

9 GESTIONE DEGLI SCAVI

9.1	Generalità	
9.1.1	Indicazioni generali	9 / 1
9.2	Sezione di scavo - Sistemi bonded - Tubo singolo	
9.2.1	Profondità di scavo - linea principale	9 / 2
9.2.2	Profondità della sezione di scavo - linea con derivazione	9 / 3
9.2.3	Larghezza della sezione di scavo	9 / 4
9.2.4	Larghezza della sezione di scavo con materassini	9 / 5
9.3	Sezione di scavo - Sistemi bonded - tubo doppio	
9.3.1	Profondità e larghezza sezione di scavo	9 / 6
9.4	Sezione di scavo - Sistemi flessibili	
9.4.1	Profondità e larghezza sezione di scavo	9 / 7
9.5	Sezione di scavo	
9.5.1	Qualità della sabbia	9 / 8-9
9.6	Rinterro	
9.6.1	Riempimento degli scavi	9 / 10
9.6.2	Altezza minima di copertura / Classe stradale	9 / 11
9.6.3	Altezza massima di ricoprimento	9 / 12
9.6.4	Piastra di ripartizione del carico	9 / 13
9.7	Lista di controllo per i lavori di scavo	
9.7.1	Controllo qualità in cantieri	9 / 14

9.1.1 Indicazioni generali

I lavori di scavo vanno eseguiti secondo le norme e le direttive valide per le opere civili, e allo stesso tempo bisogna rispettare le disposizioni comunali.

Le sezioni di scavo delle tubazioni devono essere realizzate da un'impresa esperta secondo DIN 18300, DIN EN 805, DIN EN 1610 e DIN 4124; per quanto riguarda il rinterro occorre rispettare i paragrafi 3.09 e 3.11 della DIN 18300. Per quanto riguarda la larghezza, è obbligatorio il rispetto del **paragrafo 5.2** della DIN 4124.

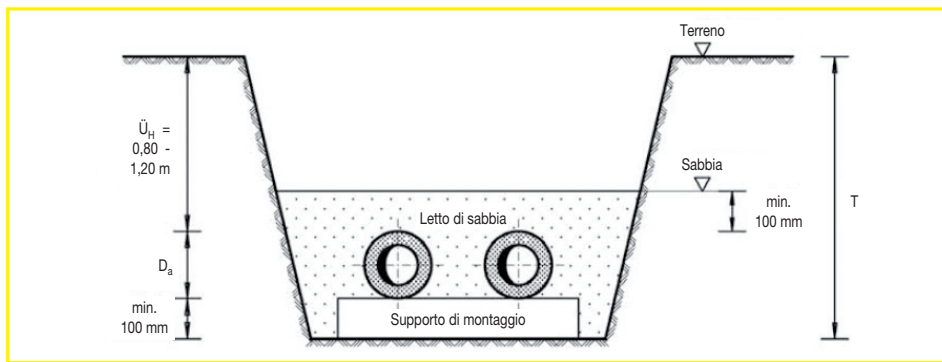
Dai **paragrafi da 4.1 fino a 4.3** della DIN 4124 si ricava se la sezione di scavo per la tubazione deve esserealzata a scarpata e a partire da quale profondità. Da questi paragrafi si ottengono, inoltre, le inclinazioni della scarpata che occorre rispettare in base al tipo di terreno.

La profondità di posa e l'altezza di ricoprimento, basate sulla progettazione, sono assolutamente da rispettare. Le caratteristiche del fondo scavo sono fissate dalla DIN EN 1610. È necessario che il fondo sia, per tutta la propria lunghezza, in grado di sostenere carichi e libero da pietre/sassi.

Secondo DIN EN 1610 la sezione di scavo deve essere libera e dotata di drenaggio delle acque al fine di garantire la qualità del sistema fino alla conclusione dei lavori di post-isolamento. Scavi parzialmente crollati devono essere ripristinati a mano. Dal rispetto delle norme DIN sopra indicate, dipendono l'avanzamento e la qualità dei lavori da eseguire e quindi la vita utile dell'impianto installato.

9.2.1 Profondità di scavo - linea principale

La profondità di scavo [T] si calcola a partire dall'altezza di ricoprimento [\hat{U}_H] indicata nel progetto, dal diametro del tubo di rivestimento in PEHD [D_a] e dall'altezza del supporto di posa del tubo o dallo spessore del letto di sabbia. L'altezza di copertura standard nella costruzione di tubazioni interrato varia da 0,80 m (= profondità min. di protezione dal gelo) fino a 1,20 m.



Ø tubo di rivestimento D_a in mm	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Copertura \hat{U}_H in m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Profondità scavo T in m	0,97	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,22	1,26

Ø tubo di rivestimento D_a in mm	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Copertura \hat{U}_H in m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Profondità scavo T in m	1,30	1,35	1,40	1,46	1,63	1,67	1,81	1,90	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	

I valori riportati nelle tabelle sono validi per le altezze di copertura indicate considerando uno spessore del supporto di montaggio pari a 0,10 m. Se viene indicata una copertura diversa, il valore della differenza rispetto alla copertura [\hat{U}_H] in tabella va sommato o sottratto alla profondità [T].

9 GESTIONE DEGLI SCAVI

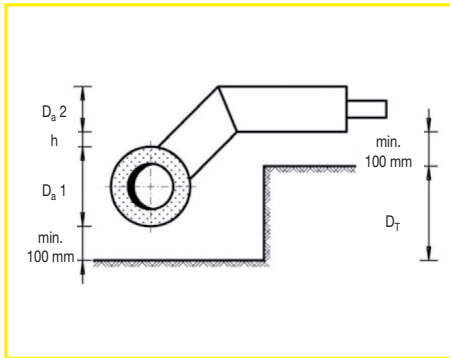
9.2 Sezione di scavo - Sistemi bonded - Tubo singolo

9.2.2 Profondità della sezione di scavo - linea con derivazione

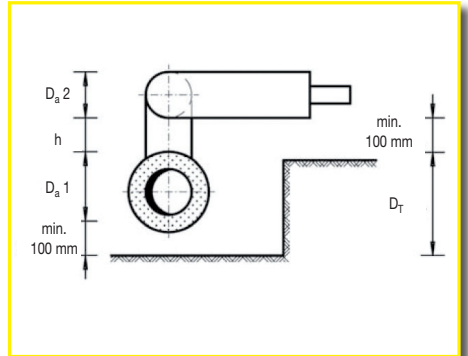
A causa delle altezze costruttive [h] di derivazioni a T a 45° e di derivazioni parallele, la profondità di scavo [D_T] nelle derivazioni cambia secondo la quantità [D_T]. In base alla posizione della derivazione, verso l'alto o il basso, la misura D_T deve essere sottratta o sommata alla profondità [T] della dorsale principale.

Per la misura [h] vedi **capitolo 2.2.8**

Derivazione a T a 45°



Derivazione parallela



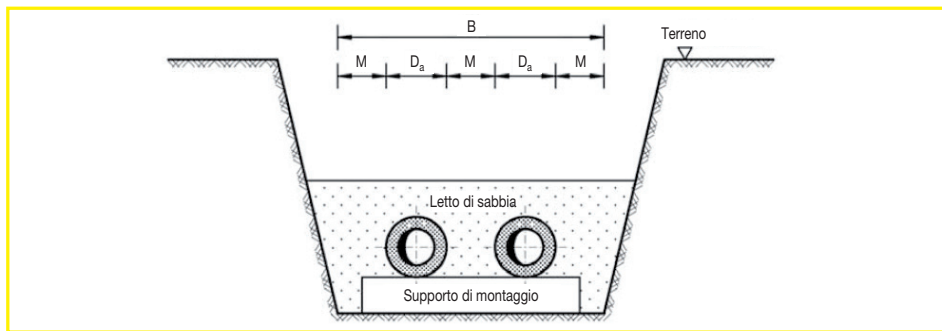
Si calcola la misura della differenza [D_T] secondo la seguente formula:

$$\text{Uscita verso l'alto} \Rightarrow D_T = D_{a1} + h \quad [m]$$

$$\text{Uscita verso il basso} \Rightarrow D_T = D_{a2} + h \quad [m]$$

9.2.3 Larghezza della sezione di scavo

Nei tratti di tubazione senza materassini di assorbimento e senza altri elementi (p. es., una condotta parallela dell'acqua), la larghezza del fondo [B] si calcola in base al diametro del tubo di rivestimento in PEHD [D_a] ed alla distanza minima di montaggio [M] dipendente da [D_a].



Ø Tubo di rivestimento D_a in mm	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Distanza minima in mm	100	100	150	150	150	150	200	200	200	200	200	300	300	300
Larghezza scavo B in m	0,43	0,45	0,63	0,67	0,70	0,73	0,92	0,96	1,00	1,05	1,10	1,46	1,53	1,61

Ø Tubo di rivestimento D_a in mm	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Distanza minima M in mm	400	400	400	500	500	600	600	700	700	800	800	900	900	
Larghezza scavo B in m	2,00	2,10	2,20	2,62	2,76	3,14	3,22	3,70	3,90	4,40	4,60	5,10	5,30	

La larghezza [B] stabilita nella tabella vale, per due tubi di rivestimento in PEHD con lo stesso diametro. In questo modo, si garantisce una larghezza sufficiente per le operazioni di post-isolamento nella zona dei giunti e per la realizzazione del letto di sabbia. Nella zona dei materassini valgono le indicazioni date nel **capitolo 9.2.4**.

Nel caso in cui vengano realizzati giunti non compresi nei servizi isoplus, valgono le disposizioni del relativo fornitore.

Qualora nella stessa sezione di scavo vengano posati un numero generico [x] di tubi, la larghezza del fondo [B] si calcola secondo la seguente formula:

$$B = x \cdot D_a + (x + 1) \cdot M \quad [m]$$

9 GESTIONE DEGLI SCAVI

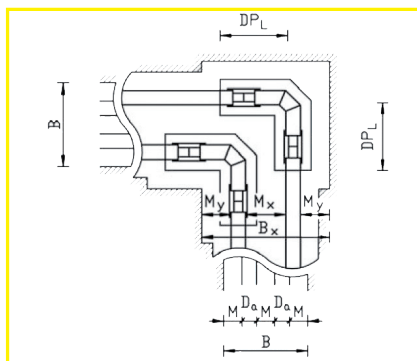
9.2 Sezione di scavo - Sistemi bonded - Tubo singolo

9.2.4 Larghezza della sezione di scavo con materassini

In presenza dei materassini nelle curve a L, Z o U, così come nelle derivazioni a T a 45° e parallele, la larghezza della sezione di scavo [B] e la distanza minima di montaggio [M] devono essere aumentate. L'aumento dipende dallo spessore dei materassini di assorbimento [DP_s] indicati nel progetto isoplus. La lunghezza dell'ampliamento si basa sulla lunghezza del materassino di assorbimento indicata nel progetto [DP_L].

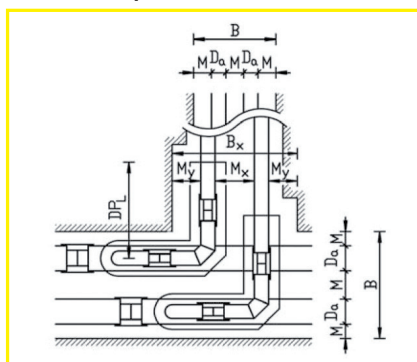
- DP_L = Lunghezza del tratto con materassini secondo il progetto [m]
- M_x = Distanza minima [M] + 2 • spessore del materassino [DP_s] secondo il progetto [mm]
- M_y = Distanza minima [M] + 1 • spessore del materassino [DP_s] secondo il progetto [mm]
- B_x = Larghezza totale dello scavo [m]

Curva a L



$$B_x = 2 \cdot (D_a + M_y) + M_x \quad [\text{mm}]$$

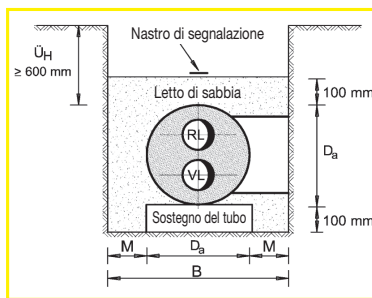
Derivazione parallela



9.3.1 Profondità e larghezza sezione di scavo

Profondità

La profondità [T] per tubazione doppia si calcola a partire dall'altezza di copertura [\ddot{U}_H], dal diametro del tubo di rivestimento in PEHD [D_a] e dall'altezza del supporto del tubo o del letto di sabbia.



D_a in mm	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Profondità del fondo T in m	0,825	0,840	0,860	0,880	0,900	0,925	0,950	0,980	1,015	1,055	1,100	1,050	1,200	1,260	1,330

I valori indicati nella tabella valgono per un'altezza di copertura minima di 0,60 m e con un'altezza del supporto di montaggio di 0,10 m. Con una diversa copertura (maggiore di 0.60 m), il valore della differenza rispetto a $\ddot{U}_H = 0,60$ m va sommato al valore della profondità [T] indicata in tabella.

Larghezza

La larghezza dello scavo [B] va calcolata in base al diametro del tubo di rivestimento in PEHD [D_a] da cui dipende la distanza minima di montaggio [M].

D_a in mm	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Distanza minima di montaggio M in mm	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	300	300	300	300
Larghezza scavo B in m	0,425	0,440	0,460	0,480	0,500	0,625	0,650	0,680	0,715	0,755	0,800	0,950	1,100	1,160	1,230

L'osservanza delle misure minime in tabella garantisce una larghezza di montaggio sufficiente per il post isolamento nei giunti e per la realizzazione del letto di sabbia. Se servono materassini di assorbimento nei cambi di direzione o nelle diramazioni, la larghezza del fondo va aumentata di 80 mm in caso di spessore del materassino di 40 mm o di 160 mm in caso di spessore pari a 80 mm.

I valori indicati nella tabella sono validi per il tubo doppio **isoplus**. Nel caso in cui vengano posati più tubi [x], la larghezza [B] va calcolata secondo la seguente formula:

$$B = x \cdot D_a + (x+1) \cdot M \quad [m]$$

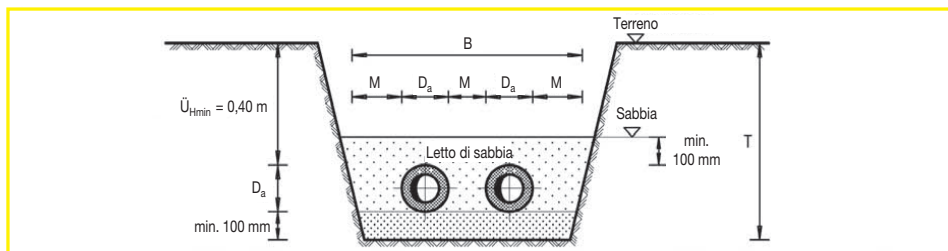
9 GESTIONE DEGLI SCAVI

9.4 Sezione di scavo - Sistemi flessibili

9.4.1 Profondità e larghezza sezione di scavo

Profondità

La profondità dello scavo [T] per la tubazione viene calcolata in base all'altezza di copertura indicata [\dot{U}_H], al diametro del tubo di rivestimento in PEHD [D_a] e all'altezza del supporto per i tubi o del letto di sabbia. L'altezza minima di copertura dei tubi flessibili **isoplus** è di 0,40 m. La profondità minima di protezione dal gelo nell'Europa centrale è di 0,80 m.



D_a in mm	65	75	90	110	125	140	160	180	225	250
Profondità T in m	0,565	0,575	0,590	0,610	0,625	0,640	0,660	0,680	0,725	0,750

I valori indicati nelle tabelle sono validi per un'altezza minima di copertura di 0,40 m e un'altezza del supporto di montaggio di 0,10 m. In caso di una copertura differente (maggiore di 0.40m), alla profondità [T] va addizionata la differenza rispetto a $\dot{U}_H = 0,40$ m.

Larghezza

La larghezza dello scavo [B] va calcolata, in parti di tracciato senza opere aggiuntive (p. es. una conduttura dell'acqua posata in parallelo), sulla base del diametro del tubo di rivestimento in PELD [D_a] e della distanza minima di montaggio [M]. Se per tubi **isoflex** o **isocu** sono necessari materassini di assorbimento nei cambi di direzione o delle derivazioni, la distanza [M] va aumentata di 80 mm.

D_a in mm	65	75	90	110	125	140	160	180	225	250
Distanza minima M in mm	100	100	100	100	100	100	100	100	150	150
Larghezza scavo B in m	0,430	0,450	0,480	0,520	0,550	0,580	0,620	0,660	0,900	0,950

La larghezza del fondo [B] indicata nella tabella vale per due tubi aventi il tubo di rivestimento in PELD dello stesso diametro. Nella posa di tubi doppi si calcola la larghezza come segue:

$$B_{\text{Tubo doppio}} = D_a + 2 \cdot M \quad [\text{m}]$$

Qualora nella stessa fossa vengano posati un numero generico [x] di tubi, la larghezza del fondo [B] si calcola secondo la seguente formula:

$$B = x \cdot D_a + (x+1) \cdot M \quad [\text{m}]$$

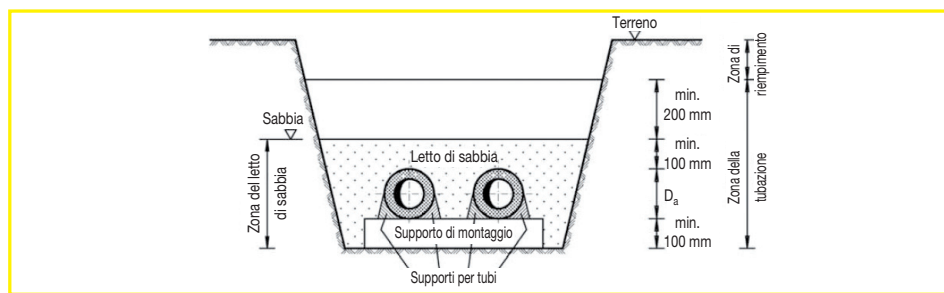
9.5.1 Qualità della sabbia

Letto di sabbia

Al termine di tutti i lavori di isolamento, sigillatura e montaggio dei materassini di espansione, vanno eseguite tutte le verifiche richieste. In particolare, verificare i seguenti punti:

- ⇒ Il posizionamento delle tubazioni corrisponde al progetto **isoplus**
- ⇒ E' stata rispettata l'altezza di ricoprimento basata sui dati di progetto
- ⇒ Sono state eliminate pietre o terreno franato od oggetti estranei dalla zona del letto di sabbia o delle tubazioni
- ⇒ I materassini di assorbimento sono stati installati nelle lunghezze e negli spessori indicati e vincolati contro la pressione del terreno
- ⇒ Tutti i giunti sono schiumati e i risultati protocollati, gli scavi verso i fabbricati e gli edifici sono chiusi
- ⇒ Durante il pretensionamento termico si sono raggiunte le dilatazioni previste e la relativa temperatura e protocollati i risultati
- ⇒ Il sistema di sorveglianza è stato sottoposto a una prova di funzionamento e i risultati protocollati

Prima che venga realizzato il letto di sabbia, il tracciato va controllato in base ai punti sopra elencati e approvato dal direttore lavori.



Successivamente, i tubi vanno ricoperti uniformemente con almeno 10 cm di sabbia con granulometria da 0 a 4 mm (classe NS 0/2 - vedi la pagina seguente), a strati e in maniera accurata; infine la sabbia va compattata a mano. Prestare molta attenzione agli interstizi nella zona dei supporti dei tubi per evitare che rimangano vuoti o cavità. In queste zone è necessario compattare la sabbia. In questo modo, si evitano assestamenti successivi e spostamenti non ammissibili. Durante i lavori rimuovere gli eventuali appoggi temporanei (traversi in legno), a meno che non si usino sacchi di sabbia, che vanno aperti tagliandoli, o appoggi in schiuma rigida.

Quando non si esclude, sulla base delle condizioni climatiche, che durante i lavori nel terreno il letto di sabbia possa essere dilavato p. es. dalla pioggia, la zona del fondo scavo va ricoperta con dei prodotti tessili. In tratti scoscesi o inclinati bisogna prestare particolare attenzione a causa dell'effetto drenaggio della parete dello scavo. Inoltre con l'aggiunta di acqua, il contenuto percentuale di acqua nella sabbia potrebbe superare la percentuale ottimale della curva Proctor e non soddisfare il grado di compressione $D_{pr} \geq 97\%$.

Per effetto della presenza di acqua si può verificare una separazione delle componenti granulometriche. Quando questo accade, non si raggiungono i valori di attrito sul sistema previsti dal progetto e si può creare l'“effetto tunnel”. Per questo motivo, in conformità ad AGFW FW 401 - Parte 12, la presenza di acqua nella sabbia non viene classificato come conforme.

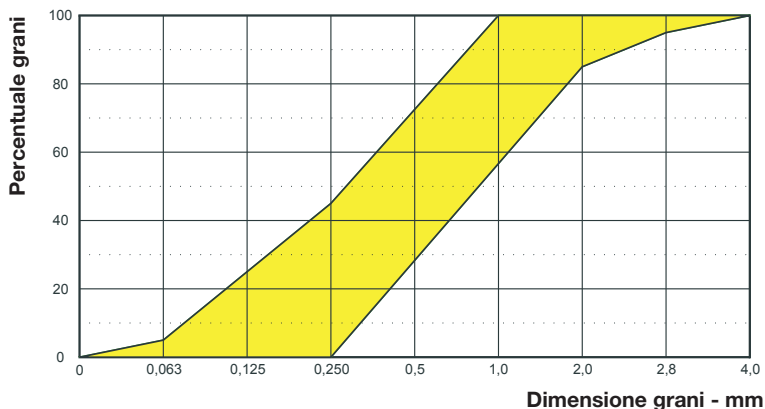
Attorno alle tubazioni, si realizzano notevoli sollecitazioni in relazione alla qualità della sabbia e dell'attrito tra il tubo in PEHD e il materiale circostante. Il coefficiente di attrito risultante costituisce un elemento decisivo per la verifica statica e dinamica del sistema preisolato.

Materiali sostitutivi come granulato di lana di vetro, sabbia pressata, materiale di riciclo o simili non sono ammessi nel letto di sabbia o comunque nella zona di copertura attorno alla tubazione.

Qualità della sabbia nella zona delle tubazioni

Altezza del letto di sabbia	⇒	tutto intorno almeno 100 mm
Tipo di sabbia	⇒	grana media-grossa non coesiva
Dimensioni dei grani	⇒	0 - 4 mm
Tipo di grano	⇒	a spigoli arrotondati
Classificazione	⇒	sabbia naturale, classe granulometrica NS 0/2
Norma	⇒	DIN EN 12620 o TL Min-StB (condizioni tecniche di fornitura dei materiali inerti nei lavori stradali)

Fuso granulometrico secondo DIN EN 12620 - gruppo 0/2



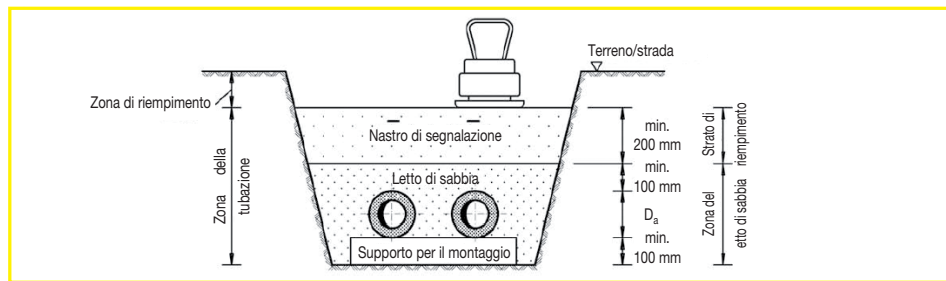
Valori limite assoluti per dimensioni secondo DIN EN 12620

Passaggio filtro fino 0,063 mm	⇒	± 5 %	Passaggio filtro fino 1,0 mm	⇒	± 20 %
Passaggio filtro fino 0,250 mm	⇒	± 25 %	Passaggio filtro fino 2,0 mm	⇒	± 5 %

9.6.1 Riempimento degli scavi

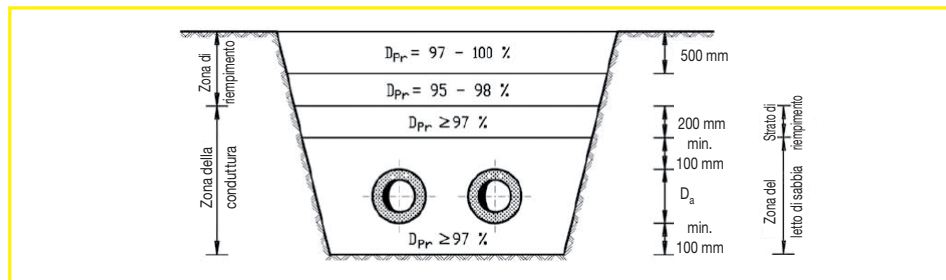
Ultimato il letto di sabbia si può riempire la sezione di posa con materiale di scavo. Il riempimento va eseguito a strati che vengono di volta in volta compressi. Pietre di grandi dimensioni o appuntite devono essere rimosse. Secondo ZTV E - StB, al di fuori della zona della tubazione sono utilizzabili come riempimento terreni a grana grossa con grani massimi di 20 mm. In generale, secondo DIN 18196, si utilizza come materiale di riempimento terreno con classe di comprimibilità V 1.

Secondo ZTV A - StB, utilizzare per il riempimento della sezione di scavo e nei 20 cm dello strato di riempimento terreni resistenti all'acqua e agli agenti atmosferici. E' ammesso il riutilizzo di materiali industriali residui e materiale da costruzione riciclato (ZTV E - StB). In ogni caso, il riutilizzo è consentito solo se le esigenze riguardanti la compressione vengono soddisfatte così come le richieste, p. es., di ecocompatibilità riguardo all'acqua o tollerabilità con altri materiali.



Il riempimento e la compressione devono avvenire contemporaneamente su entrambi i lati dei tubi al fine di evitare spostamenti e sollevamenti della condotta. Dopo aver sistemato uno strato di riempimento di 20 cm, si può lavorare con macchine costipatrici, come, p. es., un vibratore di superficie o un costipatore (peso fino a 100 kg). Il carico superficiale ammesso è di 40 N/ cm² (4 kg/cm²) per una tubazione a freddo. Se questa dovesse essere già in funzione, il carico superficiale si riduce a un massimo di 20 N/cm² (2 kg/cm²).

Sopra il primo strato, ne verranno applicati altri con uno spessore di 20-30 cm, fino a terminare con lo strato di copertura. Quanto descritto in "Condizioni tecniche contrattuali aggiuntive e direttive per dissotterramenti e lavori di sterro nelle costruzioni stradali", in breve ZTV A e ZTV, è da applicare. In aggiunta alle richieste di ZTV E - StB, conseguire i seguenti gradi di compressione [D_{pr}]:



9.6.2 Altezza minima di copertura / Classe stradale

L'effetto dei carichi stradali sulle tubazioni aumentano con la diminuzione dell'altezza di ricoprimento. Per questo, istituti di ricerca indipendenti hanno definito il ricoprimento minimo in base alla classe stradale e ai diametri nominali. Si indicano risultati teorici minimi.

Se è presente una sovrastruttura stradale, il carico delle ruote si distribuisce su una superficie maggiore, in quanto il carico non influisce direttamente sul terreno di riempimento. In questo modo, il tubo di rivestimento è meno sollecitato.

Il rispetto delle altezze di ricoprimento indicate nella tabella serve per evitare pericoli di uscita dalla sede del tubo di rivestimento, di incisione da parte di corpi estranei, di sprofondamento di un veicolo in caso di superficie non ben consolidata e di superamento dello sforzo di curvatura ammesso.

Classe	Diametro nominale tubo singolo in DN										
	20 - 125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600 - 1000
SLW 12	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,80	1,00
SLW 30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,70	0,90	1,10
SLW 60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20

Classe	Diametro nominale o tipo tubo doppio					Tutti i tipi e diametri di tubi flessibili
	fino a Dr-80	Dr-100	Dr-125	Dr-150	Dr-200	
SLW 12	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
SLW 30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40
SLW 60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,40

Altezza di copertura in metri [m]

Per diametri nominali elevati sono necessarie ulteriori prove sul terreno e calcoli statici specifici. Vanno eseguiti calcoli specifici delle tensioni di ovalizzazione totale per tubi > DN 500 in caso di traffico di automezzi pesanti SLW 60, per tubi > DN 350 in caso di carichi ferroviari e lavori di costruzione stradale con altezze di copertura < 0,80 m. I calcoli vengono eseguiti secondo ATV - foglio di lavoro A127.

Classe secondo DIN 1072

Traffico automezzi pesanti	Larghezza appoggio ruota in cm	Carico della ruota		Raggio carico superficiale in cm	Carico superficiale risultante in cm ²	Pressione teorica [p] sulla superficie di carico		Carico superficiale compensato risultante	
		in kN	in to			in N/cm ²	in kg/cm ²	in kN/m ²	to/m ²
		SLW 12	30			40	4,08	18	1.017,88
SLW 30	40	50	5,10	20	1.256,64	39,79	4,06	16,70	1,70
SLW 60	60	100	10,19	30	2.827,43	35,37	3,61	33,30	3,39

9.6.3 Altezza massima di ricoprimento

All'aumentare della profondità di posa aumenta la pressione del terreno sul tubo di rivestimento. L'altezza di ricoprimento, indipendentemente dalla temperatura di funzionamento e dal fluido, è da limitare, a causa della tensione al taglio ammissibile, $[\tau_{PUR}]$ tra tubo di rivestimento in PEHD e schiuma rigida in PUR e tra il tubo di servizio e la schiuma.

Dimensioni tubo di acciaio			Tubo singolo						Tubo doppio			
Diametro nominale in DN	Ø Esterno d_a in mm	Spessore pareti s in mm secondo isoplus	Diametro esterno tubo di rivestimento D_a in mm			Max. altezza di copertura ammessa U_H in m			Ø Esterno tubo di rivestimento D_a in mm		Max. altezza di copertura ammessa U_H in m	
			Spessore isolamento			Spessore isolamento			Spessore isolamento		Spessore isolamento	
			Standard	Rinforzato	Rinforzato x 2	Standard	Rinforzato	Rinforzato x 2	Standard	Rinforzato	Standard	Rinforzato
20	26,9	2,6	90	110	125	2,10	1,70	1,45	125	140	1,70	1,50
25	33,7	3,2	90	110	125	2,65	2,15	1,85	140	160	1,90	1,65
32	42,4	3,2	110	125	140	2,70	2,35	2,10	160	180	2,10	1,85
40	48,3	3,2	110	125	140	3,10	2,70	2,40	160	180	2,40	2,15
50	60,3	3,2	125	140	160	3,40	3,00	2,60	200	225	2,40	2,10
65	76,1	3,2	140	160	180	3,85	3,35	2,95	225	250	2,60	2,40
80	88,9	3,2	160	180	200	3,90	3,45	3,10	250	280	2,70	2,40
100	114,3	3,6	200	225	250	4,00	3,50	3,15	315	355	2,75	2,40
125	139,7	3,6	225	250	280	4,35	3,90	3,45	400	450	2,60	2,30
150	168,3	4,0	250	280	315	4,70	4,15	3,65	450	500	2,70	2,40
200	219,1	4,5	315	355	400	4,80	4,25	3,70	560	630	2,75	2,40
250	273,0	5,0	400	450	500	4,65	4,10	3,65	---	---	---	---
300	323,9	5,6	450	500	560	4,90	4,35	3,85	---	---	---	---
350	355,6	5,6	500	560	630	4,80	4,25	3,70	---	---	---	---
400	406,4	6,3	560	630	670	4,90	4,25	3,95	---	---	---	---
450	457,2	6,3	630	670	710	4,85	4,50	4,20	---	---	---	---
500	508,0	6,3	670	710	800	5,05	4,70	4,10	---	---	---	---
600	610,0	7,1	800	900	1000	5,00	4,35	3,80	---	---	---	---
700	711,0	8,0	900	1000	---	5,10	4,50	---	---	---	---	---
800	813,0	8,8	1000	1100	---	5,20	4,65	---	---	---	---	---
900	914,0	10,0	1100	1200	---	5,25	4,75	---	---	---	---	---
1000	1016,0	11,0	1200	1300	---	5,30	4,80	---	---	---	---	---
isoflex	20	2,0	75	---	---	1,85	---	---	---	---	---	---
isoflex	28	2,0	75	90	---	2,65	2,20	---	110	---	1,50	---
isocu	22	1,0	65	---	---	2,40	---	---	90	---	2,00	---
isocu	28	1,2	75	---	---	2,65	---	---	90	---	2,50	---
isopex und isoclina	20	2,0	---	---	---	---	---	---	75	---	2,20	---
	25	2,3	75	90	---	2,35	1,95	---	90	110	2,25	1,85
	32	2,9	75	90	---	3,05	2,50	---	110	125	2,40	2,10
	40	3,7	90	110	---	3,15	2,55	---	125	140	2,55	2,35
	50	4,6	110	125	---	3,20	2,80	---	160	180	2,50	2,25
	63	5,8	125	140	---	3,55	3,15	---	180	---	2,75	---
	75	6,8	140	160	---	3,80	3,30	---	---	---	---	---
	90	8,2	160	180	---	3,95	3,50	---	---	---	---	---
	110	10,0	180	---	---	4,30	---	---	---	---	---	---
	125	11,4	180	225	---	4,90	3,90	---	---	---	---	---
160	14,6	250	---	---	4,65	---	---	---	---	---	---	

ATTENZIONE:

i valori indicati nella tabella sono validi per terreni con un peso specifico di 19 kN/m³, un angolo di attrito interno $[\varphi]$ di 32,5° e spessore della parete in acciaio secondo isoplus (cap. 2.2 e 2.3). Al di fuori della zona dei materassini di assorbimento e delle curve di compensazione, secondo AGFW FW 401, parte 10 e EN 253, è ammessa una tensione al taglio $\tau_{PUR} \leq 0,04$ N/mm².

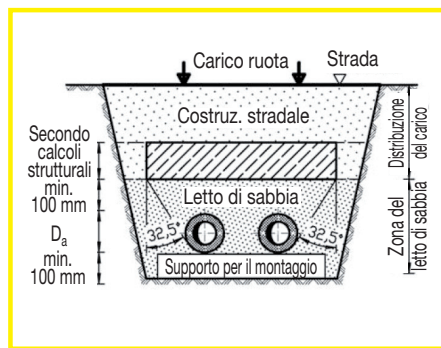
9.6.4 Piastra di ripartizione del carico

Nel caso in cui si dovesse scendere sotto l'altezza minima di ricoprimento o si superasse l'altezza massima, applicare misure aggiuntive di sicurezza. Queste devono essere in grado di evitare al tubo di rivestimento in materiale plastico, valori non ammessi della pressione sulla sommità del tubo stesso (max 20 N/cm² o 2 kg/cm²).

Come ripartitori del carico possono essere installate piastre di acciaio, da proteggere contro la corrosione, o piastre di cemento armato, qualità minima del calcestruzzo B25. In entrambi i casi i ripartitori di carico devono essere almeno 100 cm più lunghi della zona del tracciato da proteggere. La determinazione dello spessore della piastra in acciaio o dello spessore e dell'armatura della piastra in cemento armato, deve avvenire da parte di un ingegnere strutturista. Prima della realizzazione dovrà essere richiesta l'autorizzazione agli ingegneri progettisti di **isoplus**.

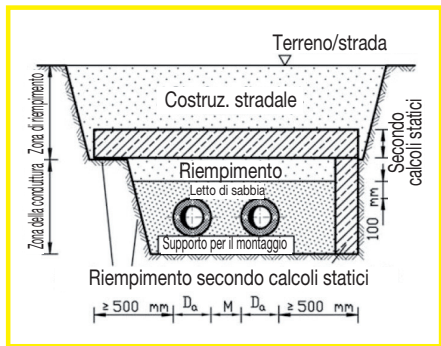
Piastra di distribuzione

Serve per ridistribuire i carichi concentrati (carichi stradali) nel caso in cui si andasse al di sotto del valore di altezza minima di ricoprimento. Le piastre di distribuzione devono essere larghe a sufficienza affinché il cono di diffusione del carico nel terreno (per un angolo di 32,5°) oltrepassi la larghezza dei tubi di rivestimento.



Piastra di sostegno

Le piastre di sostegno sono adatte per la riduzione di alti carichi superficiali (carichi del traffico e del terreno) nel caso di superamento dell'altezza massima di copertura. Devono poggiare su sporgenze laterali interne della sezione di scavo (le cui pareti devono quindi essere opportunamente sagomate). Se questo non può essere garantito, occorre realizzare basamenti continui o puntuali. La lastra deve essere almeno 50 cm più larga della zona da coprire.



9.7.1 Controllo qualità in cantiere

Per lo sviluppo del cantiere, è necessario prestabilire un criterio per la valutazione qualitativa delle singole fasi al fine di ottenere un'ottimizzazione nella posa delle tubazioni. Questo criterio è ugualmente valido per quanto riguarda i lavori di scavo, la posa e la produzione delle tubazioni. Qui di seguito sono riportati i parametri di verifica in ordine cronologico per quanto riguarda i lavori di scavo:

Fase di lavoro	Realizzazione e risultato
Controllare l'efficienza e la classificazione degli attrezzi per i lavori previsti	- Un lavoro ottimale può essere effettuato solo con gli strumenti adatti
Controllo delle misure dello scavo: larghezza e profondità della fossa in base alle dimensioni del tubo	- Creare le condizioni di lavoro ideale per i posatori e gli installatori dei giunti; libertà di costruzione nella zona delle curve, dei materassini di dilatazione e dei collegamenti dei giunti
Controllo della realizzazione dello scavo	- Realizzare un fondo di posa piano, senza pietre con le pareti in sicurezza e le zone di montaggio libere da acqua e fango per tutto il tempo di costruzione
Riempimento dello scavo Realizzazione del letto di sabbia	- Copertura con sabbia senza pietre, spessore minimo intorno al tubo guaina di 10 cm; rimuovere le travi di legno prima del riempimento; grana della sabbia 0-4 mm (classe NS 0/2), rispettare il fuso granulometrico
Riempimento dello scavo Materiale di riempimento	- Versare a strati materiale privo di pietre, non consistente e comprimibile

Vedere inoltre le condizioni di montaggio **isoplus: capitolo 11.5.2**