



Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali

L'utilizzo delle tubazioni in gres e calcestruzzo rivestite per la posa con le tecniche di pipe jacking

Ing. Vincenzo D'Angelo

4 DICEMBRE 2020



Indice degli argomenti:

- Breve richiamo alle tecniche NO-DIG
- La posa dei tubi a spinta: Pipe jacking ⑦ Il microtunnelling.... Pilot system ... Spingitubo
- I tubi in gres per posa a spinta
- I tubi in calcestruzzo con rivestimento polimerico
- Alcune applicazioni





Il NO – Dig e la TECNOLOGIA TRENCHLESS

- Posa di condotte
- Monitoraggio e video - ispezioni
- Riparazioni e risanamenti
- Relining
- Esecuzione allacci senza scavo

senza scavo !

I tubi in gres e le tecniche no-dig

Pipe replacing

Tecnica di sostituzione di una condotta in opera mediante la demolizione del tubo esistente e sostituzione con un nuovo tubo; controllo della direzione da nullo a continuo.

Smarino: assente o a coclea o idraulico



- Pipe bursting
- pipe sliplining
- **Pipe eating**

Spingitubo

Tecnica di infissione nel terreno per pressione o roto-pressione senza controllo della direzione.

Smarino manuale o a coclea

?

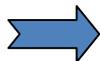


- spingitubo
- presso trivella
- presso trivella con percussione

Tunnellig

Tecnica di infissione nel terreno per pressione, dilavamento o fresatura, con controllo continuo della direzione.

Smarino a coclea o idraulico

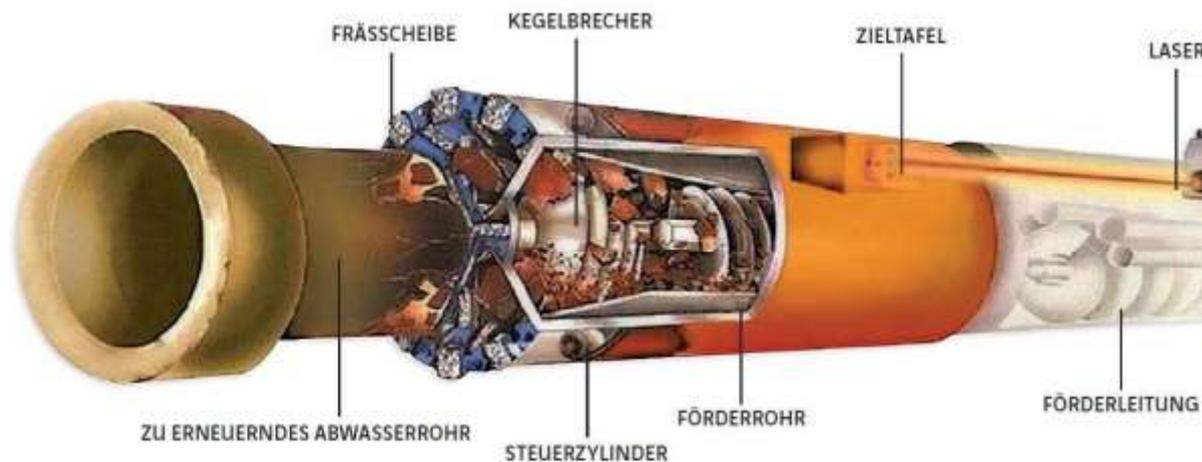


- Directional drilling – **pilot system**
- **Microtunnelling**



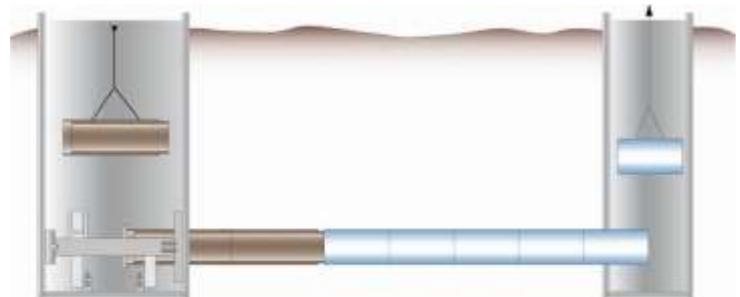
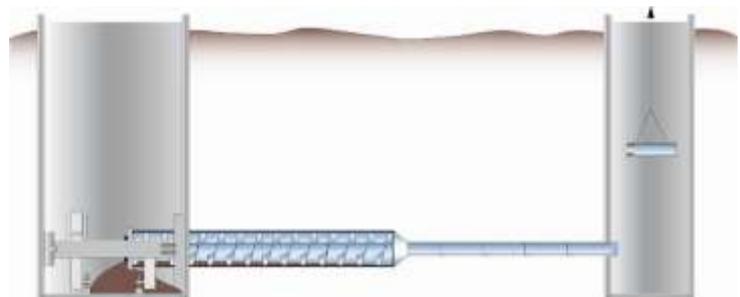
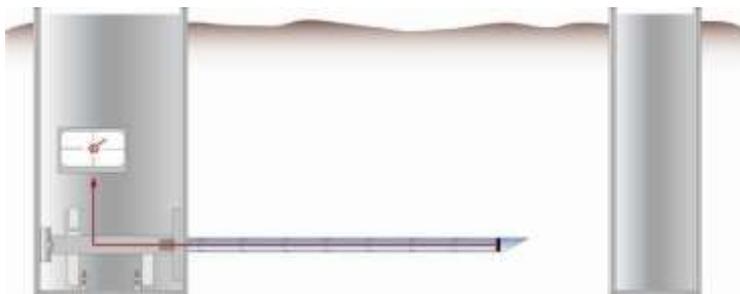
Le tecniche NO DIG: sostituzione di tubazioni in opera

Pipe replacing Pipe eating





Le tecniche NO DIG e i tubi in gres ceramico



Directional drilling **PILOT SYSTEM**

Sistema di perforazione teleguidato che prevede un pre-foro con una sonda e una alesatura successiva per ottenere il diametro definitivo





Le tecniche NO DIG e i tubi in gres ceramico



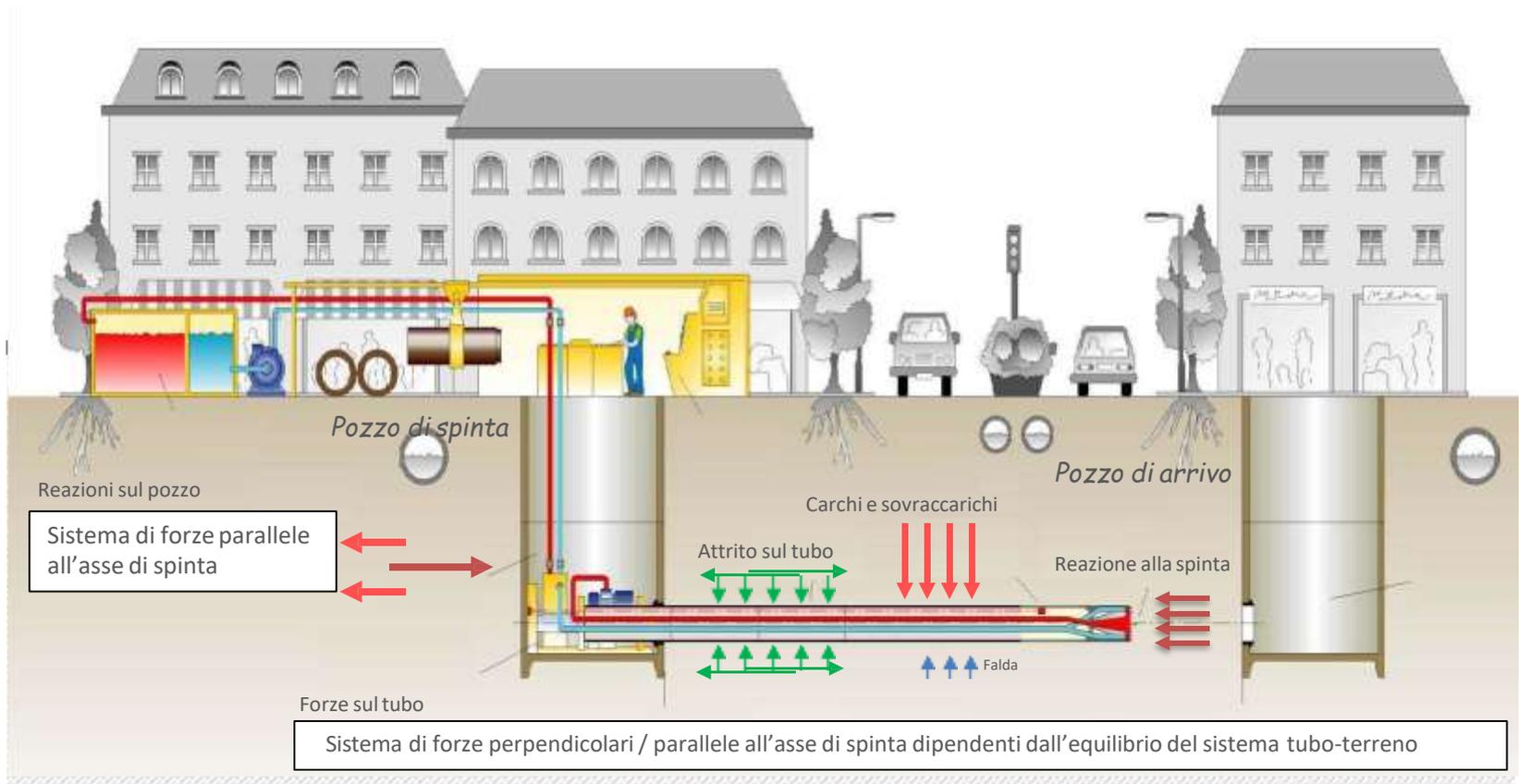
MICROTUNNELLING:

Posa a spinta di tubazioni rigide all'interno di una microgalleria realizzata da una testa di perforazione a direzione controllata





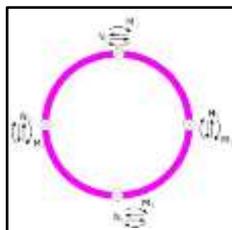
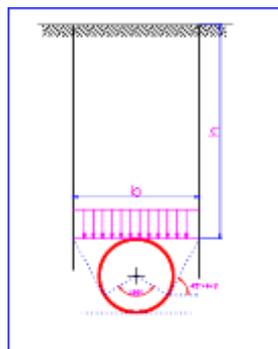
Tubi in gres per posa a spinta : Perché



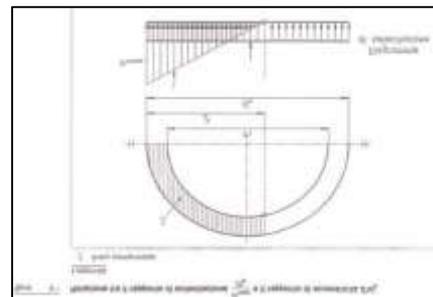
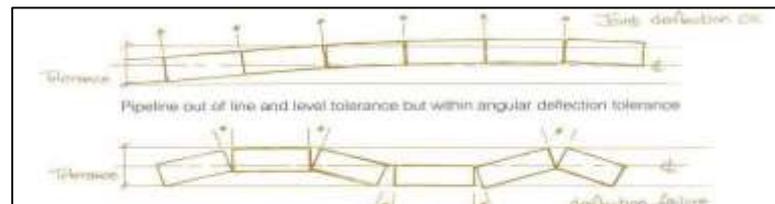
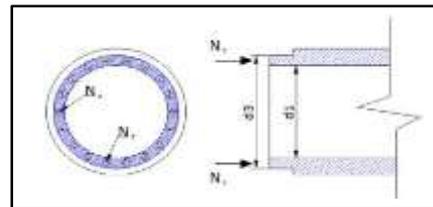


Sistema di forze sollecitante

Forze ortogonali all'asse di spinta

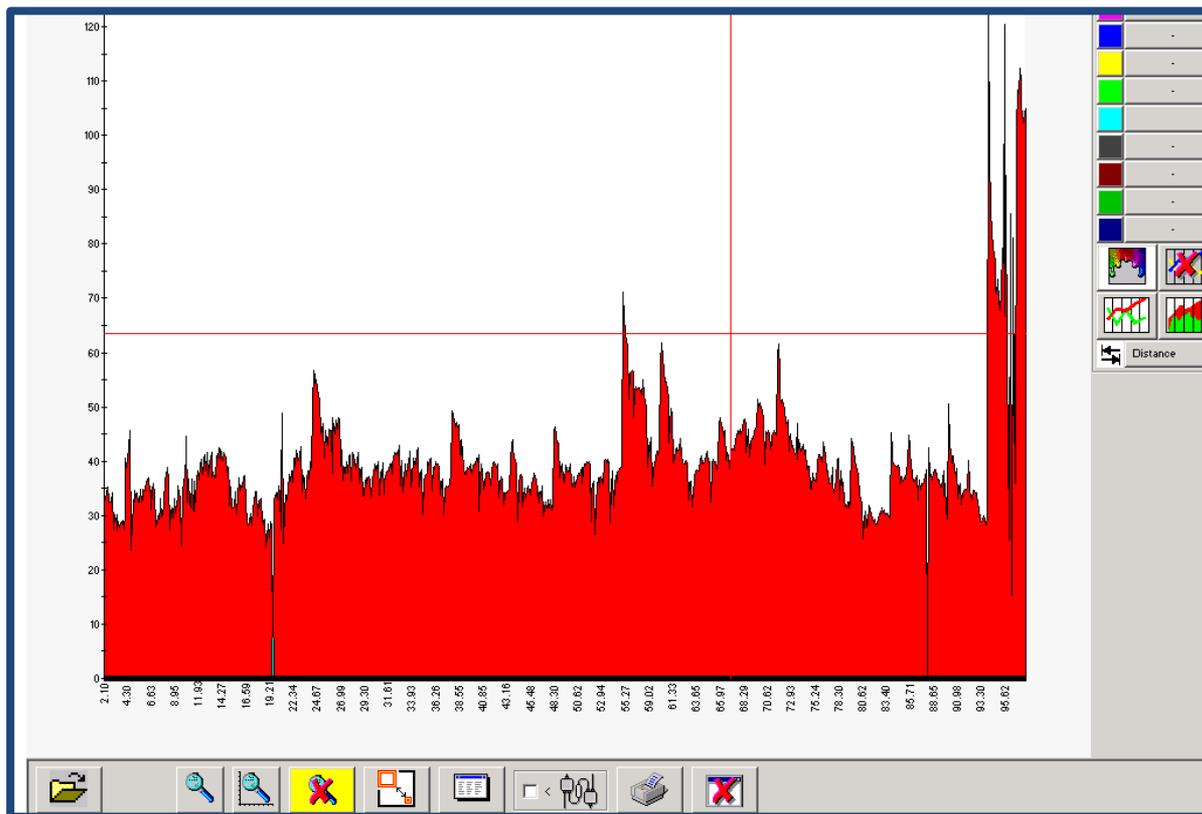


Forze in direzione dell'asse di spinta





Le pressioni di spinta



Rif. diam. 500



Caratteristiche dei tubi per microtunnelling

- ✓ **Elevate caratteristiche di resistenza meccanica**
- ✓ **Bassa deformabilità assiale**
- ✓ **Geometria adeguata alla spinta**
- ✓ **Sistema di giunzione adatto alla spinta**

+

- ✓ **Resistenza all'aggressione chimica**
- ✓ **Tenuta idraulica**
- ✓ **Resistenza all'abrasione**



TUBI PER MICROTUNNELLING



tubi in Gres ceramico

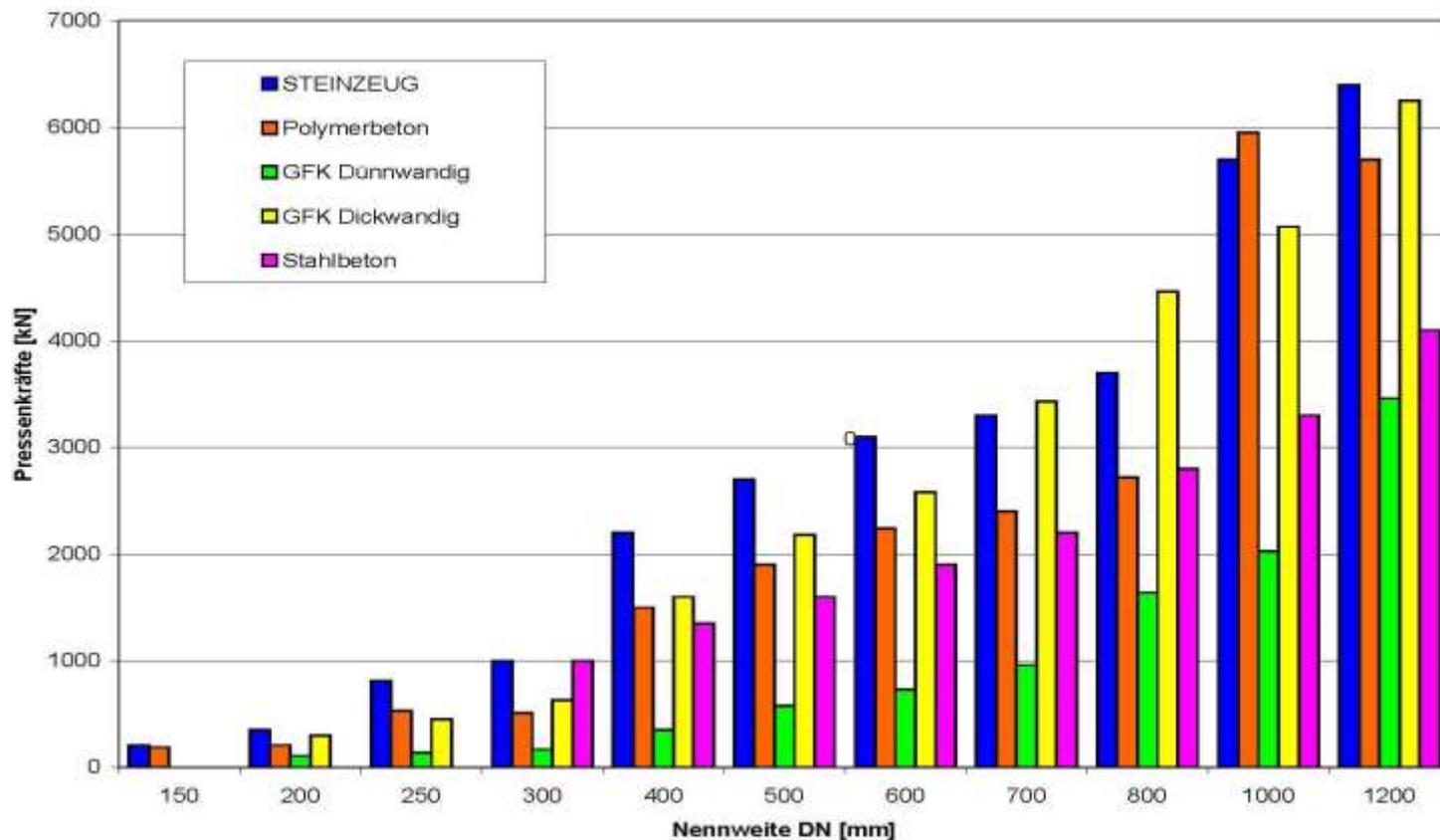
tubi in Calcestruzzo



tubi in PRFV



TUBI PER MICROTUNNELLING





TUBI A SPINTA IN GRES

SECONDO LA NORMATIVA EUROPEA UNI EN 295/2013 PARTE 7

- **Elevate caratteristiche di resistenza meccanica**
- **Spessore maggiorato**
- **Sistema di giunzione a manicotto**
- **Disco di ripartizione tensioni di spinta**





Tubi a spinta in gres secondo la normativa europea Uni En 295 parte 7

Elevate caratteristiche di resistenza meccanica



peso specifico	22	kN/m ³
carico di rottura a flessione	15 ./ .40	N/mm ²
carico di rottura a compressione	>100	N/mm ²
carico di rottura a trazione	10 ./ . 20	N/mm ²
modulo di elasticità	50000	Mpa



Processo produzione

Stoccaggio argille



Lavorazione argille



Essiccazione

Cottura

Estrusione del tubo





Lavorazione del tubo per microtunneling sul giunto



Taglio del tubo



Fresatura della punta

Tubo finito



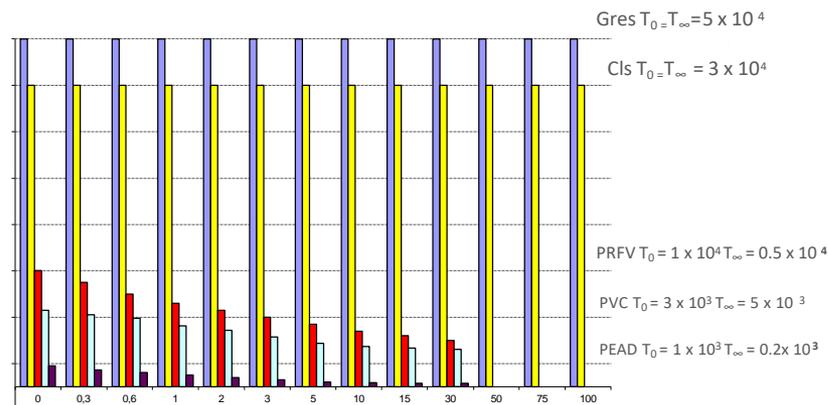
Rettifica del taglio



Caratteristiche tecniche del gres ceramico

Peso specifico	22 kN/m ³
Resistenza alla flessione	15 a 40 N/mm ²
Resistenza alla compressione	100 a 200 N/mm ²
Resistenza alla trazione	da 10 a 20 N/mm ²
Modulo di elasticità	~ 50.000 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione termica	K ⁻¹ ~ 5 x 10 ⁻⁶
Conduttività termica	~ 1,2 W / m x K
Coefficiente di contrazione trasversale	di 0.25
Resistenza a rottura dei bicchieri (per diametro nominale).....	da 32-160 kN / m
Impermeabilità	2,4 bar
Resistenza alla corrosione	buona
Resistenza agli agenti chimici (pH)	da 0 a 14
Resistenza al gelo	buona
Resistenza biologica	buona
Resistenza all'ozono	buona
Durezza (Mohs):.....	~7
Limite di fatica	invariabile
Resistenza al fuoco	non infiammabile
Scabrezza superficiale k (assoluta).....	0,02 millimetri
Resistenza all'abrasione a _m	≤ 0,25 millimetri
Resistenza alla pulizia ad alta pressione	280 bar
Longevità/Durata del ciclo di vita	oltre 100 anni

Andamento del modulo elastico di diversi materiali nel tempo [Mpa]



Tubi per microtunnelling in gres ceramico

Tubi gres per microtunnelling secondo EN 295 parte 7

DN (mm)	Dimensione dei tubi			Lunghezza nominale	resistenza allo schiacciamento	Spinta massima ammissibile	Peso (kg/m)
	Interno	Fine tubo	Corpo tubo	l_1	Fn		
	d_1	d_3	$d_M^{(2)}$	(mm)	(kN)	(kN)	
150	149 ± 2,5	186 ± 2	213±0/-4	997	52	150 / **	36
200	199 ± 3	244 +/-2	276 +0/-6	990	64	300 / **	60
250	250 ± 3	322 +0/-1	360 +0/-6	996 / 1996	80	** / **	105
300	299 ± 5	374 +0/-1	406 +0/-10	996 / 1996	98	** / **	125
400	400 ± 6	517 +0/-1	556 +0/-12	984 / 1984	100	1700 / 1600	240
500	498 ± 7,5	620 +0/-1	661 +0/-15	984 / 1984	100	1900 / 1700	295
600	599 ± 9	723	766 +0/-18	984 / 1984	100	2400 / 2200	350
<i>700</i>	<i>695 ± 12</i>	<i>827</i>	<i>870 +0/-24</i>	<i>1981</i>	<i>100</i>	<i>3100 / 2500</i>	<i>434</i>
<i>800</i>	<i>792 ± 12</i>	<i>921</i>	<i>970 +0/-24</i>	<i>1981</i>	<i>100</i>	<i>3800 / 3077</i>	<i>507</i>
<i>1000</i>	<i>1056 ± 15</i>	<i>1218</i>	<i>1275 +0/-30</i>	<i>1981</i>	<i>100</i>	<i>6500 / 5200</i>	<i>855</i>
<i>1200</i>	<i>1249 ± 18</i>	<i>1408</i>	<i>1475 +0/-36</i>	<i>1981</i>	<i>100</i>	<i>7700 / 6200</i>	<i>990</i>
<i>1400</i>	<i>1400 ± 30</i>	<i>1540</i>	<i>1630 +0/-60</i>	<i>1981</i>	<i>90</i>	<i>9400 / 7500</i>	<i>1008</i>

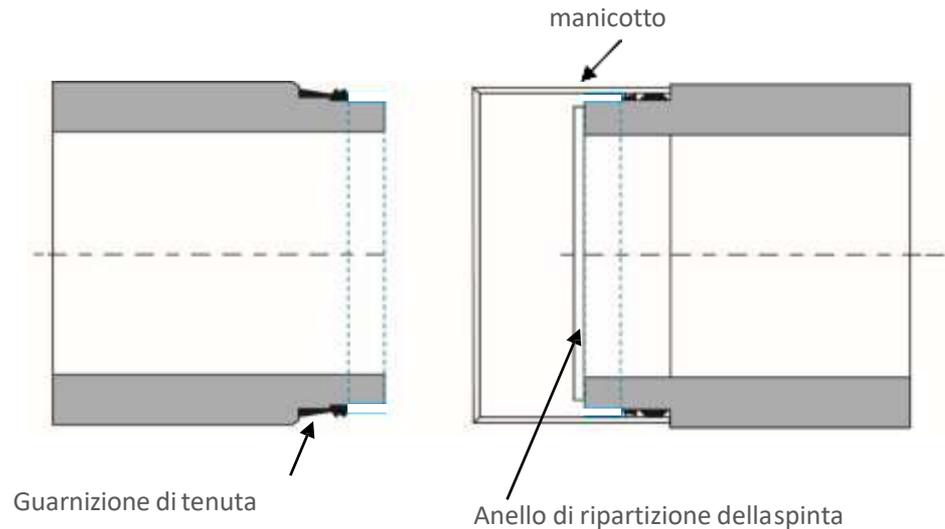
Tubi microtunnelling (En 295) attualmente reperibili sul mercato italiano

DN (mm)	Dimensione dei tubi			Lunghezza nominale	resistenza allo schiacciamento	Spinta massima ammissibile	Peso (kg/m)
	Interno	Fine tubo	Corpo tubo	l_1	Fn		
	d_1	d_3	$d_M^{(2)}$	(mm)	(kN)	(kN)	
150	149 ± 2,5	186 ± 2	213±0/-4	997	52	150 / **	36
200	199 ± 3	244 +/-2	276 +0/-6	990	64	300 / **	60
250	250 ± 3	322 +0/-1	360 +0/-6	996 / 1996	80	** / **	105
300	299 ± 5	374 +0/-1	406 +0/-10	996 / 1996	98	** / **	125
400	400 ± 6	517 +0/-1	556 +0/-12	984 / 1984	100	1700 / 1600	240
500	498 ± 7,5	620 +0/-1	661 +0/-15	984 / 1984	100	1900 / 1700	295
600	599 ± 9	723	766 +0/-18	984 / 1984	100	2400 / 2200	350

Riferimento catalogo:

SOCIETÀ DEL GRES
GRUPPO STEINZEUG-KERAMO

Sistema di giunzione a manicotto



Prestazioni del giunto secondo EN 295

Deviazione angolare	Tenuta del giunto
DN <800 mm 20mm/1 m	5 kPa (0,5 bar)
DN >800 mm 10 mm/1 m	

Prestazioni del giunto secondo ZP WN 295

Deviazione angolare	Tenuta del giunto
DN >200 mm 25 mm/1m	2,4 kPa (2,4 bar)
DN <800 mm 20mm/1 m	
>800 mm 10 mm /1 m	

Giunto del tubo in gres per posa a spinta



Diametro 150: Manicotto in polipropilene rinforzato in fibra di vetro.



Diametro 200: Manicotto in acciaio inox - V4A con guarnizione integrata



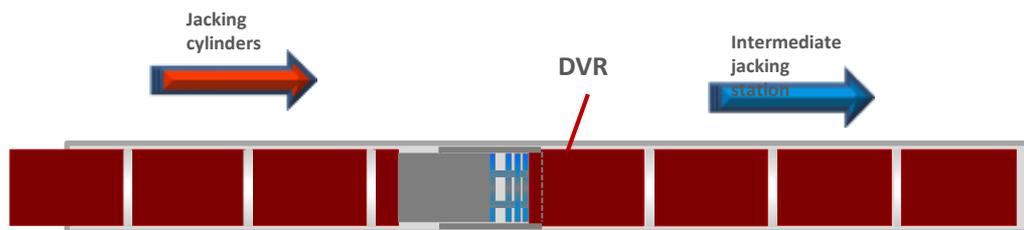
Diametro >200: Manicotto in acciaio inox V4A con guarnizione integrata nel tubo



Tubi in gres per microtunnelling: sistemi di giunzione



La stazione intermedia





Tubi in gres per microtunnelling: Le Applicazioni

Pilot jacking (150 ./ 800 mm)



Microtunnelling ($\Phi > 400$ mm)





Tubi in gres per microtunnelling: Le Applicazioni

Diametro tubo	Lunghezze di spinta ottimali	Lunghezze di spinta realizzate
DN 150	5 - 20 m	40 m
DN 200	40 - 60 m	85 m
DN 250	60 - 80 m	142 m, 137m
DN 300	60 - 90 m	120 m
DN 400	80 - 120 m	156 m
DN 500	80 - 140 m	170 m
DN 600	80 - 140 m	200 m (Belgium)
DN 700	80 - 140 m	176 m (Italy)
DN 800	80 - 150 m	240 m (Poland)
DN 1000	80 - 170 m	206 m (Singapore)
DN 1200	80 - 200 m	180 m (Singapore)
DN 1200		114 m curve R=400 m
DN 1400	100 - 200 m	84 m (Czech Rep.)





Tubi in gres per microtunnelling: Le Applicazioni

Alcuni interventi negli anni





Torino – Settimo Torinese(1999)



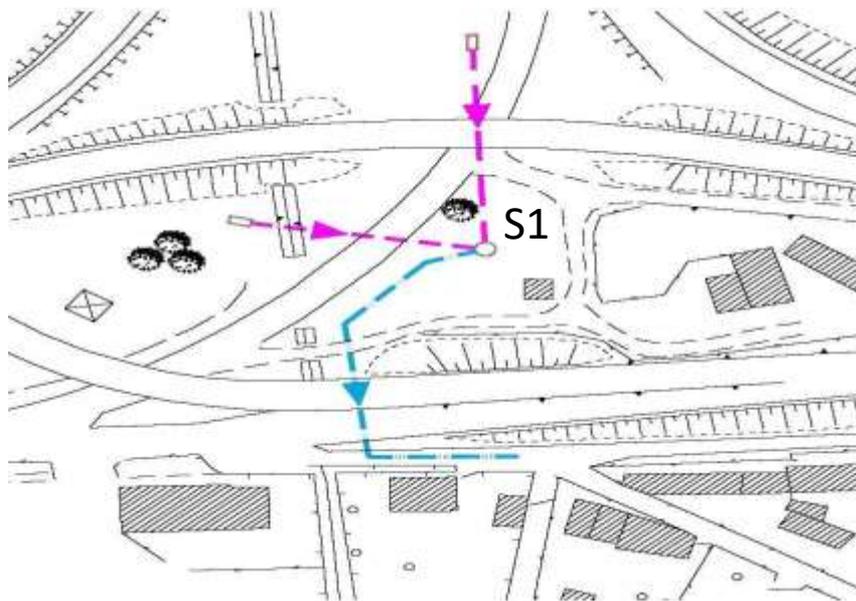
L'arrivo delle prime tubazioni in gres !

Anno	1999
Oggetto	Costruzione collettori fognari Settimo Torinese
Committente	(ApS) Azienda Po Sangone - Torino
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 700 m 300 m
Criticità & particolarità del lavoro	Acqua di falda Sottopasso cabina elettrica, cavi alta tensione, ossigenodotto Primo lavoro in gres



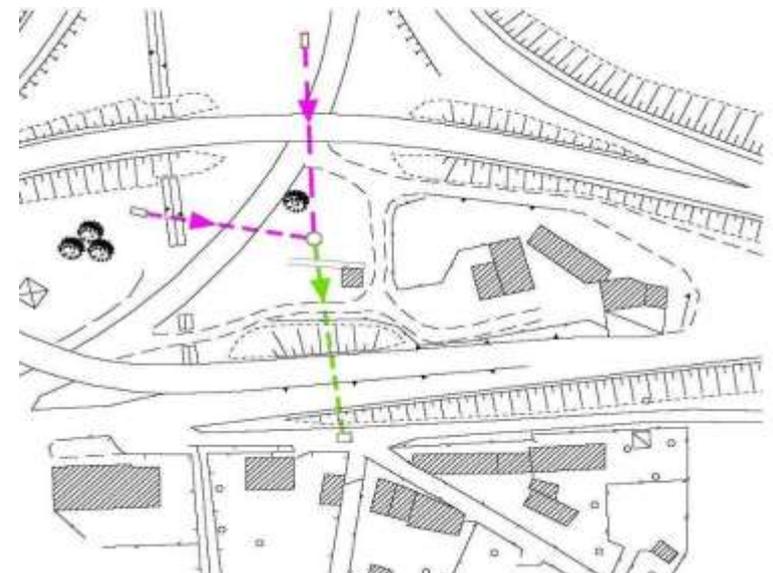
Alessandria – Svincolo SR 10 e SS 31

Tracciato in progetto



S1 = impianto di sollevamento

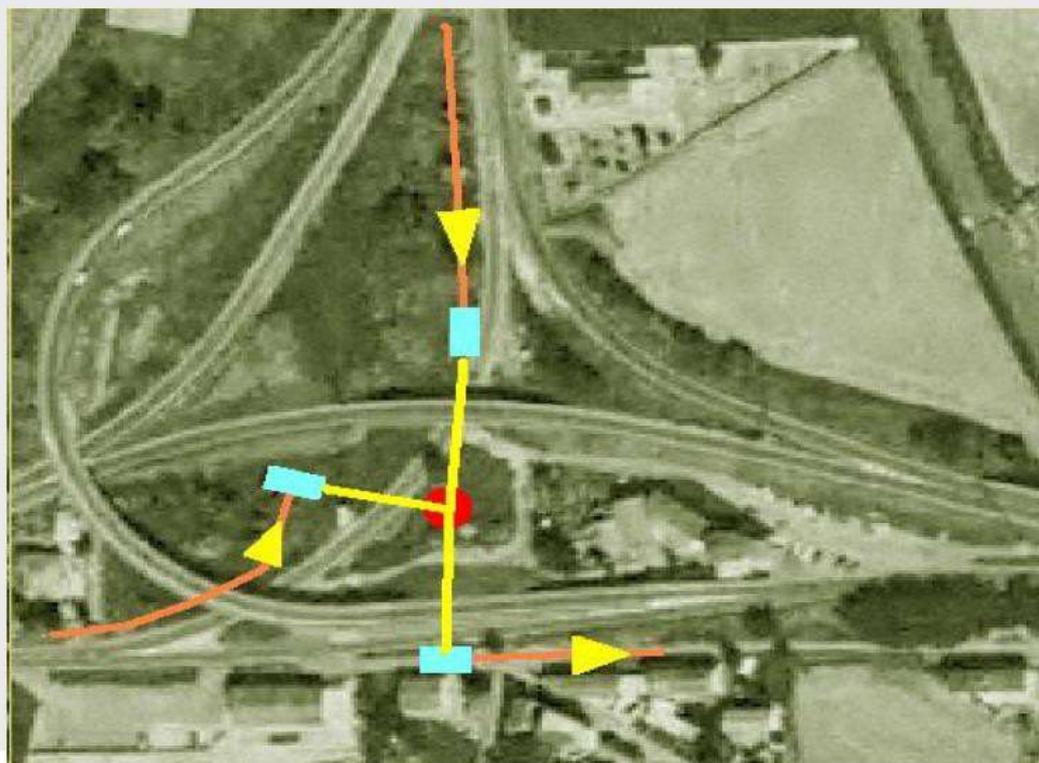
Tracciato in variante





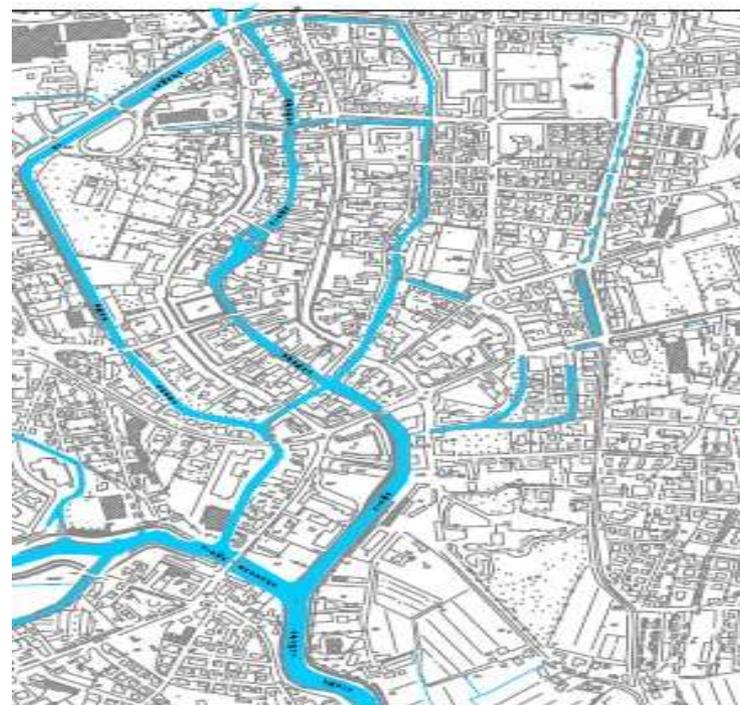
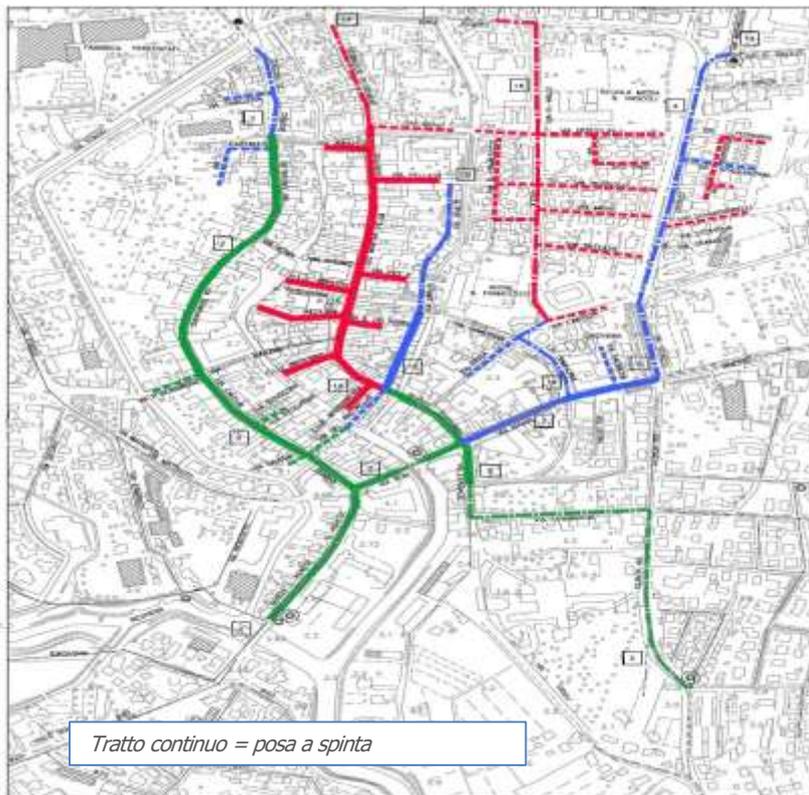
Alessandria – Svincolo SR 10 e SS 31

SVINCOLO TRA S.S. n. 10 E S.S. n. 31
- ALESSANDRIA -





PORTOGRUARO - CENTRO STORICO (2002)



DN	300 - 400 mm
Metri	3400 m
Sistema	Smarino idraulico
Criticità	Falda, edifici senza fondazioni, centro storico
Particolarità	By pass corsi d'acqua e strutture antiche (volte, archi)

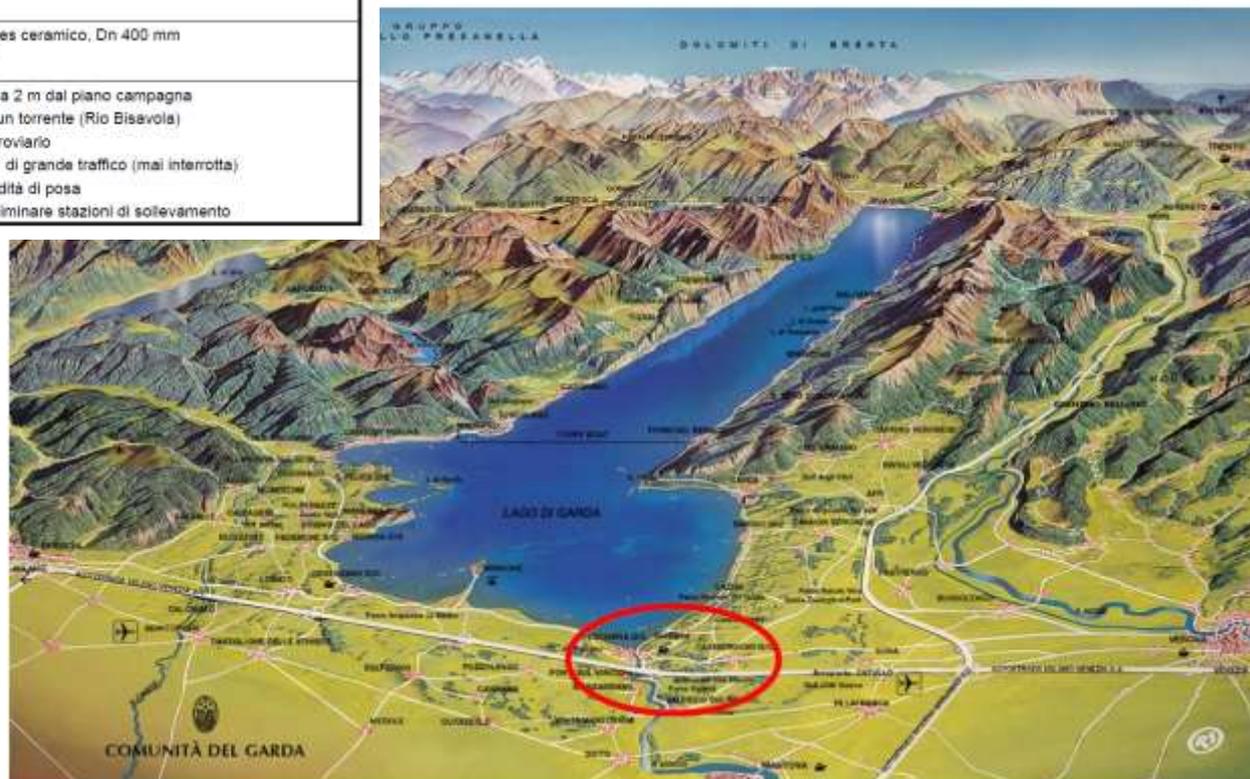


PORTOGRUARO: area di cantiere



Castelnuovo del Garda; Peschiera del Garda (2004-2006 - 2008)

Anno	2004
Oggetto	Realizzazione fognatura a servizio del capoluogo
Committente	Comune di Castel Nuovo del Garda
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 400 mm 1.500 metri
Criticità lavoro	Acqua di falda a 2 m dal piano campagna Sottopasso di un torrente (Rio Bisavola) Sottopasso ferroviario Statale S.S. 11 di grande traffico (mai interrotta) Elevata profondità di posa Possibilità di eliminare stazioni di sollevamento





Tubi in gres per microtunnelling:Alcuni lavori dal 1999

Castelnuovo del Garda; Peschiera del Garda (2004-2006 - 2008)



Testa da roccia

terreno caratterizzato da bruschi passaggi da argilla e/o sabbia a strati di ghiaia molto consolidati, grossi ciottoli e trovanti di dimensioni anche superiori al diametro della fresa



Genova (2005)

Condotta sulla via Aurelia



DN	400 - 600 - 700 mm
Metri	2500 m
Sistema	Smarino idraulico
Criticità	Statale Aurelia, stabilimento ILVA
Particolarità	Terreno roccioso, tubo in pressione (DN 700)

Terres – Denno (2005)



Anno	2005
Oggetto	Realizzazione di un tratto del collettore intercomunale Terres – Denno (Cunevo)
Committente	Provincia Autonoma di Trento
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 400 mm 700 m
Criticità & particolarità del lavoro	Recupero maggiori pendenze (da 0,2% a 0,4%) grazie alla maggiori profondità raggiunte Riduzioni interferenze con viabilità della S.P. 73 (localizzate solo in punti precisi) Eliminazioni delle palancole necessarie con la trincea aperta

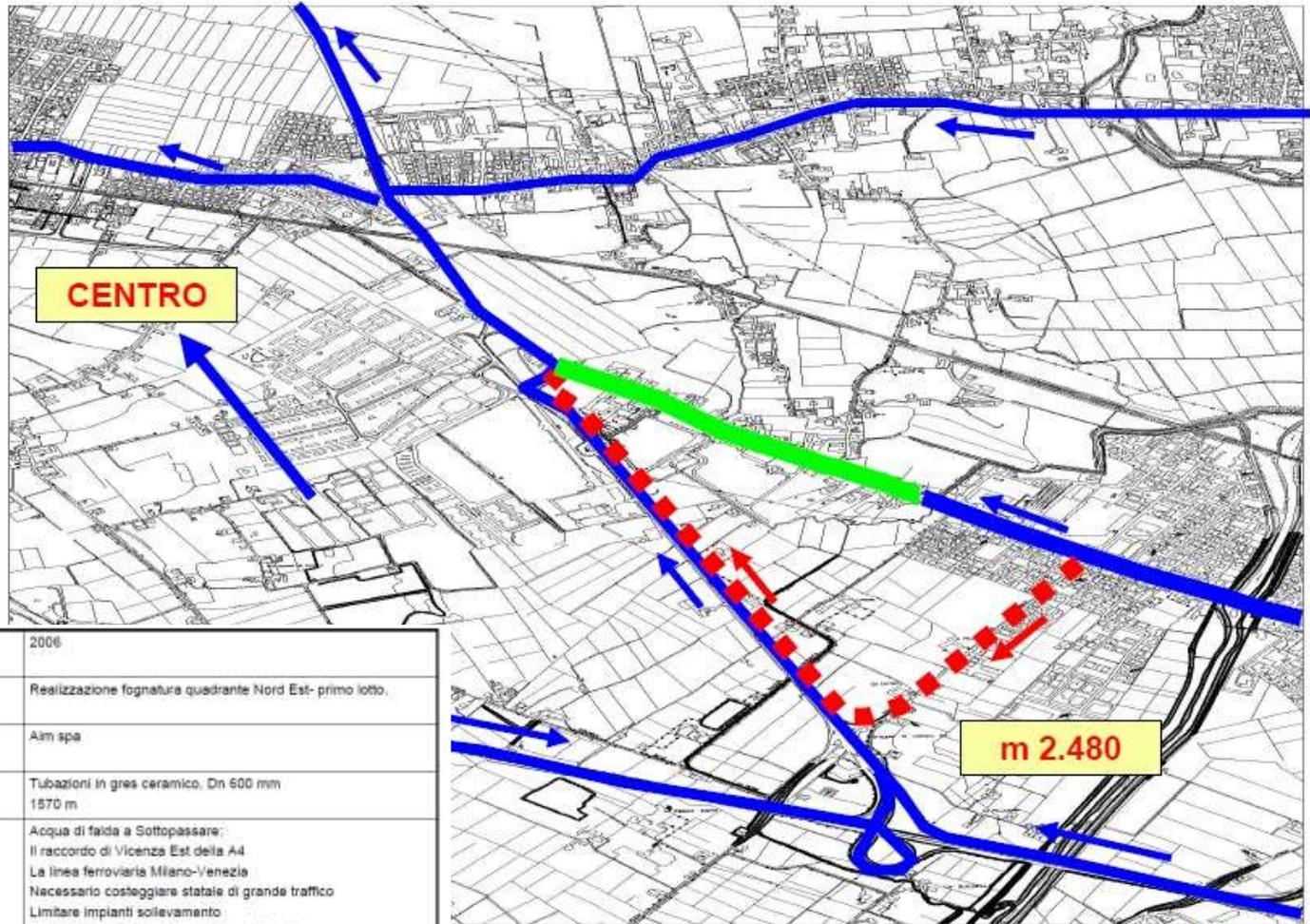
Porto di Trapani (2005)

*Durante lo svolgimento della
Coppa America*



DN	500 – 700 mm
Metri	1000 m
Sistema	Smarino idraulico
Criticità	Falda, porto commerciale,
Particolarità	Spinta con la fognatura in esercizio

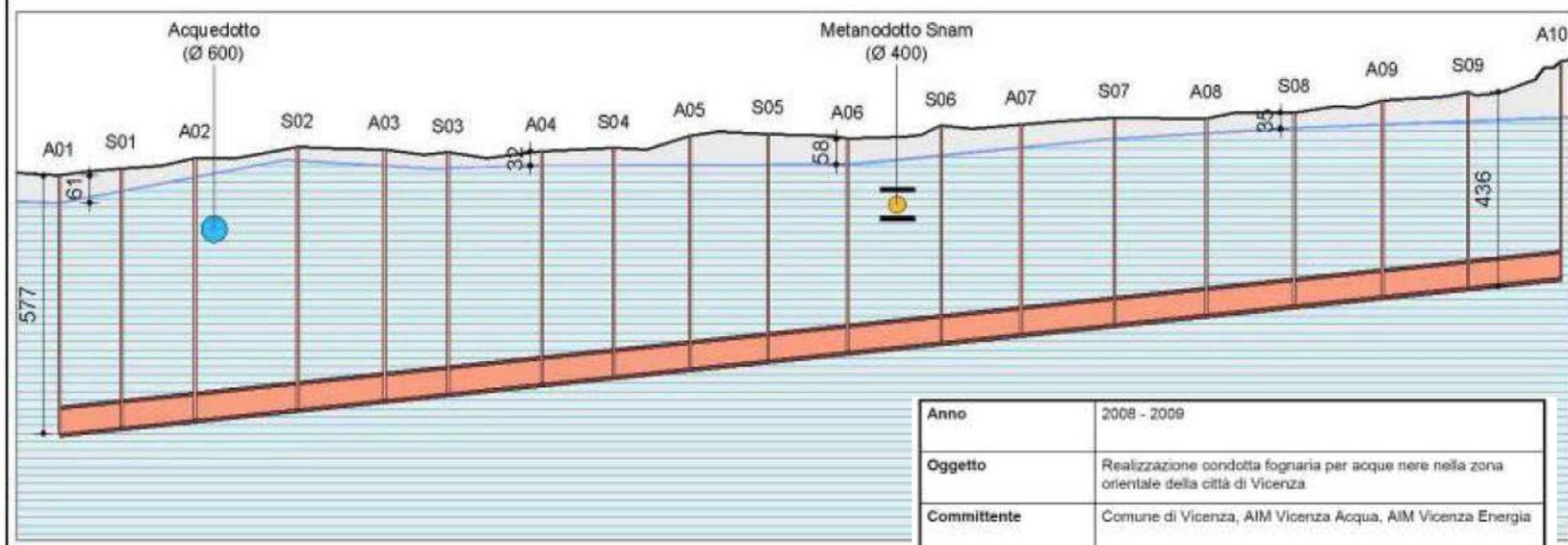
Vicenza I lotto (2006)



Anno	2006
Oggetto	Realizzazione fognatura quadrante Nord Est- primo lotto.
Committente	Aim spa
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 600 mm 1570 m
Criticità & particolarità del lavoro	Acqua di falda a Sottopassare; Il raccordo di Vicenza Est della A4 La linea ferroviaria Milano-Venezia Necessario costeggiare statale di grande traffico Limitare impianti sollevamento Quantificazione abbattimento Costi Sociali

ing. V. D'Angelo

Vicenza II lotto: profilo di posa e livello della falda



Anno	2008 - 2009
Oggetto	Realizzazione condotta fognaria per acque nere nella zona orientale della città di Vicenza
Committente	Comune di Vicenza, AIM Vicenza Acqua, AIM Vicenza Energia
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 500 mm 2.400 m
Criticità & particolarità del lavoro	Acqua di falda a 30 cm dal piano campagna Elevate profondità posa ca 8 m Rischi legati all'impiego di Well Point Lunghezza tratte (150 m) Compattatori fanghi Incrocio metanodotto Snam



Vicenza Il lotto microtunnelling (2008-2009)



Terreni
limosi
sabbiosi
Sabbia fine
Ghiaia
media



Vicenza II lotto 2010 – pilot system



Tubazioni in gres ceramico Dn 250
Lunghezza 1m



Tubazioni stoccate nell'area cantiere con coclea innestata pronta per la spinta



Anno	2010
Oggetto	Realizzazione allacci alla condotta principale
Committente	Comune di Vicenza, AIM Vicenza Acqua, AIM Vicenza Energia
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 200 - 250 mm 220 m
Criticità & particolarità del lavoro	Acqua di falda a 30 cm dal piano campagna Elevate profondità posa ca 6 m Innovativa tecnologia

Pisa (2009)

Microtunnelling tratto "C"

Percorrenza S.P. 9 San Jacopo



Microtunnelling tratto "A"

Attraversamento S.P. 9 San Jacopo



Anno	2009
Oggetto	Progetto generale per la sistemazione fognatura Pisa Nord
Committente	Acque
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 1200 450 m
Criticità & particolarità del lavoro	Primo lavoro in Italia con DN 1200 in gres falda Statale a grande traffico turistico



Tubi in gres per microtunnelling:Alcuni lavori dal 1999

Pisa 2009 : il primo tubo diam. 1200 in Italia

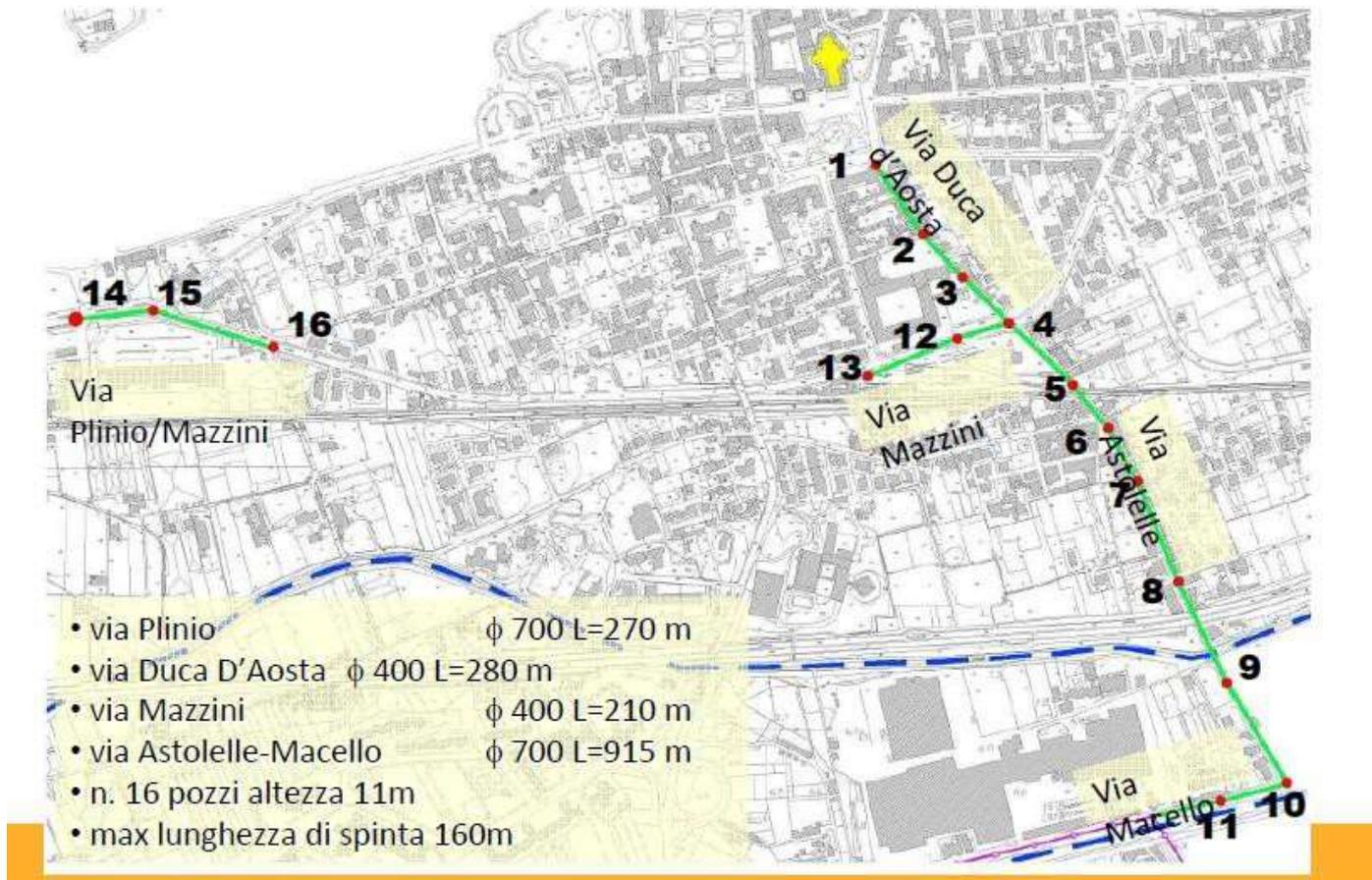


Pompei (2008 - 2010)



Anno	2008
Oggetto	Completamento della fognatura del centro di Pompei
Committente	Commissariato Emergenza Fiume Sarno
Dn metri	Tubazioni in gres ceramico, Dn 400 - 700 mm 1.675 m
Criticità & particolarità del lavoro	Elevate profondità di posa Ristretta sede stradale e importanza turistica Falda

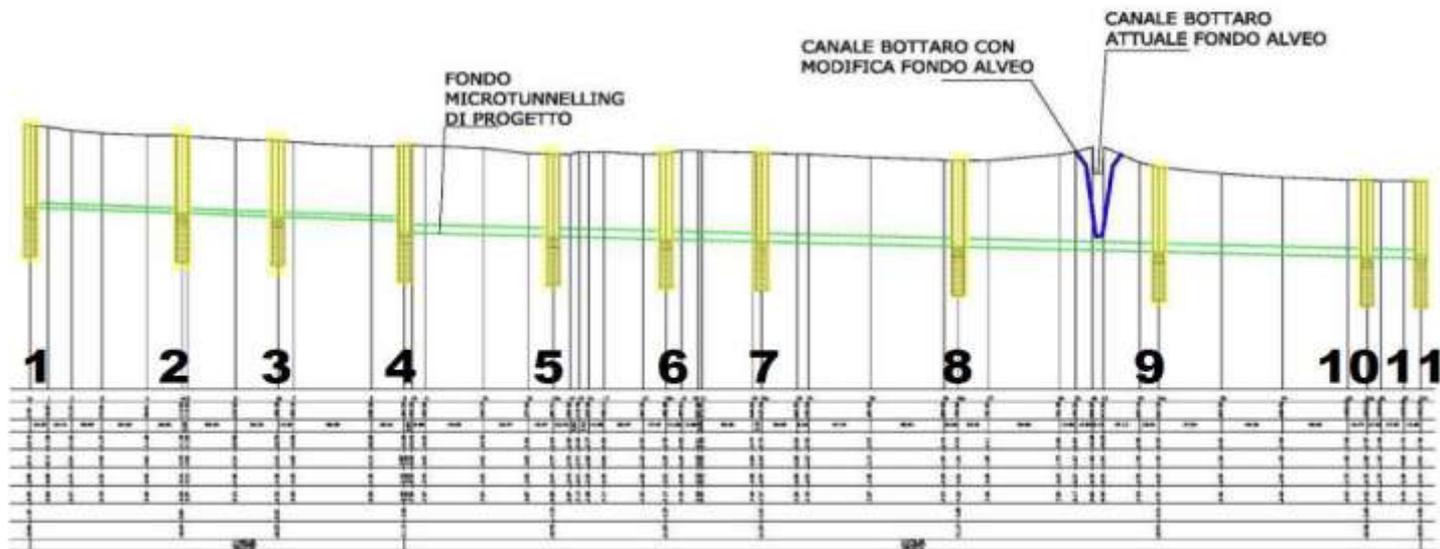
Pompei 2008 - 2010



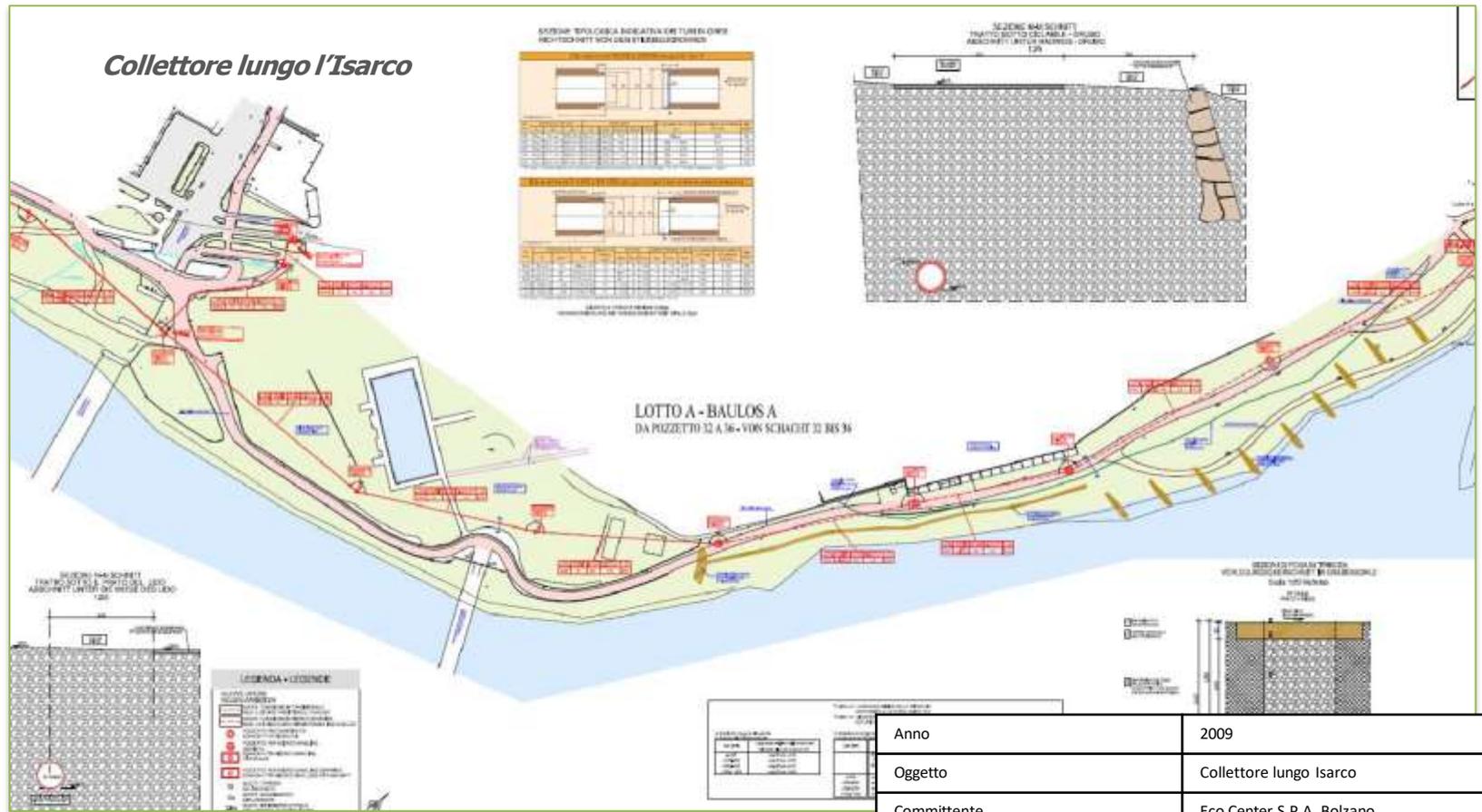
Pompei : condizioni di posa decisamente particolari !!

PROFILO FOGNA MICROTUNNELLING DI PROGETTO

- Pozzi Microtunnelling altezza 11m
- Tappo di fondo 3,0 metri
- Fondo fogna da 6,0 a 7,0 metri dal p.c.



Bolzano (2014-2016)



Anno	2009
Oggetto	Collettore lungo Isarco
Committente	Eco Center S.P.A. Bolzano
Dn metri	Tubazione in gres Dn 800 2400
particolarità	<i>Terreno particolarmente difficile con alternanza di ghiaie e argille</i>



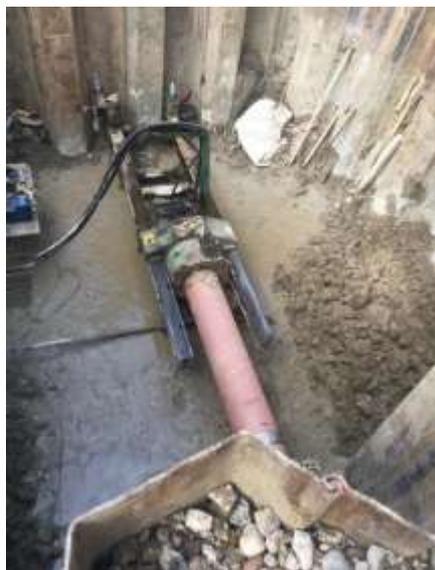
Bolzano (2014-2016)





Reggio Emilia (2019)

Nei pressi di Reggio Emilia sono stati utilizzati i nostri tubi in Gres ceramico della gamma Kera-Drive DN 300 di lunghezza 2 m con la tecnologia del Pilot System.



Tubi a spinta in calcestruzzo con rivestimento in malta polimerica



UNI EN 1916

- Elevate caratteristiche di resistenza meccanica
- Vasta gamma diametri DN > 1000
- Rivestimento interno ad alta resistenza alla corrosione

Tubi a spinta in calcestruzzo con rivestimento in malta polimerica

I tubi in calcestruzzo per posa a spinta con rivestimento in malta polimerica (PCC/PMC) sono conformi norme UNI EN 1916, ATV A 161, DWA A 161 e ATV A 125.

I tubi per posa a spinta sono dotati di armatura metallica e sono realizzati con calcestruzzo di classe minima C40/50 secondo EC2. la normale produzione prevede una classe di resistenza ambiente XA2 secondo EN 206.

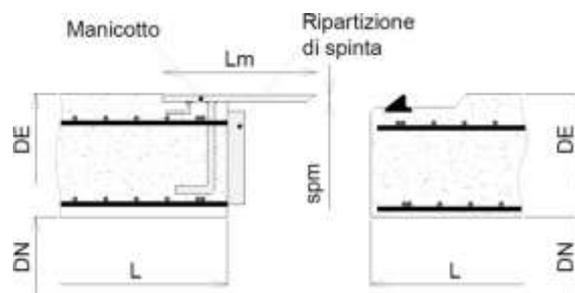
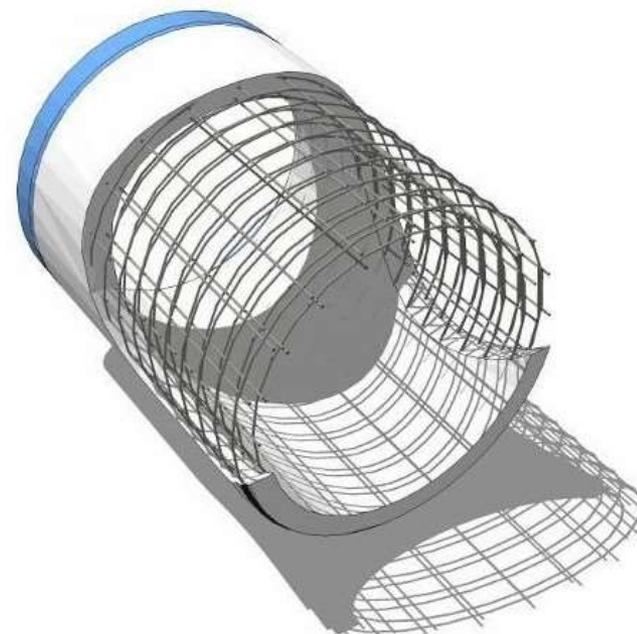
Caratteristiche le sistema di giunzione:

Acciaio INOX Aisi 316 spm = 8/9 mm

Guarnizioni tipo SBR in EPDM cong. EN 681.1

Anello di ripartizione tipo PRES-PAN

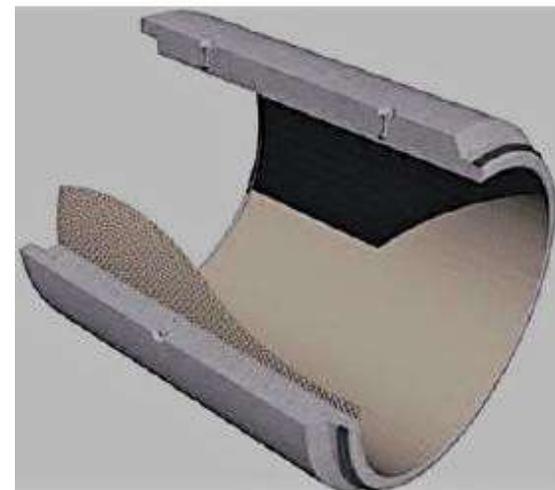
Tenuta idraulica: secondo EN 1610



Tubi a spinta in calcestruzzo con rivestimento in malta polimerica

Il rivestimento interno in PMC è realizzato con un conglomerato a base di polimeri, composto al 90% da una miscela di materiali lapidei di alta qualità (porfidi, sabbie quarzifere, basalti) e da un legante a base di resine sintetiche insature, inattaccabile da sostanze aggressive (soluzioni acide ed alcaline in un intervallo di PH 1 ÷ 10 e alla esposizione a gas e oli minerali rispondendo ai requisiti previsti dalla norma DIN 4030. Il materiale è conforme alla norma DIN 16946-2, tipo 1140.

Materiale	Intervallo di pH del mezzo	Intervallo di temperatura	Comportamento
Inerti	0 ÷ 14	0 ÷ +80°C	Nessuna reazione
Resina	1 ÷ 10	0 ÷ +60°C	Nessuna reazione
Additivi	1 ÷ 12	0 ÷ +60°C	Nessuna reazione



Resistenza alla corrosione	Per pH di attacco di liquidi corrosivi compreso tra 1 e 10
Resistenza all'Abrasion	0.2 mm per 100.000 cicli (procedura Darmstadt)
Scabrezza superficiale	Inferiore a 0.01 mm

Il capostipite dei calcestruzzi polimerici è stato il Polycrete con il quale si costruiscono tubi anche per la posa a spinta.

Tubi a spinta in calcestruzzo con rivestimento in malta polimerica

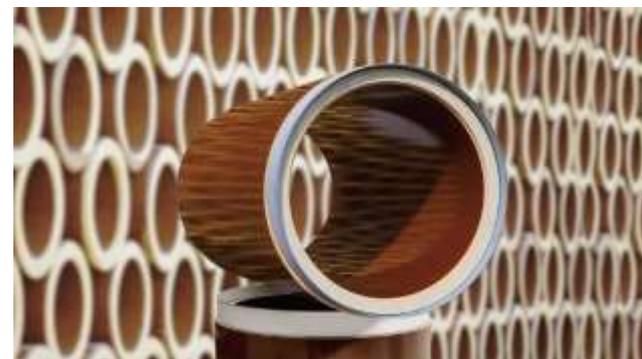
Tabella riepilogativa caratteristiche tubi tipo C.A.V_Crete

Diametro interno	Diametro esterno	Spessore parete	Lunghezza tubo	Peso	Forza di spinta massima*
DN	DE	sp	L	P	Fmax
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	Kg/m	KN
1000	1280	140	3000	1270	3840
1200	1435	117,5	3000	1225	4150
1200	1490	145	3000	1530	4990
1400	1720	160	3000	1990	6670
1600	1940	170	3000	2390	7250
1800	2120	160	3000	2550	8950
1800	2160	180	3000	2820	9810
2000	2400	200	3000	3470	12290
2000	2500	250	3000	4400	16790
2100	2500	200	3000	3630	12850
2400	3000	300	2350	6420	25460
2500	3000	250	2350	5500	20760
2600	3000	200	2350	4600	15880
2700	3250	275	2350	6380	23810
2850	3250	200	2350	4910	16250

* a giunto chiuso secondo DWA 161



L'utilizzo delle tubazioni in gres e calcestruzzo rivestite per la posa con le tecniche di pipe jacking



Grazie per
l'attenzione

