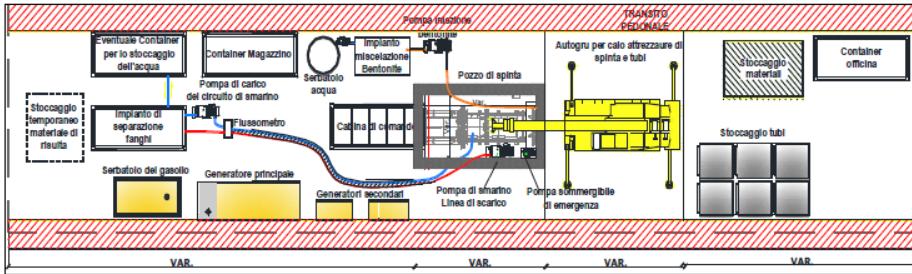


Figura 24 – Schema di cantiere Microtunnelling per posa di tubi DN 2000mm

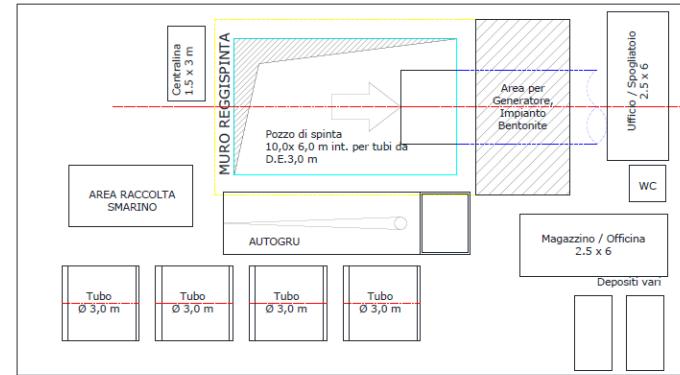


Figura 26 – Schema di cantiere (20m x 30m) Scudo direzionale aperto DN 3000mm

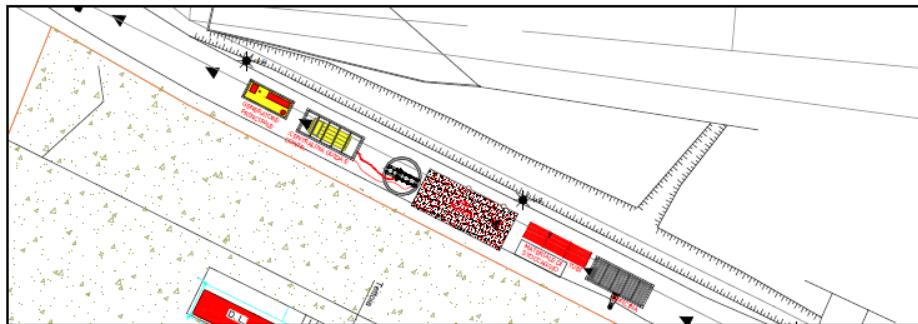


Figura 25 - Schema di cantiere Microtunnelling DN 400mm

| Diametro interno* [mm] | Diametro esterno [mm] | Lunghezza canna di tubo | Dimensioni minime utili interne pozzo di spinta | Dimensioni minime utili interne pozzo di arrivo | Forza di spinta | Dimensione piatta di spinta (ripartizione carico) | Distanza tra l'asse di perforazione e appoggio macchina |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|---|---|-----------------|---|---|
| 400 | 556 | 2.00m | 3.20m x 3.00m | 3.20m x 2.00 m | | 2.50m x 1.50 m | 0.85m |
| 500 | 661 | 2.00m | 3.20m x 3.00m | 3.20m x 2.00 m | | 2.50m x 1.50 m | 0.85m |
| 600 | 766 | 2.00m | 3.20m x 3.00m | 3.20m x 2.00 m | | 2.50m x 1.50 m | 0.85m |
| 700 | 870 | 2.00m | 3.20m x 3.00m | 3.20m x 2.00 m | | 2.50m x 1.50 m | 0.9m |
| 800 | 1000 | 2.00m | 3.20m x 3.00m | 3.20m x 2.00 m | | 2.50m x 1.50 m | 0.9m |
| 1000 | 1280 | 3.00m | 5.00m x 3.50m | 3.50m x 3.00 m | | 3.00m x 2.00 m | 1.35m |
| 1200 | 1490 | 3.00m | 5.00m x 3.50m | 3.50m x 3.00 m | | 3.00m x 2.00 m | 1.35m |
| 1400 | 1720 | 3.00m | 6.00m x 4.00m | 4.00m x 3.00 m | | 3.50m x 3.00m | 1.65m |
| 1500 | 1820 | 3.00m | 6.00m x 4.00m | 4.00m x 3.00 m | | 3.50m x 3.00m | 1.65m |
| 1600 | 1940 | 3.00m | 6.00m x 4.00m | 4.00m x 3.50 m | | 3.50m x 3.00m | 1.65m |
| 2000 | 2500 | 3.00m | 9.00m x 4.50m | 5.00m x 4.00 m | | 4.00m x 3.00 m | 1.95m |
| 2500 | 3000 | 6.00m | 12.00m x 4.50m | 5.00m x 4.00 m | | 4.00m x 3.00 m | 1.95m |
| | | 2.35m | 9.00m x 4.50m | 5.00m x 4.00 m | | 4.00m x 3.00 m | 1.95m |
| | | 6.00m | 12.00m x 4.50m | 5.00m x 4.00 m | | 4.00m x 3.00 m | 1.95m |

(*) Riferimento ai Di delle tubazioni in c.a.v. Per le tubazioni in Gres e PRFV per i medesimi diametri esterni si potranno sì posare tubazioni con diametri interni anche maggiori.

Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale: la nuova prassi di riferimento



Le prassi di riferimento sono scaricabili gratuitamente all'indirizzo web:

http://www.uni.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2573&Itemid=2460

Grazie dell' attenzione



Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture
interrate a basso impatto ambientale:
la nuova prassi di riferimento



UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE
ROMA • FROSINONE • LATINA • RIETI • VITERBO

18
UN
ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE