

10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.1	Consegna	
10.1.1	Trasporto / Scarico / Stoccaggio	10 / 1-3
10.1.2	Particolarità dei sistemi flessibili	10 / 4-6
10.2	Posa in opera	
10.2.1	Supporti di posa / Fosse di saldature / Sottoservizi	10 / 7
10.2.2	Tecnica di collegamento / Controllo delle saldature	10 / 8
10.2.3	Adattatori	10 / 9
10.2.4	Curve a Z/ Curve a U/ Derivazione parallela	10 / 10-12
10.2.5	Valvola a sfera	10 / 13
10.2.6	Drenaggio / Sfiato	10 / 14
10.2.7	Blocco di ancoraggio / Blocco di cemento	10 / 15
10.2.8	Giunti di collegamento	10 / 16
10.2.9	Compensatore monouso	10 / 17-19
10.2.10	Presa in carico	10 / 20
10.2.11	Valvola a sfera monouso	10 / 21
10.2.12	Water stop	10 / 22
10.2.13	Passaggio nei muri - Anello passamuro standard	10 / 23
10.2.14	Passaggio nei muri - Guarnizione con inserto C 40	10 / 24
10.2.15	Sistema di monitoraggio	10 / 25
10.2.16	Pretensionamento termico	10 / 26-32
10.2.17	Montaggio di raccordi di collegamento isopex	10 / 33-34
10.3	Costruzione tubi - Linee aeree	
10.3.1	Generalità / Metodo di posa / Passaggio libero - con posa a terra	10 / 35
10.3.2	Calcolo larghezze di appoggio	10 / 36-37
10.3.3	Supporti di appoggio	10 / 38
10.3.4	Progettazione supporto	10 / 39
10.4	Lista di controllo per assemblaggio tubi	
10.4.1	Controllo qualità in cantiere	10 / 40

10.1.1 Trasporto / Scarico / Stoccaggio

Trasporto

I tubi **isoplus**, i componenti (pezzi speciali) e gli accessori, vengono trasportati al cantiere o al deposito materiale tramite camion. Le strade devono essere idonee al transito di automezzi pesanti e furgoni con una superficie di carico lunga fino a 12 o 16 m (Ove consentito trasporto barre da 16 m).

Per protezione, le estremità dei tubi di servizio vengono chiuse in stabilimento con un tappo giallo. Questi tappi devono restare sulle estremità dei tubi fino alla posa in opera. Anche in caso di movimentazione i tappi non devono essere rimossi. Inoltre, assicurarsi che le tubazioni, in qualsiasi fase di stoccaggio, appoggino in modo uniforme su tutta la lunghezza.

La superficie di carico dei camion deve essere controllata affinché non ci siano parti sporgenti o taglienti. Nel caso siano presenti, queste vanno eliminate per evitare danneggiamenti, in particolare del rivestimento in PEHD.

Tutti i giunti e i materiali termorestringenti, così come gli accessori (water-stop, guarnizioni ecc..) vengono consegnati protetti da involucri protettivi e/o cartoni. Anche questi imballaggi non devono essere rimossi o danneggiati fino al momento della installazione.

Scarico

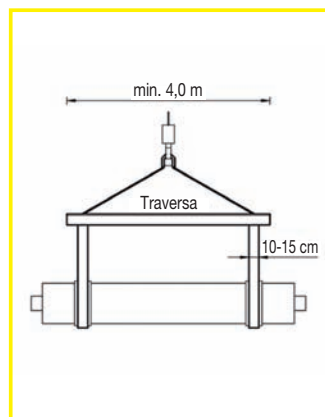
Lo scarico dell'automezzo è a cura del cliente. Si raccomanda il rispetto di tutte le normative per la prevenzione degli infortuni e il mantenimento delle condizioni di sicurezza. Tutti i tubi, pezzi speciali e accessori **isoplus** vanno scaricati in maniera adeguata, con prudenza e non devono essere gettati a terra dalla superficie di carico del camion.

All'arrivo, i materiali devono essere controllati per verificare che non ci siano danni esterni. Va inoltre verificata la completezza della consegna e protocollata. Eventuali mancanze vanno segnate chiaramente sulle bolle di consegna.

Gli elementi di piccole dimensioni e gli accessori vanno preferibilmente scaricati a mano. In caso di pezzi o imballi di grandi dimensioni, lo scarico deve avvenire con una gru. Nel caso delle tubazioni da 12 m e 16 m, queste vengono generalmente sollevate per mezzo di due cinghie in materiale tessile o di nylon, larghe 10-15 cm, unite ad una traversa di almeno 4 m.

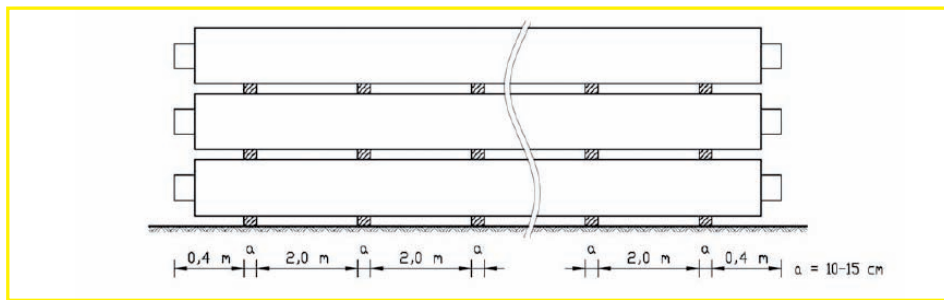
In questo modo si evita la curvatura e il danneggiamento dei tubi, così come la rottura del sistema di sorveglianza e rilevamento delle perdite.

Non è permesso tirare e far rotolare i tubi sul terreno, o l'utilizzare funi d'acciaio o catene. Asperità del terreno possono causare ammaccature e graffi sul tubo di rivestimento.



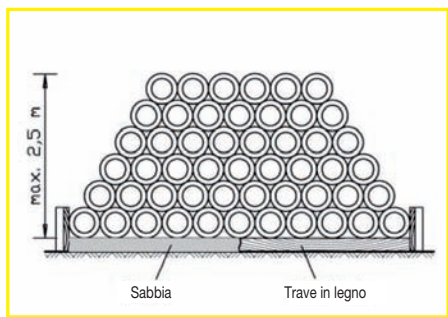
Stoccaggio

Le tubazioni **isoplus** e i componenti devono poggiare su superfici piane, senza pietre e asciutte, dopo essere stati separati per dimensioni. Sono da evitare terreni con possibile presenza di acque di falda o di acqua stagnante. Come appoggi per le tubazioni, si usano un letto di sabbia o travi di legno. A seconda del diametro nominale dei tubi, le travi di legno devono essere tra i 10 e i 15 cm di larghezza e disposte ad intervalli regolari di circa 2,00 m. La pressione sulla sommità del tubo non deve superare 40N/cm² o 4kg/cm².

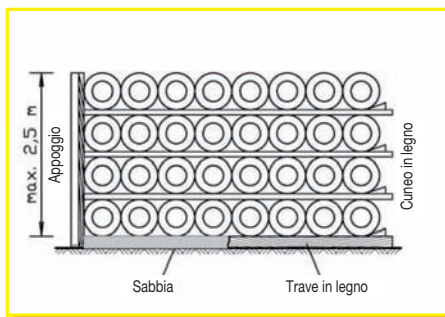


Per ragioni di sicurezza l'altezza della catasta deve essere limitata a un max. di 2,50 m. La disposizione della catasta avviene a forma conica o di parallelepipedo. In ogni caso è necessario assicurare le tubazioni da scivolamenti laterali tramite puntelli o cunei di legno.

Forma conica

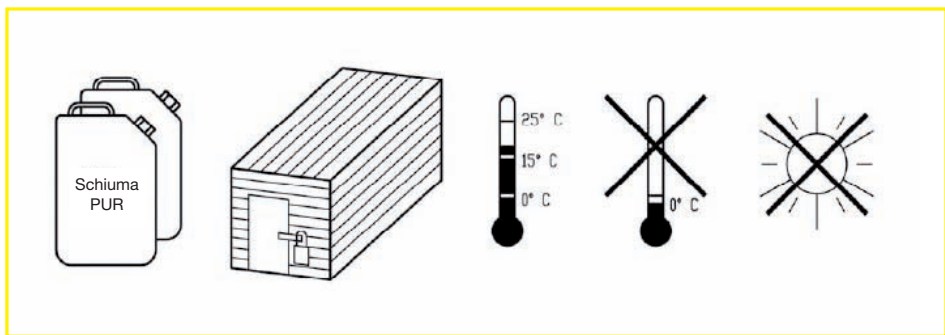


Forma a parallelepipedo



Se lo stoccaggio è previsto per lunghi periodi, adottare misure idonee alla protezione contro gli agenti atmosferici. Durante i periodi di gelo, le tubazioni, i pezzi speciali e tutti gli accessori **isoplus** vanno protetti da flessioni, urti e colpi.

Gli accessori e il materiale di piccole dimensioni come giunti, collari termorestringenti, water stop, materassini di assorbimento ecc. sono da immagazzinare in maniera ordinata, all'asciutto, al riparo dal gelo e dalla luce diretta del sole; i giunti di collegamento devono essere conservati in posizione verticale. I componenti della schiuma PUR e gli accessori vanno protetti da eventuali furti, immagazzinandoli in un locale chiuso o in un container con temperature comprese tra i + 15°C e i + 25°C.



La schiuma PUR viene consegnata divisa nei componenti A, poliolo, chiaro, e B, isocianato, scuro, in taniche da 1, 5 o 10 litri. Le taniche vanno aperte solamente prima dell'utilizzo. A temperature inferiori a 0°C la schiuma PUR si cristallizza. La schiuma ghiacciata o cristallizzata non può più essere utilizzata per l'isolamento dei giunti di collegamento.

Il committente o un suo rappresentante autorizzato è il solo responsabile, del corretto immagazzinamento di tutti i componenti del sistema **isoplus**. A lui spetta anche la firma per quietanza per la completezza del materiale ricevuto e il controllo della distribuzione del materiale durante la posa. Il materiale, necessario per l'esecuzione dell'isolamento in opera, deve essere consegnato a mano al personale installatore, istruito da **isoplus**, al momento della realizzazione.

10.1.2 Particolarità dei sistemi flessibili

Trasporto

I tubi flessibili **isoplus** vengono consegnati in rotoli (diametro $\geq 2,00$ m) per mezzo di camion, al cantiere o al deposito di materiali. Per proteggere il tubo di servizio le estremità sono chiuse con tappi gialli applicati in stabilimento che vanno rimossi immediatamente prima di collegare i tubi.

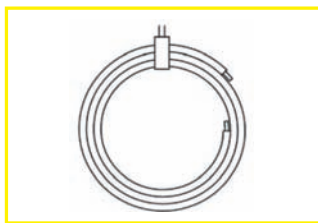


In caso di ulteriore trasporto dei tubi, la superficie di carico va controllata per verificare che non ci siano parti sporgenti e rigide. I tubi devono poggiare in maniera regolare.

Scarico

Lo scarico deve avvenire in maniera adeguata e con cautela da parte del cliente. Nel caso di scarico con una gru devono essere utilizzate cinghie tessili larghe min. 10 cm. Le forche dei muletti vanno ricoperte con tubi di protezione.

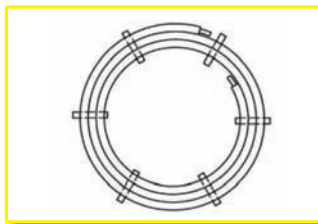
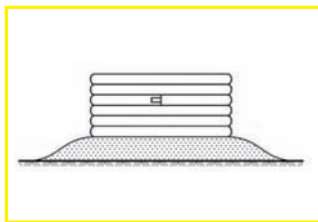
Non è consentito tirare e far rotolare i tubi flessibili sul terreno, né utilizzare funi d'acciaio o catene. Le asperità del terreno causano ammaccature e graffi sul tubo di rivestimento.



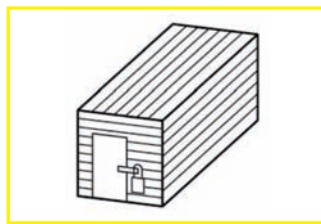
Stoccaggio

I tubi flessibili vanno immagazzinati su superfici piane, senza pietre e asciutte. Vanno evitati terreni con possibile presenza di acque di falda stagnanti. Un letto di sabbia (anche in sacchi) o travi di legno disposti a stella formano un appoggio idoneo.

Se lo stoccaggio è previsto per un lungo periodo, prendere tutte le misure necessarie per proteggere il materiale dagli agenti atmosferici. Nei periodi di gelo, proteggere il tubo di rivestimento e il tubo di servizio **isopex** da urti e colpi.



Anche gli accessori dei tubi flessibili sono da immagazzinare in locali richiudibili o container. Del regolare immagazzinamento di tutti i componenti del sistema è responsabile unicamente il posatore o un terzo da lui autorizzato. A lui spettano anche la firma per quietanza per la completezza del materiale ricevuto e il controllo della distribuzione del materiale durante la posa.

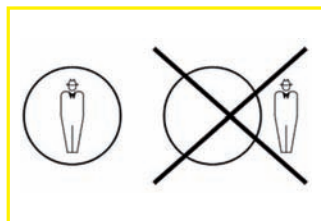


Srotolamento

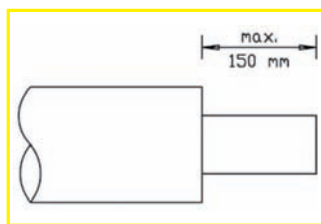
A causa della tensione residua, i rotoli di tubi flessibili vanno aperti dall'interno.

ATTENZIONE: Pericolo di infortuni!

Al momento del montaggio, i tubi flessibili **isoplus** vanno srotolati e tagliati in base alla lunghezza necessaria. Il rotolo va sempre fatto girare seguendo il suo movimento rotatorio. Inoltre, per evitare danneggiamenti, fare attenzione che il rotolo non si muova su un terreno non piano o pietroso.



Dopo aver tagliato il tubo flessibile in modo perpendicolare, il tubo di rivestimento e la schiuma PUR vanno separati per max. 150 mm a partire dal taglio. Il tubo di rivestimento viene rimosso con uno strumento adatto così come la schiuma e i suoi residui.



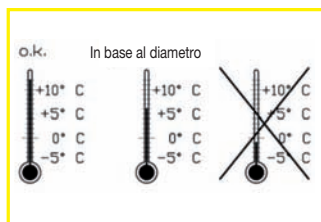
ATTENZIONE: Nel caso dei tubi **isopex**, 6 bar, riscaldamento, la barriera anti diffusione rossa E/VAL non deve essere danneggiata.

Lavorazione

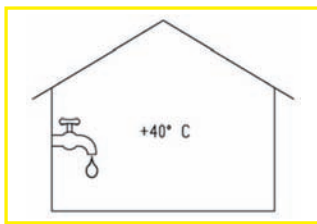
La posa e la lavorazione dei tubi flessibili **isoplus** è possibile fino a una temperatura esterna di + 10°C. Con temperature inferiori a 10°C, in base alle dimensioni del tubo, vanno adottati i provvedimenti necessari.

Fino a un diametro del tubo di rivestimento in PELD di 90 mm, è possibile lavorare anche ad una temperatura $\geq 0^\circ\text{C}$. Con temperature inferiori c'è il rischio che la schiuma PUR e il tubo di rivestimento si rompano.

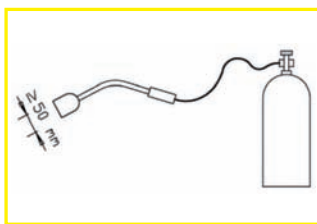
Con tubo di rivestimento maggiori di 90 mm e tubi doppi **isopex** questo rischio sussiste generalmente con temperature sotto i 10°C.



Se i tubi flessibili **isoplus** vengono utilizzati con temperature esterne così basse, allora devono essere depositati in un ambiente riscaldato o portati alla temperatura di lavorazione riempiendoli con acqua calda e/o utilizzando uno strumento adatto (max. 40°C sul tubo guaina in PELD). I tubi riempiti con acqua non vanno lasciati esposti a un lungo periodo di gelo.



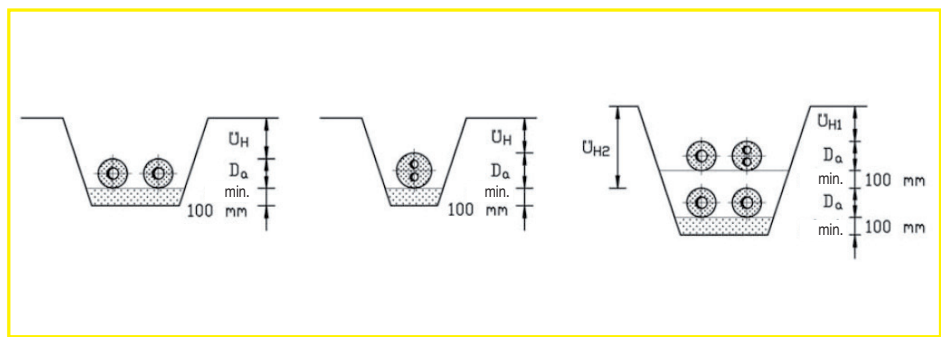
Quando il riscaldamento viene effettuato per esempio, con un bruciatore a gas, utilizzare una testina dal diametro min. di 50 mm. Il riscaldamento va effettuato con il movimento oscillatorio di una fiamma gialla in maniera uniforme su un tratto lungo. Un riscaldamento punto per punto del tubo di rivestimento potrebbe danneggiare il sistema di tubi flessibili.



Posa

L'installazione dei tubi flessibili avviene di regola su un piano di sabbia di circa 10 cm, prevedendo adeguato spazio di lavoro necessario per i punti di collegamento (estremità dei tubi). Viste le notevoli lunghezze di consegna questa eventualità si verifica raramente. I supporti vanno sistemati a distanze di 2,0 m.

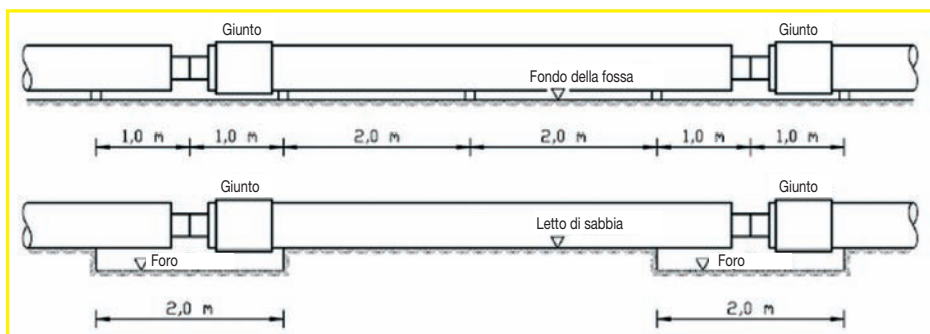
Negli scavi, i tubi flessibili possono essere posati uno accanto all'altro o uno sopra l'altro. È possibile anche la posa tramite procedimenti speciali di scavo orizzontale. In questo caso vanno osservate le disposizioni di chi esegue i lavori.



10.2.1 Supporti di posa / Fosse di saldature / Sottoservizi

Supporti di posa / Fosse di saldatura

La posa di una tubazione può avvenire su travi di legno, supporti di schiuma rigida, sacchi di sabbia o direttamente su uno strato di sabbia spesso 10 cm. Nel caso di posa diretta sul letto di sabbia, vanno previste fosse in corrispondenza dei giunti, che servono come spazio di lavoro secondo le norme AGFW, foglio di lavoro 401-12. Appoggi intermedi sono da sistemare a una distanza di 2 m, quindi nel caso di tubazioni diritte da 6 m, sono necessari tre punti di appoggio e, nel caso di tubazioni diritte da 12 m, 6 punti di appoggio. Per offrire condizioni ottimali alla realizzazione dei giunti, il primo appoggio deve essere sistemato almeno a 1 m dall'estremità del tubo o dei punti di saldatura.



Se per gli appoggi intermedi vengono utilizzate travi in legno, queste devono essere assolutamente rimosse prima del riempimento dello scavo con sabbia. In questo modo si evitano sforzi di pressione inammissibili sul tubo di rivestimento in PEHD. Prima del riempimento dello scavo i sacchi di sabbia vanno aperti.

Sottoservizi

Nel caso di posa di una rete di teleriscaldamento occorre, a volte, considerare gli ostacoli al percorso come tubazioni e impianti già presenti, p. es. gas, acqua, fognature, corrente elettrica. La posizione di questi sottoservizi va definita prima dell'inizio dei lavori, sulla base di planimetrie e disegni di sezioni dei punti in oggetto, verbalizzandone il risultato. Si devono rispettare le seguenti distanze secondo AGFW, sempre che non siano valide altre disposizioni locali:

Sottoservizio	Distanze minime	
	Con posa a incrocio o parallela fino a 5 m	Con posa parallela oltre 5 m
Tubazioni gas e acqua	20 - 30 cm	40 cm
Cavo segnalatore o misuratore 1kV	30 cm	30 cm
Cavo 10 kV o cavo 30 kV	60 cm	70 cm
Più cavi 30 kV o cavo oltre 60 kV	100 cm	150 cm

10.2.2 Tecnica di collegamento / Controllo delle saldature

Tecnica di collegamento

Prima di saldare i tubi e gli altri componenti, i giunti di collegamento con i relativi collari restringenti vanno inseriti e fatti scorrere sul tubo di rivestimento vicino al punto da saldare. In caso di cattive condizioni meteo erigere una tenda protettiva sul punto di collegamento, per permettere la preparazione e l'esecuzione dei lavori. Durante i lavori di saldatura, i lati frontali delle estremità dei tubi vanno protette da scintille e bruciature con teli bagnati, materassini ignifughi o schermi.

I collegamenti dei tubi di acciaio nero possono essere realizzati secondo DIN ISO 857-1 con i seguenti procedimenti: saldatura ad arco, saldatura ossi-acetilenica, saldatura TIG (Tungsten Inert Gas) o combinazioni. Per la qualità della saldatura, il controllo e la valutazione dei risultati vale la norma AGFW foglio di lavoro 446.

Le imprese che eseguono i lavori di saldatura devono soddisfare i requisiti secondo EN ISO 3834 ed essere certificate secondo la norma AGFW foglio di lavoro 601. La saldatura deve essere eseguita solo da saldatori in possesso di certificati secondo DIN EN 287-1. In presenza di condizioni particolarmente difficili in cantiere è richiesta anche la qualificazione secondo la norma DVGW GW 350.

Il procedimento di saldatura da utilizzare deve essere adeguato per saldature da eseguire in cantiere. Per l'esecuzione del cordone di saldatura, la preparazione dei lembi dell'acciaio e la distanza tra le estremità dei tubi, devono essere rispettate le direttive DIN EN 448, DIN 2559-2 e -3 e DIN EN ISO 9692-1.

I materiali di apporto devono essere scelti e approvati in relazione al materiale base e secondo le norme DIN EN 12536, DIN EN ISO 2560 o DIN EN ISO 636. I materiali di apporto devono essere marcati e identificabili con chiarezza. In base alle norme AGFW foglio di lavoro 601, le saldature devono rispettare le classi di difettosità B e C secondo DIN EN ISO 5817, mentre secondo DIN EN 489 viene richiesto il rispetto della classe B.

Controllo delle saldature

Al termine dei lavori, le saldature sono da controllare in una quantità concordata tra committente e appaltatore e definita nei documenti di progetto. Il controllo visivo è classificato secondo DIN EN ISO 17637. Si devono eseguire anche controlli non distruttivi delle saldature. Qualora si eseguano controlli radiografici, il livello di difettosità deve essere conforme alla classe B secondo DIN EN 1435.

Possono essere realizzati test con liquidi penetranti secondo DIN EN 571-1, ad ultrasuoni secondo EN 1714, prove con particelle magnetiche secondo DIN EN ISO 17638 e prove con correnti parassite secondo DIN 54141. Dopo i test non distruttivi, si esegue la prova di tenuta secondo la norma AGFW foglio di lavoro 602.

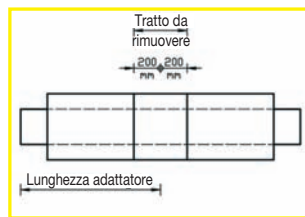
I metodi di controllo visivi con aria vengono consigliati rispetto a quelli con acqua; in questo caso le saldature vengono bagnate con una acqua saponata. Se entro un minuto non si formano bollicine ne risulta dimostrata l'ermeticità. Nel caso si utilizzi la pressione interna dell'aria, la pressione di prova va dai 0,2 fino a 0,5 bar.

Una prova di pressione con acqua fredda si effettua a tubazione sfiatata, attenendosi alle norme DVGW G 469, Procedimento A1. La pressione di prova è 1,3 volte la pressione massima di esercizio, mantenuta per almeno tre ore.

10.2.3 Adattatori

A causa delle caratteristiche del percorso della rete, in genere, è necessario accorciare le tubazioni consegnate in lunghezze standard, per ricavarne un elemento adattatore. In questo modo si può realizzare una qualsiasi lunghezza di percorso. Per produrre un adattatore, svolgere i seguenti procedimenti:

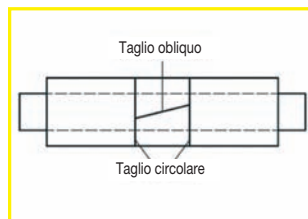
La lunghezza di un adattatore viene misurata e segnata su una tubazione diritta. A sinistra e a destra di questo segno viene indicato un tratto lungo $2 \cdot 200\text{mm}$ in cui viene tolto il rivestimento.



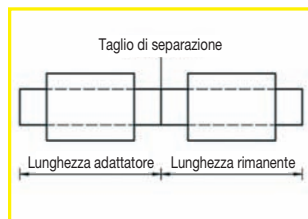
Separare il tubo di rivestimento con un taglio circolare nei punti segnati e collegarli con un taglio obliquo.

ATTENZIONE: con temperature $< 10^{\circ}\text{C}$ il tubo di rivestimento deve essere scaldato prima del taglio per evitare il rischio di rottura.

ATTENZIONE: i fili di segnalazione del sistema di allarme non devono essere tagliati durante la realizzazione dei tagli circolari. In seguito il tubo di rivestimento deve essere sollevato con uno strumento adatto (scalpello o simili).



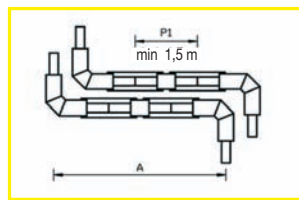
La schiuma PUR deve essere rimossa con martello e scalpello e i fili del sistema di allarme interrotti nella posizione centrale. I resti di schiuma sul tubo di acciaio devono essere rimossi accuratamente, eventualmente con una tela smerigliata. Infine il tubo di servizio in acciaio deve essere tagliato a metà del tratto in cui è stato tolto il rivestimento.



10.2.4 Curve a Z / Curve a U / Derivazione parallela

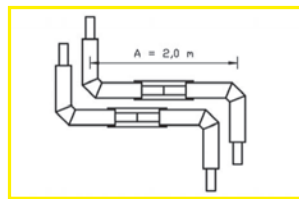
Curve a Z con adattatore

Nelle curve a Z, la lunghezza dell'adattatore da interporre dipende dalla verifica statica. Il braccio trasversale [A] è da ricavare dal progetto del tracciato sviluppato da **isoplus**. Le curve a Z vengono assemblate a partire da due curve, di solito a 90°, e un adattatore. L'adattatore [P1] deve essere lungo almeno 1,50 m per poter inserire il kit giunto.



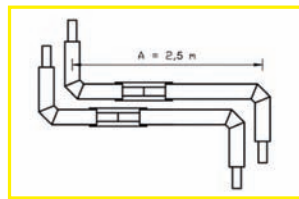
Curve a Z senza adattatore fino a DN 100

Nel campo dei piccoli diametri nominali, fino a DN 100, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 2,00 m. Utilizzando 4 elementi a curva con lunghezza del braccio di $1,0 \cdot 1,0$ m non è necessario inserire alcun adattatore.



Curve a Z senza adattatore a partire da DN 125

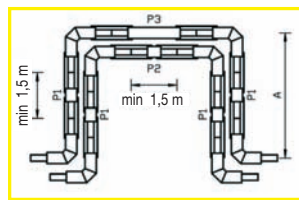
Nel campo intermedio dei diametri nominali, a partire da DN 125, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 2,50 m. In questo caso, utilizzare 2 curve con lunghezza dei bracci $1,0 \cdot 1,0$ m e 2 curve con lunghezza dei bracci $1,0 \cdot 1,5$ m. L'inserimento del giunto è quindi possibile sui bracci lunghi della curva.



A partire da DN 400 sono necessari calcoli statici dettagliati.

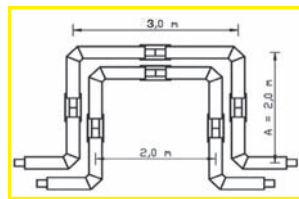
Curva a U con adattatore

Nelle curve a U la lunghezza dell'adattatore [P1] dipende dalle verifiche statiche. La dimensione [A] è da ricavare dal progetto sviluppato da **isoplus**. Gli adattatori [P2] + [P3] alla testa della curva a U sono di diverse lunghezze, di cui quello interno [P2] deve essere lungo almeno 1,50 m in modo da consentire l'inserimento di entrambi gli adattatori.



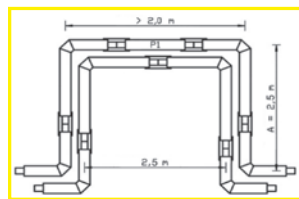
Curva a U senza adattatore fino a DN 100

Nel campo dei piccoli diametri nominali, fino a DN 100, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 2,00 m. Utilizzando 6 curve con lunghezza dei bracci 1,0 • 1,0 m e 2 curve con lunghezza dei bracci 1,0 • 1,5 m non è necessario alcun adattatore. L'inserimento del giunto è quindi possibile sul braccio lungo della curva.



Curva a U con un adattatore a partire da DN 125

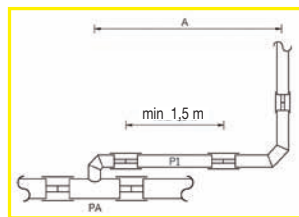
Nel campo dei diametri nominali intermedi, a partire da DN 125, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 2,50 m. Utilizzando 3 curve con lunghezza dei bracci 1,0 • 1,0 m e 5 curve con lunghezza dei bracci 1,0 • 1,5 m è necessario, sulla curva a U esterna, un solo adattatore [P1] la cui lunghezza dipende dalle dimensioni e dalla distanza dei tubi. L'inserimento del giunto è quindi possibile anche sul braccio lungo della curva.



A partire da DN 400 sono necessari calcoli statici dettagliati.

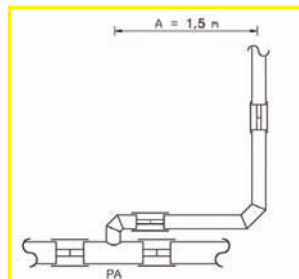
Derivazione parallela con adattatore

In una derivazione parallela, la lunghezza dell'adattatore [P1] dipende dalle verifiche statiche. Il braccio trasversale [A] si ricava dal progetto sviluppato da **isoplus**. Le derivazioni vengono assemblate a partire da una curva prefabbricata, di solito a 90°, e un adattatore. L'adattatore [P1] deve essere lungo almeno 1,50 m per poter inserire il giunto di collegamento.



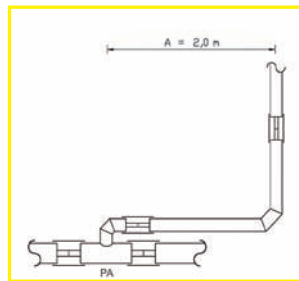
Derivazione parallela senza adattatore fino a DN 100

Nel campo dei piccoli diametri nominali, fino a DN 100, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 1,50 m. Utilizzando curve con lunghezze dei bracci 1,0 • 1,0 m non è necessario alcun adattatore. L'applicazione del giunto è quindi possibile sui bracci lunghi della curva.



Derivazione parallela senza adattatore a partire da DN 125

Nel campo intermedio dei diametri nominali, a partire da DN 125, dal punto di vista statico è sufficiente un braccio trasversale [A] di 2,00 m. Utilizzando curve con lunghezze dei bracci 1,0 • 1,5 m non è necessario alcun adattatore. L'apertura del giunto è quindi possibile anche sul braccio lungo della curva.



A partire da DN 400 sono necessari calcoli statici dettagliati.

10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.2 Posa in opera

10.2.5 Valvola a sfera

Valvola a sfera

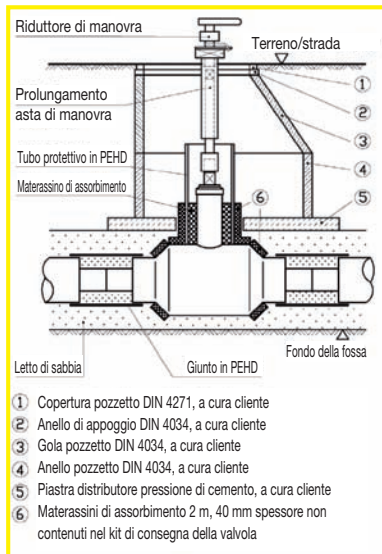
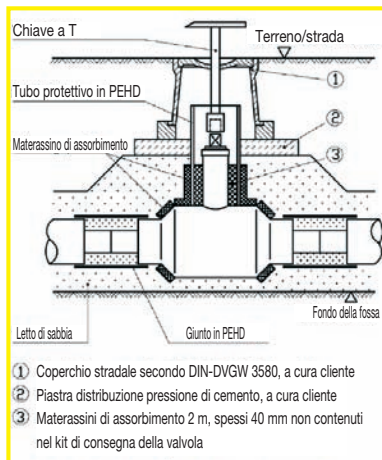
Le valvole a sfera vengono saldate come una tubazione diritta. Acque stagnanti nel punto di installazione non sono ammesse. Le saldature, per evitare danni alle guarnizioni, devono essere realizzate a valvola aperta. L'installazione in prossimità delle curve a L, Z o U non è ammessa, a causa delle sollecitazioni che si manifestano in corrispondenza delle zone di movimento.

Il tubo protettivo in PEHD, che con il supporto di centraggio in laminato PE è parte del kit, viene accorciato in relazione alla profondità di posa. Al di sopra viene posato un pozzetto con coperchio stradale. Le manovre possono avvenire o con una chiave a T o con un riduttore di manovra, che viene generalmente usato a partire dal diametro nominale DN 150.

Nel caso si usi un prolungamento dell'asta di manovra, fare attenzione agli spostamenti della valvola a causa della dilatazione. Il prolungamento viene applicato sulla barra quadra della valvola. All'altra estremità, il prolungamento termina anch'esso con una barra quadra sulla quale si può applicare una chiave a T o/e un riduttore di manovra.

A conclusione del montaggio, la prima operazione di chiusura avviene dopo aver lavato la tubazione, in modo che i residui fissi nei tubi, che potrebbero causare danni alle guarnizioni, vengano rimossi. Le valvole si chiudono in modo destrorso (in senso orario) fino a un arresto a 90°; l'apertura avviene nel senso contrario. Nelle manovre di apertura/chiusura i dispositivi vanno azionati lentamente per evitare sovrappressioni.

Aperture e chiusure parziali sono da evitare a causa di possibili danneggiamenti delle guarnizioni. L'utilizzo di strumenti non adatti, o un prolungamento inappropriato della chiave a T, sono vietati e causano una esclusione dalla garanzia.



10.2.6 Drenaggio / Sfiato

Drenaggio / Sfiato

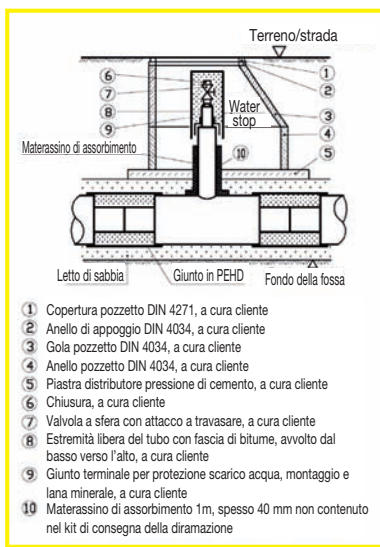
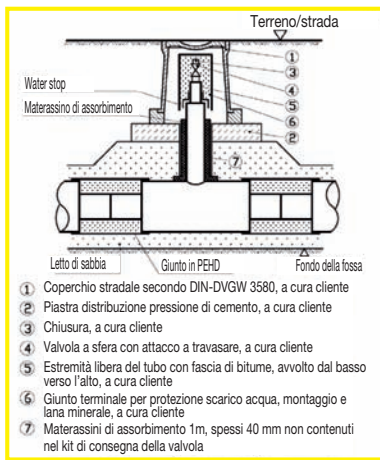
Nei punti alti e nei punti bassi, è buona regola provvedere, secondo le direttive della direzione lavori, alla realizzazione di drenaggi o/e sfiati (ELE/ELÜ). Come drenaggi/sfiati vengono saldate diramazioni con uscita verticale (vedi **capitolo 2.2.8**). Non è consentita la presenza di acqua stagnante nella zona di installazione. L'installazione di sfiati/drenaggi nella zona di curve a L, Z o U, non è permessa a causa degli spostamenti che si manifestano in tali zone.

Dopo l'adeguamento dell'altezza dell'uscita, deve essere montato un water stop (vedi il **capitolo 10.2.12**) e la valvola di drenaggio o sfiato. La valvola a sfera ha una filettatura esterna alla quale si fissa il tubo aspirante.

Il tubo in acciaio non isolato è da proteggere contro la corrosione, avvolgendolo con una fascia di bitume e prestando attenzione che la fasciatura venga eseguita dall'alto verso il basso. Sull'intera struttura drenaggio/sfiato viene posto, per protezione dalle infiltrazioni d'acqua, un coperchio in PEHD. Questo coperchio è da rivestire in cantiere con materiale isolante adeguato.

Come protezione dalla dilatazione assiale, sull'uscita installare dei materassini di espansione secondo il progetto sviluppato da **isoplus**. Il water stop, il coperchio in PEHD e i materassini non fanno parte del kit di consegna della derivazione drenaggio/sfiato.

In alternativa alla derivazione verticale, si possono usare anche drenaggi/sfiati prefabbricati secondo il **capitolo 2.2.9** con l'inserimento di una valvola a sfera.



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

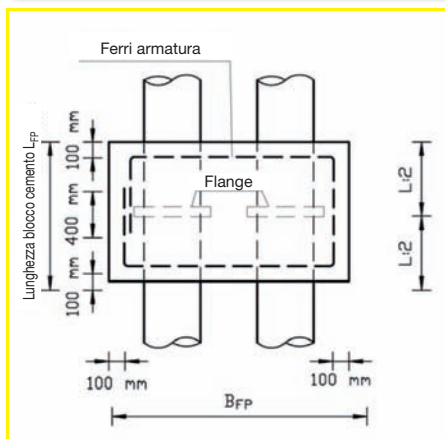
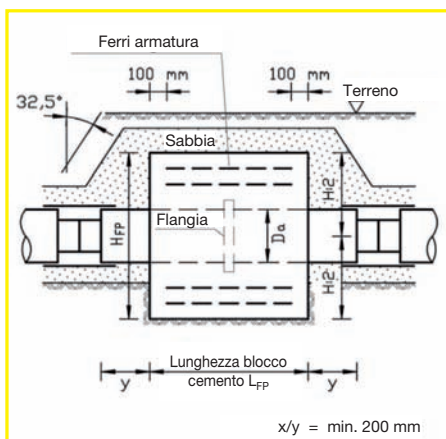
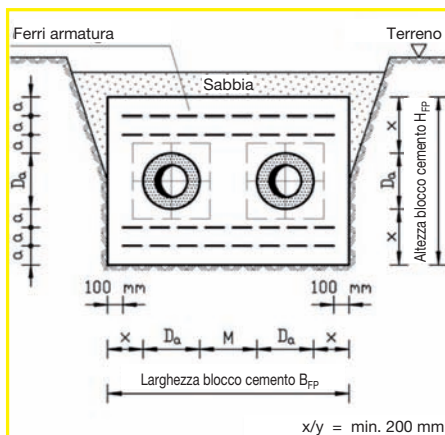
10.2 Posa in opera

10.2.7 Blocco di ancoraggio / Blocco di cemento

I blocchi di calcestruzzo sono da sistemare nel terreno. La buca necessaria è da realizzare prima della posa dei tubi. Se viene sistemato un blocco di ancoraggio a ridosso di un edificio o di un fabbricato, rispettare una distanza minima di 2,00 m tra l'opera muraria e il blocco di cemento. Prevedere un drenaggio nel caso in cui non sia da escludere che possa ristagnare acqua sul blocco di calcestruzzo.

Il blocco di calcestruzzo di qualità C20/25 F2 (DIN 1045-2 - DIN EN 206-1) viene realizzato con cemento da alto forno e armatura di classe B5500B secondo DIN 488-1. I ferri, secondo norma, sono da piegare e possono essere saldati sulla sovrapposizione. Prima della messa in funzione della rete, le fosse delle tubazioni e del blocco di calcestruzzo vanno completamente riempiti. Il calcestruzzo deve essere giunto a completa maturazione; questa si raggiunge solo dopo 28 giorni dall'esecuzione del getto. Le dimensioni del blocco e i relativi ferri di armatura sono da ricavare dal progetto sviluppato da isoplus (vedi **capitolo 2.2.12**).

Dimensioni del tubo in acciaio		Ferri dell'armatura	
Larghezza nominale in DN	Diametro esterno d_a in mm	Quantità/ Pezzi	Diametro in mm
20	26,9	2	8
25	33,7	2	8
32	42,4	2	8
40	48,3	2	8
50	60,3	2	8
65	76,1	2	8
80	88,9	2	8
100	114,3	4	8
125	139,7	4	8
150	168,3	4	8
200	219,1	6	10
250	273,0	6	10
300	323,9	6	10



10.2.8 Giunti di collegamento

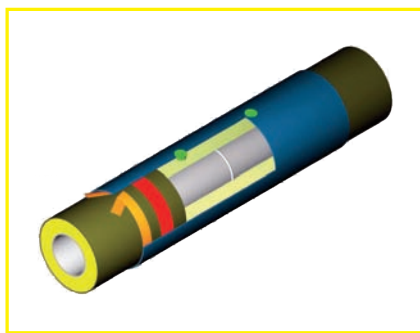
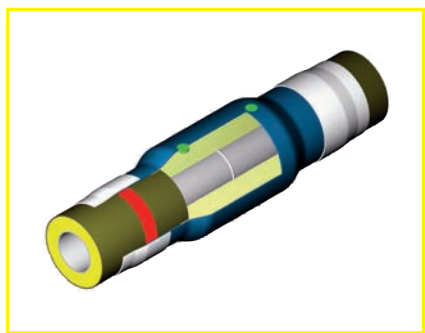
Per le più diverse richieste tecniche, sono a disposizione differenti tipi di giunti. Tutti i giunti di collegamento in PEHD permettono la realizzazione di collegamenti dei tubi di rivestimento in maniera ermetica e impermeabile a gas e acqua (vedi **capitolo 6**).

Prima della saldatura dei tubi di servizio tutti i tipi di giunti e i relativi collari vanno fatti scorrere sul tubo di rivestimento in PEHD delle tubazioni. Di questo lavoro è responsabile esclusivamente il posatore dei tubi o una persona terza autorizzata.

Dopo aver eseguito e protocollato i controlli delle saldature, le zone relative vengono isolate e sigillate con manicotti e schiuma PUR. Per motivi di garanzia, questi lavori, tranne che con il giunto **isocompact®**, vanno eseguiti da parte di personale abilitato AGFW/BFW e istruito da **isoplus**.

Questo rende possibile un'identificazione esatta dell'installatore e aumenta allo stesso tempo i requisiti di qualità. Nel caso in cui l'isolamento venga eseguito da un terzo, la sua idoneità va comprovata presentando i certificati AGFW/BFW prima dell'inizio dei lavori.

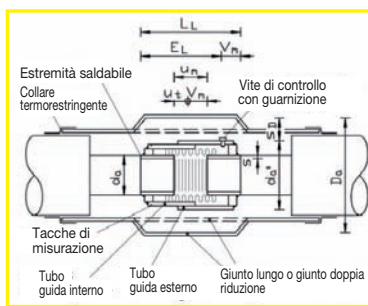
Questa eccezione è da comunicare a **isoplus** prima dell'inizio dei lavori. Le condizioni di montaggio **isoplus** generalmente valide (vedi **capitolo 11.5.2**), sono da seguire scrupolosamente.



10.2.9 Compensatore monouso

Lavori di preparazione

Le indicazioni di lunghezze e misure presenti in questa sezione come $[L_{\perp}]$, $[u_m]$ ecc. sono indicate nel **capitolo 7.1.1** e nel progetto **isoplus**. Il compensatore monouso (EKO) viene consegnato con il soffietto completamente aperto, ovvero con l'assorbimento massimo possibile della dilatazione $[u_m]$. La misura $[u_m]$ corrisponde esattamente alla distanza tra il bordo del tubo guida esterno e la scanalatura circonfrenziale del tubo guida interno.



ATTENZIONE: i punti di saldatura eseguiti in stabilimento servono solamente per sicurezza durante il trasporto e sono quindi da rimuovere prima della lavorazione successiva.

Prima del montaggio dell'EKO, la lunghezza di fornitura $[L_{\perp}]$ deve essere ridotta della misura del pretensionamento meccanico $[V_m]$. In questo modo, la dilatazione $[u_t]$ che deriva dalla linea interrata viene regolata. Questo passaggio è decisivo per il corretto pretensionamento termico del sistema EKO. La compressione meccanica $[V_m]$ deve essere eseguita con uno strumento idoneo. La forza necessaria $[F]$ si ricava dal foglio dati, **capitolo 7.1.1**. A partire dal DN 350, a causa delle elevate forze che si manifestano, EKO può essere sottoposto a pretensionamento in stabilimento.

La distanza tra i bordi del tubo esterno e le tacche nel tubo interno corrisponde all'effettivo assorbimento dell'espansione $[u_t]$, la lunghezza del compensatore, alla lunghezza effettiva del montaggio $[E_{\perp}]$. In questo stato, entrambi i tubi guida del compensatore vanno fissati con 2-3 punti di saldatura, definendo in questo modo la lunghezza di dilatazione $[u_t]$, per evitare variazione di lunghezza del compensatore durante una successiva prova a pressione. La misura $[u_t]$ deve essere regolata allo stesso modo sia per il compensatore di mandata che per quello di ritorno, in quanto il riscaldamento sia per la mandata che per il ritorno deve essere lo stesso.

Montaggio

Prima della saldatura del compensatore monouso (EKO), vanno fatti scorrere sulle tubazioni diritte i manicotti lunghi o a doppia riduzione. Per motivi di qualità dell'intero sistema, considerando gli spessori minimi di isolamento e il sistema di monitoraggio della rete, sono necessari quali compensatori fino al diametro nominale DN 200, giunti lunghi a doppia riduzione.

EKO viene saldato nei punti indicati dal progetto, come fosse un tubo. Fare attenzione che impurità non entrino nel soffietto interno in acciaio cromo-nichel. La vite di controllo per la prova di tenuta del compensatore nella zona alta deve trovarsi nella posizione tra ore 11:00 e 13:00. Per la qualità della saldatura, dei cordoni circolari alle estremità del compensatore sono valide le stesse richieste dei collegamenti saldati su elementi in acciaio del sistema.

Le distanze indicate nel progetto tra una curva di compensazione e il compensatore EKO, o tra due compensatori, devono essere sempre rispettate. In linea di principio, i compensatori devono essere installati tra due tubazioni diritte di lunghezza pari ad almeno 6 m. Il montaggio tra tubi curvi o in tratti curvati elasticamente (e quindi con carico di flessione del compensatore) non è ammesso.

Non è ugualmente permesso accorciare il compensatore o utilizzarlo come cambio di direzione o come elemento correttivo in caso di assi sfalsati; tagli obliqui ai punti di saldatura non sono consentiti. Dopo la saldatura del compensatore non si possono togliere i punti.

Controllo delle saldature con EKO installato

Al termine dei lavori le saldature devono essere controllate. Durante la prova a pressione fare attenzione affinché la spinta idraulica venga assorbita in maniera sicura. In caso contrario, nel compensatore potrebbe modificarsi la lunghezza di dilatazione impostata $[u_1]$, con conseguente danneggiamento del compensatore.

Sull'EKO stesso non vanno fissati ancoraggi per l'assorbimento della spinta idraulica. Se il compensatore viene sottoposto a pretensionamento in stabilimento, il fissaggio con punti di saldatura funge solamente da protezione durante il trasporto e il montaggio. Questo fissaggio non è adatto alla trasmissione della spinta idraulica. La forza antagonista si calcola come segue:

$$F = A \cdot p_p \quad [\text{N}]$$

A = Sezione trasversale soffietto in cm^2 (**capitolo 7.1.1**)

p_p = Pressione di prova in bar

Isolamento, impermeabilizzazione e rinterro

Dopo aver concluso e protocollato i controlli, le zone di saldatura vanno isolate tramite i giunti di collegamento da parte di installatori istruiti da **isoplus** e abilitati AGFW/BFW. Infine, vengono sistemati i materassini di assorbimento delle dilatazioni nei punti necessari, secondo la lunghezza e lo spessore riportati nel progetto sviluppato da **isoplus**.

Poi, sull'intero tracciato ad esclusione delle zone intorno ai compensatori, va realizzato il letto di sabbia con spessore uniforme di 10 cm, con granulometria 0-4 mm (gruppo NS 0/2 secondo DIN EN 12620) e costipato a mano. A questo punto, la sezione di scavo, sempre ad esclusione della zona intorno al compensatore, va riempita con materiale di scavo, secondo DIN 18196 e costipata (vedi **capitoli 9.5 e 9.6**).

Lo spazio attorno al compensatore deve essere sufficiente per permettere che i lavori di saldatura e isolamento siano realizzati a regola d'arte. Fare attenzione che le dimensioni della sezione di scavo aperta non risultino eccessive e che, quindi, non evitino lo spostamento orizzontale o verticale delle tubazioni dalla loro sede, durante il riscaldamento.

Messa in funzione / Pretensionamento termico

Prima della messa in funzione dell'impianto, vanno rimossi i punti della saldatura d'angolo, in modo da rendere possibile l'assorbimento della dilatazione da parte del soffiato del compensatore. Al momento di riscaldare le tubazioni, procedere in maniera lenta ed uniforme, in modo che le dilatazioni si sviluppino gradualmente.

Al raggiungimento della temperatura di pretensionamento di 80°C, controllare la compensazione dell'espansione $[u_e]$ impostata e calcolata. Se la posizione finale dell'EKO non viene raggiunta (riconoscibile dal fatto che il tubo guida esterno è ancora in prossimità delle tacche circolari del tubo guida interno), allora aumentare la temperatura di riscaldamento.

ATTENZIONE: La posizione finale del compensatore deve essere raggiunta.

Lavori conclusivi / Montaggio finale

Una volta raggiunta la posizione finale del compensatore, la temperatura del fluido va mantenuta fino a che entrambi i tubi guida vengono saldati con saldatura d'angolo. In questo modo, si realizza un collegamento resistente e il compensatore può essere considerato come un tratto di tubazione rigida. Il tracciato è stato quindi sottoposto a pretensionamento.

Sulla saldatura d'angolo del compensatore ora, eseguire la prova di pressione. Avvitare una valvola nell'attacco filettato che si trova nella parte alta del compensatore. Come pressione di prova sono sufficienti 0,2 - 0,5 bar. Dopo la prova rimuovere la valvola e saldare il foro chiuso con una vite (fornita nel kit del compensatore).

Il compensatore viene quindi isolato dal personale di montaggio con apposito kit giunto. Infine, nello scavo si realizza il letto di sabbia che viene costipata; la fossa va poi riempita con il materiale di rinterro successivamente costipato.

10.2.10 Presa in carico

La preparazione e la realizzazione della perforazione deve avvenire secondo le direttive AGFW. Questo significa una differenza di diametro nominale di almeno due dimensioni (ad esempio un DN 150 è da perforare con massimo un DN 100). Non è ammessa la perforazione di un giunto o di un cordone di saldatura. Le valvole per prese in carico devono essere immagazzinate ad una temperatura tra -5°C e $+30^{\circ}\text{C}$ con un'umidità relativa dell'aria $< 70\%$. In particolare, la filettatura e le guarnizioni non vanno danneggiate.

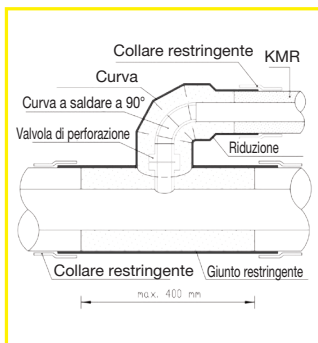
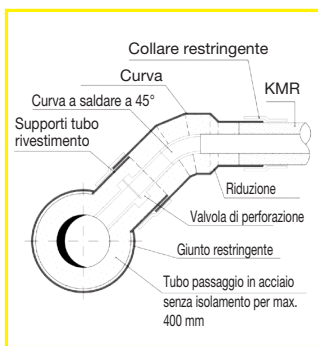
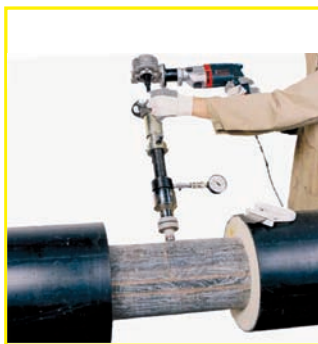
L'estremità senza filettatura della valvola va sagomata in relazione alle dimensioni del tubo di passaggio senza accorciarla. La valvola viene saldata al tubo principale con un angolo di 45° in caso di uno stacco a 45° , altrimenti con un angolo a 90° nel caso di stacco parallelo.

La guarnizione della valvola va fissata alla manovella e oliata. Inserendo e togliendo la guarnizione, si controlla il perfetto montaggio della valvola.

Prima della perforazione è possibile controllare la linea di saldatura.

L'unità motore e lo strumento di perforazione vengono poi smontati. La diramazione che va a proseguire viene saldata alla valvola. Con una prova a pressione contro la guarnizione della valvola, si testa la tenuta dell'allacciamento.

La guarnizione viene rimossa dalla valvola e la fessura saldata elettricamente. Infine, la diramazione viene isolata con una kit di montaggio in PEHD, da parte del personale installatore istruito da **isoplus**, per le indicazioni vedere il **capitolo 6.11.1**. Ulteriori suggerimenti di montaggio si possono avere su richiesta.



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.2 Posa in opera

10.2.11 Valvola a sfera monouso

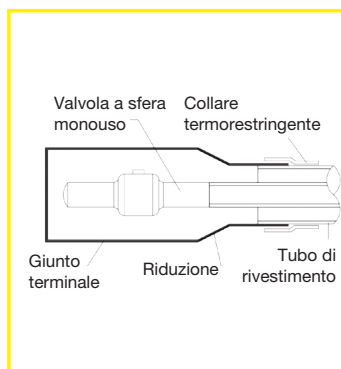
Le valvole a sfera monouso servono a chiudere un tratto di condotta che verrà prolungato successivamente. Saldata una valvola come elemento terminale, il tracciato potrà proseguire in ogni momento senza dover svuotare la linea e metterla fuori servizio.

Le valvole a sfera vengono saldate in posizione chiusa, come un normale tratto di tubazione.

Come protezione dalle impurità e per impedire che la schiuma PUR penetri nell'estremità aperta della valvola a sfera, installare un tappo secondo DIN EN 10253-2. Questo sarà utilizzabile fino a temperature secondo EN 253 e 25 bar di pressione di esercizio.

L'isolamento avviene con un giunto terminale. Per garantire lo spessore di isolamento necessario nella valvola a sfera, è necessario che il giunto venga consegnato con un diametro allargato (vedi **capitolo 7.1.3**).

Quando il tratto di prolungamento viene posato, installato e saldato alla valvola, può avvenire la messa in funzione. A questo scopo la vite di chiusura della valvola a sfera viene azionata con un cacciavite o una chiave esagonale e poi saldata.



10.2.12 Water stop

L'installatore è responsabile per l'inserimento dei water stop negli edifici o nei pozzetti prima dell'allacciamento alle tubazioni che proseguono nell'edificio. Non è ammesso murare le estremità del tubo senza water stop. I fili del sistema di allarme che fuoriescono dalla schiuma PUR non vanno né murati né strappati, ma lasciati liberi fino alla fine del montaggio. I water stop non vanno tagliati e vanno protetti da calore e bruciature durante la saldatura. Water stop tagliati non possono essere installati.

Prima del termo restringimento del water stop, l'estremità del tubo di rivestimento in PEHD va sgrassato con un detergente per PE. In seguito, il tubo esterno e il tubo in acciaio vanno irruviditi per una larghezza di circa 100 mm con una tela smerigliata. Le particelle di acciaio e di PE si devono rimuovere.

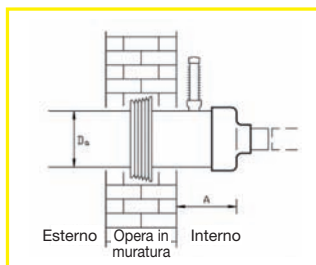
La circonferenza del water stop va ristretta con una fiamma morbida a gas propano ad almeno 60°C, sul tubo di rivestimento e lasciata raffreddare per continuare il termo restringimento fino a richiudere lo spazio fra collare e tubo in acciaio. Quando il collante di guarnizione fuoriesce dai bordi, il processo di restringimento è completato.

Per motivi di garanzia il termo restringimento del water stop va eseguito da personale di montaggio abilitato da AGFW/BFW e istruito da **isoplus**.

Con temperature del fluido > 120°C i water stop sono da fissare con bande di tenuta in acciaio anti-ruggine sia al tubo di servizio che al tubo guaina.

Sporgenza minima [A]:

Diametro	da	65	250	450	710	1000
rivestimento in PEHD D_a in mm	a	225	400	670	900	1300
Sporgenza A del tubo di rivestimento in PEHD, in mm		100	125	150	200	250



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.2 Posa in opera

10.2.13 Passaggio nei muri - Anello passamuro standard

Le misure del foro nel muro dipendono dal diametro del tubo di rivestimento in PEHD, dal numero di tubi e dal tipo di guarnizione.

Anello passamuro - Standard

L'anello in neoprene va fatto scorrere fino al centro del muro e non può semplicemente essere accostato. La grandezza indicata del foro rende possibile un riempimento perfetto con cemento. Con dimensioni \geq DN 400 è consigliabile inserire per ogni tubo due anelli passamuro e avvolgere lo spazio rimasto libero con una fascia di grasso. L'inclinazione ammessa del tubo rispetto al muro è di massimo 30°.

I minimi indicati sono strettamente da rispettare, la grandezza totale si calcola come segue:

$$B = x \cdot D_a + M \cdot (x - 1) + 200 \text{ [mm]}$$

$$H = D_a + 200 \text{ [mm]}$$

x = Numero delle tubazioni

D_a = Diametro esterno del tubo di rivestimento in mm

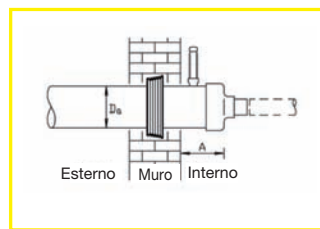
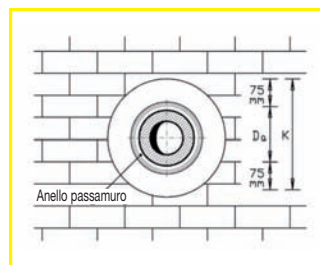
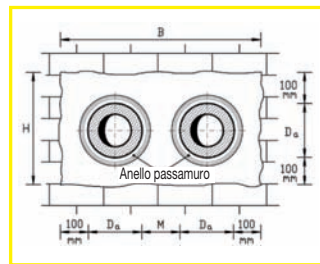
M = Distanza minima tra tubi di rivestimento, secondo il **capitolo 9.2.3**

Nel passaggio di un tubo attraverso un muro di calcestruzzo, può essere prevista anche una perforazione circolare del muro [K]. Con l'anello passamuro standard, il foro deve essere almeno 150 mm più grande del diametro del tubo di rivestimento in PEHD.

$$\varnothing K = D_a + 150 \text{ [mm]}$$

Sporgenza minima [A]:

Diametro	da	65	250	450	710	1000
rivestimento in PEHD D _a in mm	a	225	400	670	900	1300
Sporgenza A del tubo di rivestimento in PEHD, in mm		100	125	150	200	250



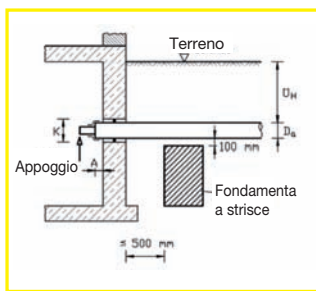
10.2.14 Passaggio nei muri - Guarnizione con inserto C 40

L'inserto impermeabile all'acqua sotto pressione viene installato in un tubo mandrino o in una perforazione circolare [K]. I diametri di perforazione indicati sono strettamente da rispettare, in quanto la larghezza dell'inserto C 40 corrisponde alla circonferenza dell'apertura.

L'inclinazione ammessa rispetto al muro è di un massimo di 8°. Per la sporgenza del tubo di rivestimento [A] vale la tabella nel **capitolo 10.2.13**. Le perforazioni indicate sono valide esclusivamente per il tipo C 40. In caso di utilizzo di un altro tipo di guarnizione, **isoplus** non si assume la responsabilità dei diametri indicati.

Nel caso si usino questi inserti, è necessario che la tubazione all'ingresso dell'edificio sia su scavo consistente, in modo da evitare assestamenti. Inoltre, la tubazione all'interno dell'edificio va supportata. Le guarnizioni speciali possono assorbire movimenti assiali fino a 20 mm.

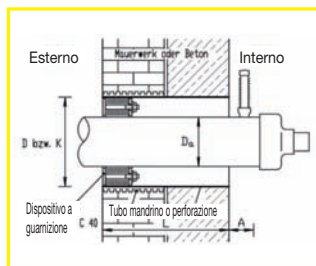
ATTENZIONE: le pressioni radiali, dovute ad assestamenti del terreno, nei punti di ingresso degli edifici o dei pozzetti, determinano mancanza di tenuta. Queste si possono evitare con una accurata compattazione del terreno e mediante supporti nel pozzetto o nell'edificio. Una fondazione prima dell'ingresso del tubo nell'edificio può ridurre adeguatamente la pressione.



∅ Tubo di rivestimento D _a in mm	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Diametro perforazione K in mm	125	125	150	200	200	200	250	250	300	300	350	350	400	450

∅ Tubo di rivestimento D _a in mm	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Diametro perforazione K in mm	500	600	700	700	800	800	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	

Il tubo mandrino in fibre sintetiche di cemento (KFZ) secondo DIN 19800, è costituito da un tubo a pressione PN 6, scanalato all'esterno, resistente alla corrosione e isolato elettricamente. Durante i lavori edili deve essere già posizionato e fissato. Il diametro interno [D] corrisponde al diametro di carotaggio [K]. La lunghezza del tubo mandrino [L] dipende dallo spessore del muro. È disponibile nelle lunghezze standard 200, 240, 250, 300, 365, 400, 500, 650 e 1000 mm.



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.2 Posa in opera

10.2.15 Sistema di monitoraggio

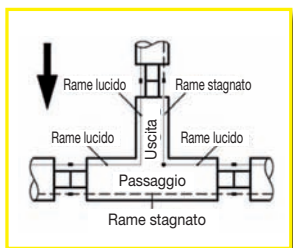
IPS-Cu® & IPS-NiCr®

I fili di monitoraggio inseriti nella schiuma delle tubazioni diritte e dei pezzi speciali vanno collegati tra loro durante l'esecuzione del ripristino dell'isolamento da parte di personale abilitato. Per escludere errori di cablaggio, i fili sono di colori diversi per poterli distinguere visivamente.

Durante il montaggio dei tubi i fili sono da allineare in posizione ore 11:00 e 13:00, la codificazione non deve essere scambiata. Per motivi di garanzia il cablaggio finale, ovvero l'installazione di tutti gli accessori e apparecchi **IPS-Cu®** e **IPS-NiCr®**, avviene con installatori qualificati da **isoplus**. Al termine di questi lavori, è necessario redigere un protocollo di misurazione e collaudo.

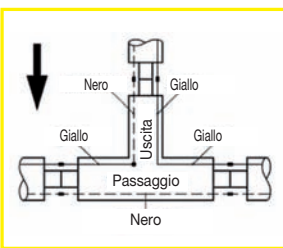
IPS-Cu®	IPS-NiCr®
<p>Collegamento dei fili:</p> <p>Srotolare le estremità dei fili liberi in rame, distenderli con cautela, accorciarli, sgrassarli e lucidarli con carta vetrata. Pressare i connettori e zincarli, in modo da escludere alte resistenze al passaggio. Per ciascun giunto fissare al tubo due distanziatori per fili e fissarvi i fili. Effettuare misurazioni di controllo in ogni giunto per ciascuna direzione.</p>	<p>Collegamento dei fili:</p> <p>Srotolare le estremità dei fili, distenderli con cautela, togliere l'isolamento dal filo NiCr giallo per 10 mm, accorciare in punta il filo nero e togliere l'isolamento. Infilare su entrambi i fili c. 70 mm di tubo termo retrabile. Collegare il filo nero sulla punta, il filo giallo sovrapponendolo con i connettori, pinzare due volte. Restringere il tubo sulle bussole. Per ciascun giunto fissare due distanziatori al tubo e fissarvi i fili. Eseguire una misurazione di controllo verso sinistra e verso destra in ogni giunto.</p>
<p>Cablaggio delle diramazioni / Regola:</p> <p>Visto dal tracciato in uscita, in direzione della freccia, il filo lucido di rame deve essere collegato sempre verso destra nel tracciato principale con il filo lucido di rame, il filo di rame stagnato sempre verso sinistra collegato con il filo di rame lucido. Vale sia per diramazioni montate verso l'alto che verso il basso.</p> <p>Il filo di rame stagnato del passaggio deve essere sempre cablato diritto attraverso la diramazione. Eventualmente controllare l'andamento dei fili di rame inseriti nella schiuma della diramazione con un ohmmetro.</p>	<p>Cablaggio delle diramazioni / Regola:</p> <p>Il filo nero del passaggio deve essere sempre cablato attraverso la diramazione. Eventualmente controllare l'andamento dei fili NiCr inseriti nella schiuma della diramazione prefabbricata con un ohmmetro.</p> <p>Diramazione verso l'alto: visto dalla diramazione, nella direzione della freccia, il filo giallo verso sinistra nel tracciato principale collegato con il filo giallo, il filo nero verso destra collegato con il giallo.</p> <p>Diramazione verso il basso: visto dal tracciato di uscita, in direzione della freccia, il filo giallo verso destra nel tracciato principale collegato al filo giallo, il filo nero verso sinistra collegato al filo giallo.</p>

IPS-Cu®



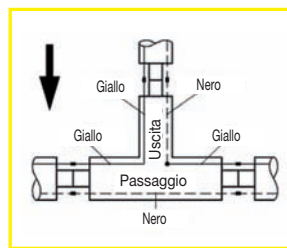
Diramazione

IPS-NiCr®



Diramazione verso l'alto

IPS-NiCr®



Diramazione verso il basso

10.2.16 Pretensionamento termico

Posa e controllo delle saldature

Il sistema preisolato viene installato, secondo le direttive di posa **isoplus**, su supporti di montaggio o direttamente sul letto di sabbia. Prima di saldare le tubazioni e i pezzi speciali, installare i manicotti di collegamento e i relativi collari restringenti sul tubo di rivestimento.

Al termine dei lavori di saldatura, necessario effettuare un controllo secondo modalità concordate tra il committente e l'appaltatore. La prova visiva è classificata in DIN EN ISO 17637. Per quanto riguarda le prove non distruttive, nel caso di controlli radiografici, va verificato il rispetto della classe di difettosità B secondo DIN EN 1435. Dopo le prove non distruttive, si esegue la verifica di tenuta o/e la prova di resistenza secondo le norme AGFW foglio di lavoro 602.

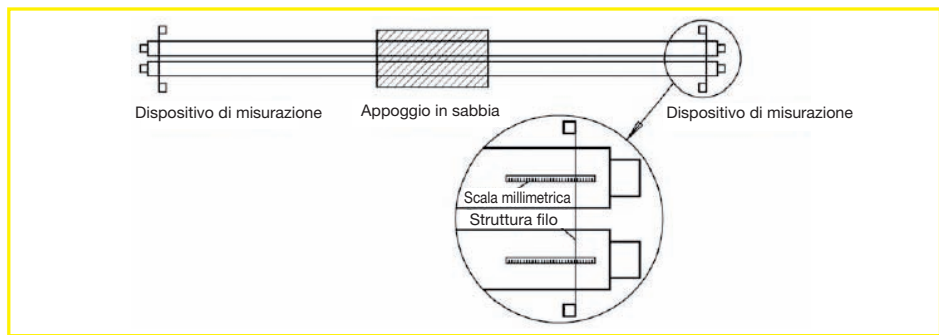
Il controllo visivo di tenuta con aria è da preferirsi rispetto a quello con acqua. In questo caso, i punti di saldatura vengono bagnati con acqua saponata, se entro un minuto non si osserva formazione di bolle, questo dimostra la tenuta stagna. Nel metodo con sovrappressione interna, la pressione di prova è di 0,2 fino a 0,5 bar.

Una prova a pressione con acqua fredda nel tracciato sfiatato, deve essere effettuata attenendosi alle norme DVFW - G 469, procedimento A1. La pressione di prova è pari a 1,3 volte quella massima di esercizio e deve essere mantenuta per 3 ore.

Isolamento e sigillatura

Dopo aver concluso e protocollato i procedimenti di prova delle saldature, le zone di saldatura vanno isolate tramite i giunti di collegamento precedentemente inseriti dai montatori abilitati AGFW/BFW e formati da **isoplus**, senza però il giunto di collegamento lungo su eventuali adattatori o dispositivi di misurazione.

Infine, vengono sistemati i materassini di assorbimento nei punti di dilatazione come curve a L, Z e U e negli altri punti dove sono necessari in base alle indicazioni di lunghezza e spessore riportate nel progetto sviluppato da **isoplus**.



Lavori preparatori

Il tratto sottoposto a pretensionamento va controllato, dopo i lavori di ripristino dell'isolamento, per verificare che eventuali ostacoli, p. es. le radici degli alberi, non si oppongano alle dilatazioni previste. In tal caso gli ostacoli devono essere rimossi.

Se nel tratto sottoposto a pretensionamento si trovano delle diramazioni, queste, se possibile, non vanno incluse. Le diramazioni a T possono quindi essere usate come punti di misurazione intermedia. Se anche le diramazioni dovessero essere incluse nel pretensionamento, occorre prestare attenzione affinché la dilatazione libera della tubazione non venga bloccata.

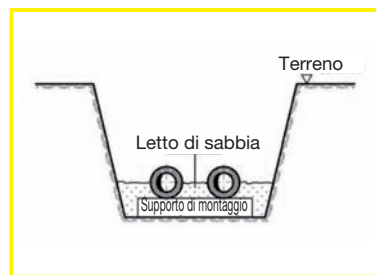
Se il tratto pretensionato è parallelo ad una casa o ad altri edifici a una distanza ≤ 5 m i passaggi nel muro dovranno essere chiusi con cemento solo dopo la conclusione del pretensionamento. In caso contrario è da prevenire il danneggiamento dell'anello passamuro e del tubo di rivestimento per l'effetto blocco del muro. Questo porta a una perdita di garanzia.

Per una registrazione esatta del pretensionamento, i dispositivi di misurazione indicati nei disegni di progetto sviluppato da **isoplus** vanno installati come struttura fissa. È utile per ottenere risultati precisi, incollare in maniera resistente una scala millimetrica sul tubo di rivestimento.

Infine, il tratto sottoposto a pretensionamento va coperto in maniera regolare con strati di sabbia fino all'asse del tubo, (quindi fino a una posizione a ore 3:00/9:00).

La sabbia avrà granulometria compresa fra 0-4 mm (gruppo NS 0/2 secondo DIN EN12620) e sarà compressa a mano.

Durante questa fase, prestare attenzione agli spazi tra le tubazioni e verificare che non vengano ricoperti con sabbia gli adattatori e i dispositivi di misurazione.



Successivamente il punto fisso di supporto, costituito dall'appoggio in sabbia, deve essere riempito e costipato fino al livello del terreno o della strada, in accordo al progetto. La sabbia che costituisce il punto fisso va prevista in incroci stradali o in tubazioni curve esistenti. In questo modo, tali zone possono essere completamente riempite con sabbia e materiale di scavo.

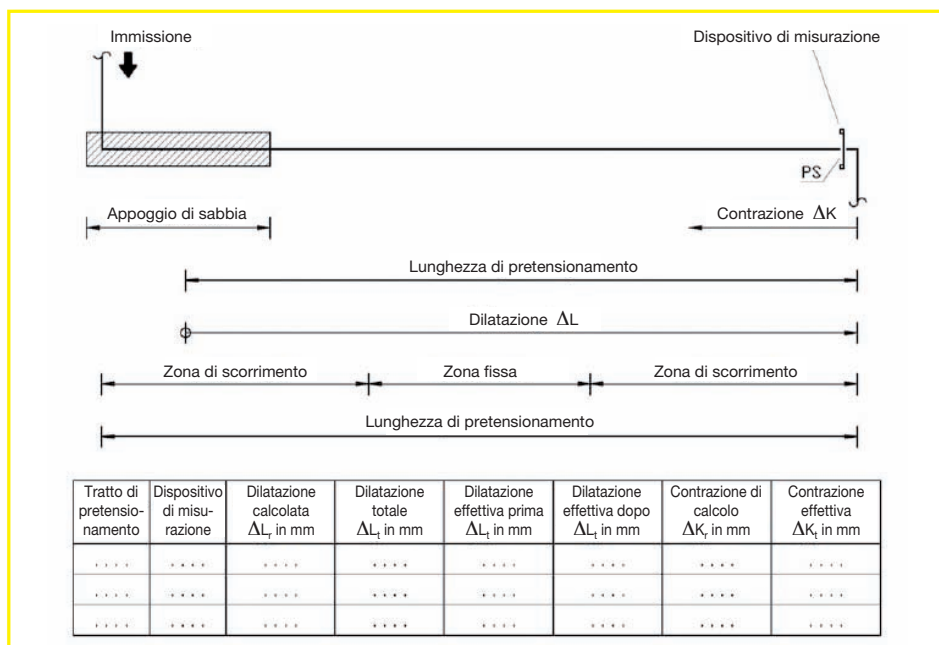
Nel caso di tubi curvi, è necessario prevedere un sostegno laterale. Quindi, il letto di sabbia va completato sull'intera lunghezza del tubo curvo per una altezza fino a 10 cm sopra la sommità del tubo. In questo modo, ci si assicura che, durante il pretensionamento, la dilatazione assiale si manifesti al di fuori dei tubi curvi, evitando che si spostino dalla loro posizione sia assialmente che trasversalmente.

Realizzazione e verbalizzazione

Le indicazioni delle misure e della lunghezza descritti in questa sezione, come $[\Delta L_T]$, $[M_L]$ ecc., sono generalmente indicate nel progetto di pretensionamento sviluppato da isoplus. Durante il riscaldamento, fare in modo che questo avvenga in maniera lenta e graduale.

Una volta raggiunta la temperatura di pretensionamento $[V_T]$, questa deve essere mantenuta costante. La dilatazione raggiunta $[\Delta L_T]$ viene controllata con il dispositivo di misurazione e il risultato letto $[\Delta L_T]$ viene registrato.

ATTENZIONE: la temperatura di pretensionamento $[V_T]$ deve essere rispettata, l'effettivo movimento di dilatazione $[\Delta L_T]$ può differire di poco dal valore teorico $[\Delta L_T]$. Se si osservano elevate differenze, avvertire il direttore lavori l'ingegnere responsabile e progettista.



In seguito, sull'intero tratto sottoposto a pretensionamento, ad esclusione dei dispositivi di misurazione, va realizzato il letto di sabbia (gruppo NS 0/2 secondo DIN EN12620) alto 10 cm che va compresso a mano. Quindi lo scavo della tubazione, esclusi i punti sopra indicati, deve essere riempito con materiale di scavo e compresso secondo DIN18196, ZTV E - StB e ZTV A - StB.

E' necessario mantenere costante la temperatura di pretensionamento.

Se il riempimento dell'intero tratto non può essere completato, rispettare strettamente le lunghezze minime di copertura [ML] su entrambi i lati del tratto. Non è ammesso distribuire il terreno necessario per questa operazione per l'intera lunghezza del tratto. La lunghezza rimanente [RL] viene riempita in seguito, la fossa può essere ultimata, in questa zona, anche in un momento successivo.

La dilatazione [ΔL_r] viene nuovamente controllata con il dispositivo di misurazione e il risultato letto [ΔL_t] viene registrato. Lo strumento per il pretensionamento può poi essere spento. I dispositivi di misurazione rimangono accesi invece, per poter verificare la lunghezza di contrazione [ΔK_r] dopo il raffreddamento del tratto e registrare il risultato misurato [ΔK_t].

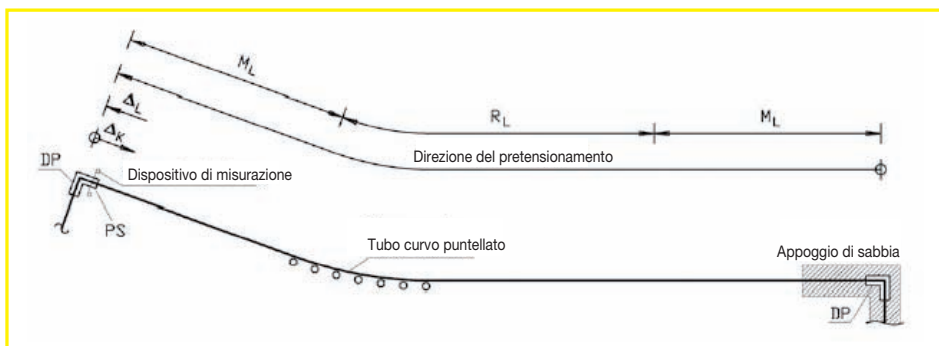
Durante il pretensionamento di tratti successivi, sommare alla dilatazione libera [ΔL] la contrazione [ΔK] per ottenere la dilatazione totale [ΔL_g]. Inoltre, in caso di pretensionamento a tratti, tener presente che i tratti di pretensionamento sono da definire di volta in volta.

Per la stesura del verbale è assolutamente necessario che il committente nomini un direttore lavori responsabile che sorvegli con lui il processo di pretensionamento e confermi i dati effettivi registrati nel verbale o nel progetto con la sua firma.

Lavori conclusivi

Al termine del pretensionamento, i dispositivi di misurazione vanno rimossi e gli adattatori (PS) pre-riscaldati vanno saldati. Gli adattatori devono essere più corti possibile. Questo è probabile se, al momento della posa dei tubi di rivestimento, si fa attenzione a che i vuoti lasciati per il montaggio degli adattatori corrispondano a un massimo di 1,5 volte il movimento di libera espansione.

In seguito, l'adattatore viene isolato con il giunto lungo, il materassino di assorbimento (DP) installato ed eseguita la copertura con sabbia e il riempimento del resto del tracciato.



RAPPORTO PRETENSIONAMENTO TERMICO	
Fase di lavorazione	Committente: _____ Progetto: _____ Via: _____ CAP / Località: _____ Tratto pretensionamento n°: _____ N° progetto: _____
1	Personale di servizio responsabile: _____ Trasporto da: _____ il _____ alle _____ a _____ Km Arrivo a: _____ il _____ alle _____ a _____ Km
2	Allacciamento corrente presente: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Vuoti per adattatori presenti: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Tratto secondo il piano: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Dispositivo di misurazione presente: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3	Montaggio apparecchio: _____ il _____ dalle _____ alle _____
4	Appoggio in sabbia secondo piano: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Sabbia presente: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Diramazioni riempite: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Tubi curvi puntellati: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
5	Temperatura tubi in acciaio prima dell'inizio: _____ °C Temperatura ambiente: _____ °C Condizioni meteo: _____
6	Accensione apparecchio: _____ il _____ alle _____ Fase di riscaldamento: _____ dalle _____ alle _____ Temperatura di pretensionamento raggiunta: _____ il _____ alle _____ Temperatura tubo acciaio alla verbalizzazione del valore ΔL_t : _____ °C
7	Letto di sabbia in ordine: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Altezza di copertura minima rispettata: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
8	Spegnimento apparecchio: _____ il _____ alle _____ Fase raffreddamento: _____ dalle _____ alle _____ Termine pretensionamento: _____ il _____ alle _____ Temperatura tubo acciaio alla verbalizzazione del valore ΔL_t : _____ °C
9	Smontaggio apparecchio: _____ il _____ dalle _____ alle _____
10	Totale ore straordinario: _____ ore Totale lavoro notturno: _____ ore Totale lavoro domenicale: _____ ore Totale lavoro festivo: _____ ore
11	Rimozione di: _____ il _____ dalle _____ a _____ Km Arrivo al successivo progetto: _____ il _____ alle _____ a _____ Km Totale Km percorsi: _____ Km
12	Osservazioni /Spiegazioni: _____ _____ _____
13	_____ _____ _____
	_____ Data Firma + nome Direttore lavori responsabile Firma + nome personale di servizio

Pretensionamento delle zone di compensazione e dei materassini

La riduzione delle lunghezze delle curve a L, Z o U e quella dello spessore dei materassini di assorbimento tramite pretensionamento termico è una tecnica conosciuta ed apprezzata nella costruzione di tubazioni, che viene utilizzata in particolare nell'ambito di sistemi di grandi dimensioni e della tecnologia "Betriebliche Selbstvorspannung" (auto pretensionamento industriale). Viene sempre applicata nel caso in cui debbano essere assorbite grandi dilatazioni o quando, a causa delle condizioni in loco, un elemento di dilatazione non riesce a raggiungere la lunghezza necessaria per l'assorbimento della stessa.

In pratica si raggiunge questa riduzione tramite il metodo del pretensionamento termico. Questo avviene attraverso la copertura con sabbia e l'inserimento dei materassini di assorbimento. La prima dilatazione non deve essere assorbita dai materassini, solo i movimenti successivi vengono compensati da questi. Per simulare le forze di attrito $[F_r^+]$ che si formano, i calcoli statici vengono eseguiti non con la temperatura reale $[V_r]$, ma con una temperatura di riscaldamento $[V_{Tf}]$ fittizia.

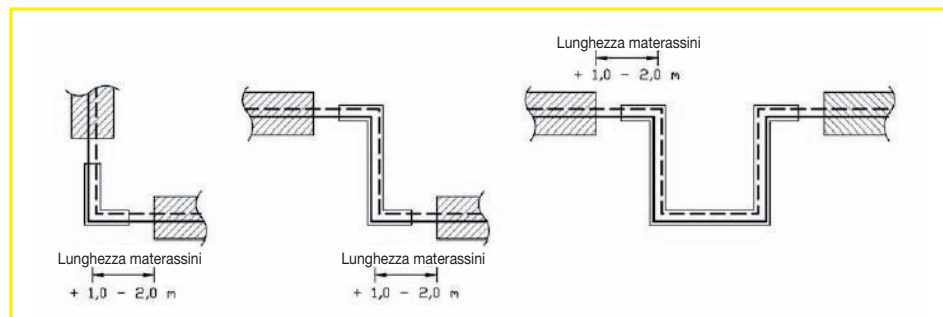
$$V_{Tf} = T_E + \frac{T_B - T_E}{3} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{z. B.:} \quad V_{Tf} = 10 + \frac{130 - 10}{3} = 50^{\circ}\text{C}$$

In questo modo la prima dilatazione della tubazione non viene considerata nel calcolo delle sollecitazioni.

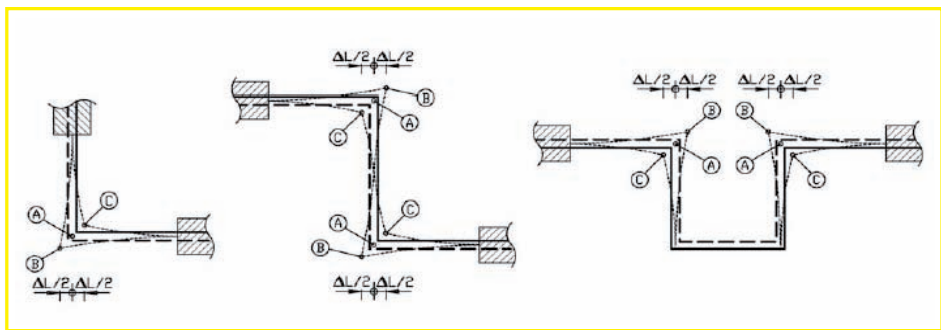
Al contrario di quanto avviene con il pretensionamento termico meccanico di un tratto rettilineo, il pretensionamento dei materassini di assorbimento e delle zone di compensazione non richiede la stesura di alcun verbale. Il corso di questo metodo avviene analogamente ai punti 1. e 2. del procedimento già descritto. Gli adattatori non sono necessari in questo caso. Successivamente, vengono rialzate le seguenti fasi:

1. I materassini di assorbimento vengono installati nelle curve a L, Z e U in posizione neutra a tubazione fredda e queste zone, al contrario di quanto succede con il pretensionamento meccanico, non vengono ricoperte con sabbia.

2. Fino a c. 1 - 2 m prima dei materassini la sezione di scavo viene riempita di sabbia conformemente alle norme e compattata. Le zone da lasciare libere si ricavano dal progetto isoplus o dal piano di riscaldamento.

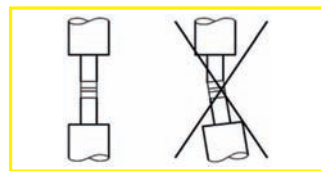


3. La rete viene messa in esercizio o, con un apparato di pretensionamento mobile, riscaldata alla temperatura di pretensionamento $[V_T]$, p. es. 70°C ($T_B = 130^\circ\text{C}$).
4. Non appena si raggiunge la V_T si inizia a realizzare il letto di sabbia nella zona dei materassini, per poi riempire e compattare la sabbia e il terreno. Nel frattempo, la temperatura di pretensionamento va mantenuta costante. La curva di espansione si trova in uno stato privo di tensioni.
5. La prima dilatazione non viene compensata dai materassini e quindi l'elemento di assorbimento delle dilatazioni è teso del 50%.
6. Con il riscaldamento alla temperatura di esercizio massima $[T_B]$ di p. es. 130°C il punto A si sposta verso B di $\Delta L/2$ e con raffreddamento a 10°C verso C sempre di $\Delta L/2$.

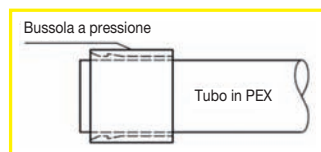


10.2.17 Montaggio di raccordi di collegamento isopex

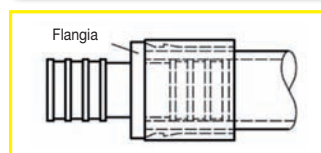
Tagliare il tubo **isopex** in modo perpendicolare, quindi togliere l'isolamento su una lunghezza max. di 150 mm. Le estremità dei due tubi dovranno congiungersi sempre in rettilineo e/o in modo assolutamente piano, in quanto in questo sistema, in genere, non si ammettono né ammaccature né scampanamenti.



Dopo aver tagliato e spellato i tubi, procedere con la relativa sbavatura mediante un attrezzo idoneo, **facendo attenzione** a non danneggiare la barriera anti diffusione di colore rosso del tubo per riscaldamento. A questo punto, spingere le bussole a pressione sul tubo **isopex** e allargare le estremità in PEX per due volte per circa 5 secondi con rotazione di 30° con l'aiuto della pinza apposta.



Inserire l'elemento di collegamento sull'estremità del tubo **isopex** fin quando non si blocca a ridosso della flangia, quindi spingere la bussola a pressione sulla flangia del raccordo, all'occorrenza con l'aiuto di un martello di gomma o di legno.



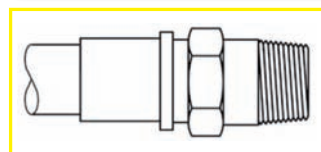
A questo punto, applicare la pinza premente (acquistabile come indicato vedi al **capitolo 7.2.1**) e premere fin quando le ganasce della pinza, che stringono le bussole, si saranno unite sulla flangia.



Prima di iniziare a premere, pulire tutti i materiali. Questa operazione risulterà ancora più agevole se si ingrassano i tubi. A temperature di montaggio intorno a $\pm 0^{\circ}\text{C}$, riscaldare opportunamente il tubo per fluido termovettore, ad esempio con il getto di aria calda erogato da un fon della temperatura di $\approx 20^{\circ}\text{C}$.

Sui raccordi il tubo conduttore a valle va montato a scelta sulla filettatura esterna o l'estremità saldabile.

Se il giunto di allacciamento con raccordo a pressione ed estremità filettata fosse previsto come chiusura all'interno del terreno, occorre tenere conto di quanto segue.

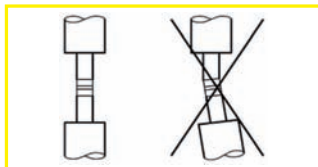


Prima di premere il raccordo, chiudere un pezzo di tubo di acciaio della lunghezza minima di 200 mm con un fondello, quindi saldarlo all'estremità con procedimento di saldatura autogena o elettrica. Ora l'elemento preparato va premuto sul tubo **isopex**. Questo punto viene quindi isolato a posteriori con un manicotto terminale lungo.

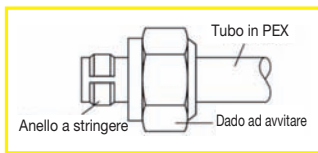
Per montare il tratto successivo, tagliare il fondello e saldare il raccordo successivo, raffreddando la prima compressione esistente, in modo da impedire che si stacchi. Al termine, montare nuovamente il giunto di allacciamento sul tubo **isopex**. Questo punto viene quindi isolato a posteriori con un manicotto.

Per informazioni sulle possibili strutture costruttive vedere il Manuale di progettazione, **capitolo 6**.

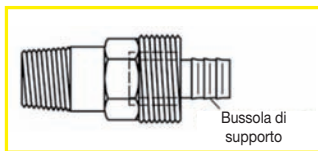
Tagliare il tubo **isopex** in modo perpendicolare, quindi spelarlo su una lunghezza max. di 150 mm. Le estremità dei due tubi dovranno congiungersi sempre in rettilineo e/o in modo assolutamente piano, in quanto in questo sistema in genere non si ammettono né ammaccature né scampanamenti.



Dopo aver tagliato e spelato i tubi, procedere con la relativa sbavatura mediante un attrezzo idoneo, facendo attenzione a non danneggiare la barriera anti diffusione di colore rosso del tubo per riscaldamento. A questo punto spingere i dadi a stringere con l'anello d'arresto sul tubo **isopex**.

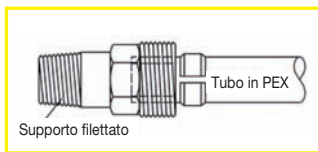


Sui tubi di diametro 90 e 110 mm applicare la bussola di supporto al tubo battendola con un martello o un attrezzo analogo, avendo comunque cura di non danneggiare né la bussola né l'estremità del tubo.

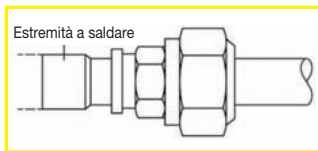
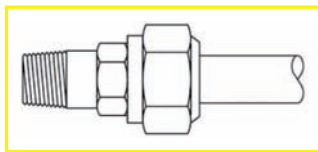


A questo punto, inserire l'estremità del tubo **isopex** nei supporti filettati cilindrici fin quando non si saranno bloccati sull'alesatura.

Stringere a sufficienza il dado. Se i raccordi a stringere per i tubi **isopex** vengono utilizzati a temperature medie di circa 60° - 80° C, si consiglia di stringerli nuovamente una volta raggiunta la temperatura di esercizio. Per isolare a posteriori i punti di collegamento con poliuretano espanso applicato in situ, la temperatura va nuovamente abbassata a max. 45° C.



Sui raccordi, il tubo conduttore a valle va montato a scelta sulla filettatura esterna o l'estremità saldabile.



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.3 Costruzione tubi - Linee aeree

10.3.1 Generalità / Metodo di posa / Passaggio libero - con posa a terra

Generalità

Nella posa di tubi con rivestimento Spirofalz per la realizzazione linee aeree all'interno o all'esterno di edifici o nella posa di tubi con rivestimento in materia plastica all'interno di edifici, l'installatore deve approntare i ponteggi necessari fino alla conclusione dei lavori di posa e isolamento. Per quanto riguarda i ponteggi, la responsabilità dell'approntamento può anche essere di un terzo operatore.

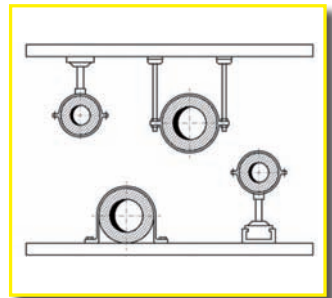
Sono comunque da rispettare le disposizioni per la prevenzione degli infortuni, le norme riguardanti la prevenzione antincendio, la protezione dal freddo, l'isolamento acustico, l'isolamento termico e protezione civile.



In tutti i tubi **isoplus**, gli appoggi o i supporti a scorrimento devono essere fissati al tubo di rivestimento esterno. Questo evita la formazione di ponti termici e la formazione di condensa.

Metodo di posa

La posa può essere realizzata come tubazione aerea, a piedistallo o con sostegni o come ponte in forma sollevata o appesa. Tutte le modalità di posa devono garantire le dilatazioni del tubo tramite vincoli di tipo oscillante o a scorrimento. In questo caso, è necessario distinguere se si tratta di un sistema bonded o sliding.

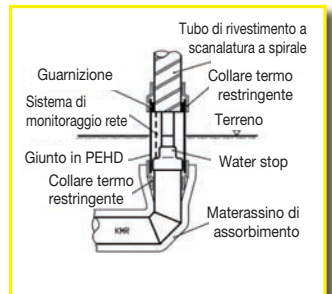


Nel caso di un sistema bonded, i tre elementi (tubo di servizio + isolamento + tubo di rivestimento) sono collegati insieme e si dilatano assialmente in egual misura. Nel sistema sliding, si dilata solo il tubo di servizio, visto che non esiste adesione tra l'isolamento e il tubo esterno.

Passaggio libero - con posa a terra

Passaggi diretti tra linee di tubi preisolati posati nel terreno e tubi spirali all'aperto possono essere realizzati senza restrizioni, a condizione che ci sia una verifica statica. Accertarsi che l'ultimo giunto in lamiera sia installato al di fuori del terreno.

All'interno di tale giunto in lamiera, va montato un water stop (vedi **capitolo 10.2.12**) come separatore di sistema. La curva preisolata che fuoriesce dal terreno va dotata di materassini di assorbimento secondo il progetto **isoplus**.



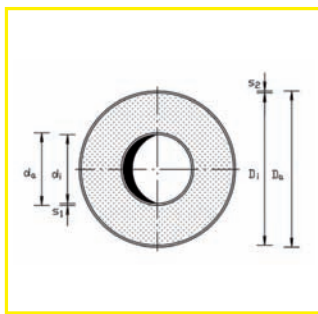
10.3.2 Calcolo larghezze di appoggio

Larghezza appoggio

Per stabilire la distanza massima ammessa $[L_G]$ fra i supporti di una tubazione, è necessario conoscere i seguenti parametri:

- ⇒ Flessione ammissibile del tubo $[f]$ in mm
- ⇒ Momento di inerzia del tubo $[I]$ in cm^4
- ⇒ Peso proprio del tubo $[F'_G]$ in kg/cm

La flessione $[f]$ misurata nella mezzeria di un tratto compreso fra due supporti, dovrebbe essere tra 2mm e max. 4 mm.



Per una maggiore comprensione sono riportate le seguenti formule con un esempio. Si considera: DN 150 ($d_a = 168,3$ mm; $s_1 = 4,0$ mm; $d_i = 160,3$ mm) con isolamento in PUR e tubo di rivestimento in PEHD ($D_a = 250,0$ mm; $s_2 = 4,5$ mm; $D_i = 241,0$ mm). Come tubo di servizio è stato considerato acciaio nero (P235GH) riempito con acqua.

Il momento di inerzia $[I]$ si calcola come segue:

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_a^4 - d_i^4) \quad [cm^4] \quad \Rightarrow \quad I = \frac{3,1416}{64} \cdot (16,83^4 - 16,03^4) \quad [cm^4]$$

Risulta: $I = 697,09 \text{ cm}^4$

$\pi = 3,1416$ [-]
 $64 =$ Costante [-]

$d_a =$ Diametro esterno tubo di servizio [cm]
 $d_i =$ Diametro interno tubo di servizio [cm]

Per la forza di peso $[F'_G]$ del tubo vale:

$$F'_G = G_{IR} + G_{D\bar{A}} + G_{AR} + G_{MF} \quad [kg/m] \quad \Rightarrow \quad F'_G = 16,25 + 1,87 + 3,30 + 20,18 \quad [kg/m]$$

Risultato: $F'_G = 41,60 \text{ kg/m}$ Oppure: $F'_G = 0,416 \text{ kg/cm}$ Oppure: $F'_G = 41,60 \cdot 9,81 = 408,10 \text{ N/m}$

I pesi singoli $[G_{xy}]$ vengono calcolati come segue:

$G_{IR} =$ Peso tubo interno o di servizio $G_{IR} = (d_a - s_1) \cdot \pi \cdot s_1 \cdot l \cdot \rho_{IR} \quad [kg/m]$ $G_{IR} = (1,683 - 0,04) \cdot 3,1416 \cdot 0,04 \cdot 10 \cdot 7,87$ Risultato: $G_{IR} = 16,25 \text{ kg/m}$	$G_{D\bar{A}} =$ Peso isolamento $G_{D\bar{A}} = [(D_i : 2)^2 - (d_a : 2)^2] \cdot \pi \cdot l \cdot \rho_{D\bar{A}} \quad [kg/m]$ $G_{D\bar{A}} = [(2,41 : 2)^2 - (1,683 : 2)^2] \cdot 3,1416 \cdot 10 \cdot 0,08$ Risultato: $G_{D\bar{A}} = 1,87 \text{ kg/m}$
$G_{AR} =$ Peso tubo esterno o di rivestimento $G_{AR} = (D_a - s_2) \cdot \pi \cdot s_2 \cdot l \cdot \rho_{AR} \quad [kg/m]$ $G_{AR} = (2,5 - 0,045) \cdot 3,1416 \cdot 0,045 \cdot 10 \cdot 0,95$ Risultato: $G_{AR} = 3,30 \text{ kg/m}$	$G_{MF} =$ Peso riempimento tubo di servizio $G_{MF} = (d_i : 2)^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \rho_{MF} \quad [kg/m]$ $G_{MF} = (1,603 : 2)^2 \cdot 3,1416 \cdot 10 \cdot 1,0$ Risultato: $G_{MF} = 20,18 \text{ kg/m}$

$\rho_{xy} =$ Densità materiale

$\rho_{IR} = 7,87 \text{ kg/dm}^3$ (Acciaio)

$\rho_{AR} = 0,95 \text{ kg/dm}^3$ (PEHD)

$d_a =$ Diametro esterno tubo di servizio [dm]

$d_i =$ Diametro interno tubo di servizio [dm]

$s_1 =$ Spessore tubo di servizio [dm]

$l = 10 \text{ dm}$

$r_{D\bar{A}} = 0,08 \text{ kg/dm}^3$ (PUR)

$r_{MF} = 1,00 \text{ kg/dm}^3$ (Acqua)

$D_a =$ Diametro esterno tubo di rivestimento [dm]

$D_i =$ Diametro interno tubo di rivestimento [dm]

$s_2 =$ Spessore tubo di servizio [dm]

10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.3 Costruzione tubi - Linee aeree

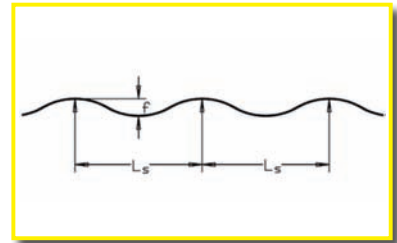
Per determinare la larghezza di appoggio [L_S] per tubi su tre appoggi:

$$L_S = \sqrt[4]{\frac{f \cdot I}{F'_G \cdot 2,48}} \quad [\text{m}]$$

$$L_S = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 697,09}{0,416 \cdot 2,48}} \quad [\text{m}]$$

Risultato (PEHD-MR): $L_S = 7,21 \text{ m}$

- f = freccia ammessa [mm]
- I = Momento di inerzia [cm⁴]
- F'_G = forza peso del tubo [kg/cm]
- 2,48 = Costante [-]



d_a = Diametro esterno tubo acciaio

s = Spessore pareti tubo acciaio secondo **isoplus**

D_a = Diametro esterno tubo di rivestimento

F'_G = Peso tubo incl. acqua

f = freccia tubo ammessa

L_S = Distanza da supporto a supporto

B_{Sch} = Larghezza richiesta del supporto/fascetta

Dimensioni tubo acciaio				Tubo di rivestimento (MR) standard					
Larghezza nominale in		\varnothing	Spessore	\varnothing	Peso F'_G in kN/m	$f = 2 \text{ mm}$		$f = 4 \text{ mm}$	
DN	Pollici	Esterno d_a in mm	pareti s in mm	Esterno D_a in mm		L_S in m	B_{Sch} in mm	L_S in m	B_{Sch} in mm
20	¾"	26,9	2,3	90	0,036	2,35	10	2,80	10
25	1"	33,7	3,6	90	0,044	2,75	20	3,27	20
32	1 ¼"	42,4	3,6	110	0,059	3,07	20	3,65	20
40	1 ½"	48,3	3,6	110	0,066	3,30	20	3,93	20
50	2"	60,3	3,6	125	0,090	3,73	30	4,43	30
65	2 ½"	76,1	3,6	140	0,120	4,16	30	4,95	40
80	3"	88,9	3,6	160	0,156	4,50	40	5,35	40
100	4"	114,3	3,6	200	0,235	5,07	50	6,03	60
125	5"	139,7	3,6	225	0,312	5,51	60	6,56	70
150	6"	168,3	4,0	250	0,422	6,04	80	7,18	100
200	8"	219,1	4,5	315	0,679	6,75	110	8,03	130
250	10"	273,0	5,0	400	1,006	7,42	140	8,82	170
300	12"	323,9	5,6	450	1,358	8,06	190	9,58	220
350	14"	355,6	5,6	500	1,592	8,31	200	9,89	240
400	16"	406,4	6,3	560	2,044	8,89	250	10,58	290
450	18"	457,2	6,3	630	2,527	9,22	280	10,97	330

Larghezza nominale in DN	Tubo di rivestimento (MR) rinforzato						Tubo di rivestimento (MR) rinforzato x 2					
	\varnothing Esterno D_a in mm	Peso F'_G in kN/m	$f = 2 \text{ mm}$		$f = 4 \text{ mm}$		\varnothing Esterno D_a in mm	Peso F'_G in kN/m	$f = 2 \text{ mm}$		$f = 4 \text{ mm}$	
			L_S in m	B_{Sch} in mm	L_S in m	B_{Sch} in mm			L_S in m	B_{Sch} in mm	L_S in m	B_{Sch} in mm
20	110	0,041	2,27	10	2,70	10	125	0,046	2,21	10	2,63	10
25	110	0,049	2,67	10	3,17	20	125	0,054	2,61	10	3,10	20
32	125	0,063	3,01	20	3,58	20	140	0,068	2,96	20	3,52	20
40	125	0,071	3,25	20	3,87	20	140	0,075	3,20	20	3,80	20
50	140	0,095	3,68	20	4,38	30	160	0,102	3,62	20	4,30	30
65	160	0,127	4,10	30	4,88	30	180	0,134	4,05	30	4,81	30
80	180	0,163	4,45	40	5,29	40	200	0,171	4,40	30	5,23	40
100	225	0,245	5,01	50	5,96	50	250	0,256	4,96	40	5,90	50
125	250	0,323	5,46	60	6,50	70	280	0,337	5,40	50	6,43	60
150	280	0,437	5,99	80	7,12	90	315	0,470	5,88	70	6,99	80
200	355	0,704	6,69	100	7,95	120	400	0,734	6,62	100	7,87	110
250	450	1,043	7,35	130	8,74	160	500	1,083	7,28	120	8,66	150
300	500	1,398	8,00	170	9,51	200	560	1,449	7,93	160	9,43	190
350	560	1,643	8,25	190	9,81	220	630	1,740	8,13	170	9,67	210
400	630	2,141	8,79	230	10,45	270	670	2,183	8,75	220	10,40	260
450	670	2,569	9,19	270	10,92	320	710	2,614	9,15	260	10,88	310

Tutte le indicazioni di peso sono valide per tubi in acciaio secondo **isoplus** con tubo di rivestimento SPIROFALZ compreso il contenuto in acqua.

10.3.3 Supporti di appoggio

Anche nella progettazione dei supporti di appoggio, è necessario distinguere tra sistemi bonded e sistemi sliding. Nei sistemi bonded, i supporti non devono impedire la dilatazione prevista; questo significa che prevedano un inserto di scorrimento oppure, in prossimità delle curve di dilatazione, che siano fissati su appoggi, che si muovono assialmente e trasversalmente.

Nei sistemi sliding, gli appoggi possono essere fissati direttamente al tubo di rivestimento, in quanto il suo movimento risulta normalmente di modesta entità. Con tubi esterni in materiale termoplastico, è possibile che il cambiamento della temperatura dell'ambiente e dell'aria generi una dilatazione. È quindi consigliato, che i sistemi di supporto ad appoggio consentano lo scorrimento anche nei sistemi sliding.

I supporti devono essere abbastanza larghi per offrire un appoggio esteso e tale che il carico di compressione $[\sigma_p]$ del tubo di rivestimento non venga superato. Per i tubi di rivestimento in materiale plastico o i tubi Spirofalz, usati per sistemi bonded e sliding vale il limite:

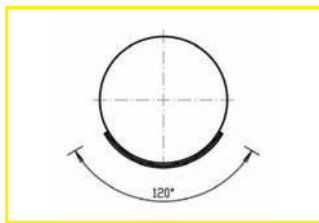
$$\Rightarrow \sigma_p = \leq 0,15 \text{ N/mm}^2$$

In senso circonferenziale, l'appoggio agisce come supporto del tubo di rivestimento solo per un terzo dello sviluppo complessivo. Quindi, l'effettiva larghezza di appoggio del supporto sulla circonferenza $[U_L]$ vale:

$$U_L = D_a \cdot \pi : 3 \quad [\text{mm}]$$

$$U_L = 250 \cdot 3,1416 : 3 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{Risultato: } U_L = 261,8 \text{ mm}$$

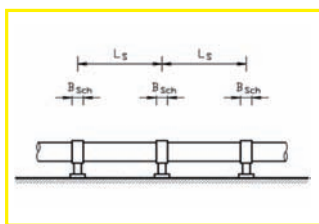


Per un interasse degli appoggi $[L_S]$ in m, un peso proprio $[F'_G]$ in N/m e per una larghezza di appoggio $[U_L]$ in mm risulta, considerando il valore limite di σ_p , la seguente larghezza minima del supporto:

$$B_{Sch} = L_S \cdot F'_G : \sigma_p : U_L \cdot S_D \quad [\text{mm}]$$

$$B_{Sch} = 7,21 \cdot 408,1 : 0,15 : 261,8 \cdot 1,2 \quad [\text{mm}]$$

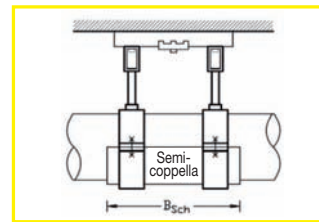
$$\text{Risultato: } B_{Sch} = \approx 90 \text{ mm}$$



$$S_D = \text{Coefficiente di sicurezza} \quad [-]$$

In caso di grandi tubazioni la larghezza dei supporti ad appoggio può risultare > 200 mm. I supporti di questa larghezza non sono normalmente disponibili, la larghezza necessaria viene quindi distribuita su un doppio supporto. Su questo doppio supporto va inoltre posta una semicoppella per la distribuzione del peso prima di posare il tubo **isoplus**.

Se al posto di un doppio supporto la tubazione viene appesa con due fasce zincate, il montaggio della semicoppella è strettamente necessario. Le fasce senza la semicoppella danneggiano il tubo di rivestimento.



10 MOVIMENTAZIONE E POSA IN OPERA

10.3 Costruzione tubi - Linee aeree

10.3.4 Progettazione supporto

I supporti possono essere di tipo appeso (pendolo) o di tipo scorrevole. Fare attenzione al carico complessivo sui supporti in relazione al loro interasse; questo agirà come carico di trazione (supporto appeso) o di compressione (supporto scorrevole) e andrà considerato nella progettazione. Qualora si dispongano più tubi verticalmente uno sopra all'altro, si consideri che il carico aumenta in maniera corrispondente.

Per fissare i supporti alle strutture dell'edificio (solai in calcestruzzo, travi in acciaio, ...) vengono usati carrelli liberi di scorrere su rotaie di guida. Questa soluzione permette l'assorbimento delle dilatazioni assiali dei tubi. Nella zona delle curve di espansione, dove bisogna fare attenzione anche alla dilatazione trasversale. In tal caso, vengono usati set di scorrimento, che vengono montati a 90° rispetto ai binari sui carrelli.

Se, in base al progetto costruttivo, sono necessari supporti o punti fissi, nel caso di sistemi bonded è sufficienti fissarli al tubo di rivestimento; in un sistema sliding i punti fissi vanno invece installati sul tubo di servizio. Come supporti fissi sono utilizzabili anche componenti prefabbricati (vedi **cap. 2.2 e 2.3**). La forza assiale da assorbire [FFL] risultante dal tratto rettilineo ancorato al punto fisso si calcola come segue:

$$F_{FL} = F'_G \cdot \mu \cdot L_x \quad [N]$$

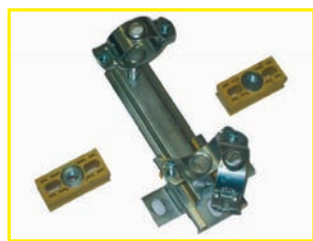
$$F_{FL} = 408,1 \cdot 0,1 \cdot 20,0 \quad [N]$$

$$\text{Risultato: } F_{FL} = 816,2 \text{ N}$$

$$F'_G = \text{Peso tubo [N/m]}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \text{Coefficiente attrito tubo di rivestimento su supporto/appoggio} \\ &\Rightarrow \text{Acciaio / Acciaio} = 0,5 \quad [-] \\ &\Rightarrow \text{Polietilene / Acciaio} = 0,1 \quad [-] \end{aligned}$$

$$L_x = \text{Lunghezza tubazione da supporto fisso al successivo punto di compensazione [m]}$$



10.4.1 Controllo qualità in cantiere

Nelle attività di cantiere è necessaria una direttiva per la valutazione qualitativa delle singole fasi, al fine di ottimizzare le fasi costruttive per i tubi preisolati. Questa direttiva è ugualmente valida per lavori nel terreno, per la posa e per il produttore di tubazioni. Di seguito, sono elencati in ordine cronologico i parametri più importanti per il processo di costruzione.

Fase di lavoro	Realizzazione e risultato
Tubi diritti - Stoccaggio al di fuori della fossa	- Accatastare i tubi diritti su un letto di sabbia o idonee travi in legno, che impediscano uno schiacciamento dell'isolamento; messa in sicurezza laterale della catasta in base all'altezza
Componenti - Stoccaggio	- Sistemati secondo le dimensioni su terreno privo di pietre e in posizione orizzontale
Accessori - Stoccaggio di guarnizioni, giunti, materassini di assorbimento ecc.	- Stoccaggio in container o protetti dagli agenti atmosferici, poggiare i giunti in piedi
Stoccaggio dei fusti di schiuma PUR e materiali restringenti	- Stoccaggio a temperatura ambiente senza luce diretta del sole
Controllo della funzionalità e classificazione degli attrezzi per il processo costruttivo	- Una lavorazione perfetta avviene solo con gli strumenti adatti
Posizionamento dei tubi preisolati e accessori	- Posa nello scavo tramite cinghie di materiale tessile, posa su travi in legno, sacchi di sabbia o supporti in schiuma PUR; mantenere min. 10 cm liberi tra tubo e fondo della fossa o letto di sabbia con supporti
Aggiustamento dei tubi e dei componenti nello scavo	- Posizionamento dei fili del sistema di monitoraggio della rete secondo le indicazioni del produttore. Far scorrere i giunti nella zona di saldatura
Saldatura dei tubi e dei componenti	-Rispettare le indicazioni costruttive e i requisiti tecnici per la successiva messa in funzione. - Spicchiature max. 3° in zona scorrimento e 5° in zona bloccata - Controllo delle saldature e approvazione
Creare lo spazio di lavoro per il montaggio dei giunti	- Gli appoggi devono essere lontani min. 1, 0 m dalle zone di saldatura; le nicchie devono essere eseguite in maniera che sia possibile lavorare senza ostacoli secondo le indicazioni del produttore dei tubi
Realizzazione lunghezze tubazioni a misura	- Togliere l'isolamento dalle estremità dei tubi per circa 150 mm senza danneggiare i fili del sistema di sorveglianza
Controllo del tracciato per il nulla osta al montaggio dei giunti	- Temperatura del tubo di servizio max. 45°C, min. 15°C - Componenti e adattatori accorciati in modo adeguato per ottenere idoneo supporto per i giunti - Componenti da assemblare devono essere installabili, quindi fare attenzione allo spazio necessario e alla fattibilità

A tal proposito vedere anche le condizioni di montaggio isoplus, **capitolo 11.5.2.**