 <p>ACEA L'INNOVAZIONE È IL NOSTRO TERRITORIO</p> <p>Servizio Idrico Integrato</p>	<p align="center">SPECIFICA TECNICA SULLA INSTALLAZIONE DI TUBAZIONI DI POLIETILENE AD ALTA DENSITA' NELLA COSTRUZIONE DI ACQUEDOTTI</p>	<p align="center">STA31001 /4</p> <p align="center">06/08/14</p> <p align="center">Pagina 1/1</p>
---	---	---

INDICE

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	2
2. ACCETTAZIONE DEL MATERIALE E LA SALDATURA	2
3. TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI	3
3.1 Tubi	3
3.2 Raccordi ed accessori	4
4. RELAZIONE TRA CLASSI DI SPESSORE (SDR) E CLASSI DI PRESSIONE(PN)	4
5. RACCORDI E PEZZI SPECIALI	5
5.1 Raccordi e pezzi speciali di PE	5
5.2 Raccordi e pezzi speciali di altri materiali	5
6. GIUNZIONI	5
6.1 Giunzione per saldatura	5
6.2 Giunzione mediante serraggio meccanico	7
6.3 Giunzione per flangiatura	8
7. POSA IN OPERA	9
7.1 Profondita' di posa	9
7.2 Scavo e piano di posa	9
7.3 Collocamento in opera	10
7.4 Inizio del riempimento	10
7.5 Prova di collaudo 1	11
7.6 Prova di collaudo 2	12
7.7 Presa in carico	14
8. ANCORAGGIO	14
9. CASI PARTICOLARI	15

REVISIONI			
REVIS. N°	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	FIRMA PER APPROVAZIONE
1	01/01/95	Prima emissione	
2	22/10/98	Acquisizione Specifica Istituto Italiano della Saldatura	
3	19/05/03	Acquisizione Specifica Istituto Italiano della Saldatura	
4	06/08/14	Acquisizione Specifica Istituto Italiano della Saldatura	
APPROVAZIONE EMISSIONE			

ACEA Pinerolese Industriale S.p.A.
 Dirigente servizio idrico integrato
CHIADO FIORIO TIN Antonio



IIS Progress
GRUPPO
ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA

Documento N° **FOR 007 S**

Revisione **2**

Pagina **1 / 14**

Titolo:

**SPECIFICA TECNICA SULL'INSTALLAZIONE DI TUBAZIONI DI
POLIETILENE AD ALTA DENSITA' NELLA COSTRUZIONE DI
ACQUEDOTTI**

Cliente: ACEA Pinerolese Industriale S.p.A.

Modifiche:

Revisione generale

Revisione	Redazione	Visti di competenza		Verifica	Approvazione	Data
2	M. MORONI			M. MORONI	L.COSTA	31/07/2014
1	G. SANFILIPPO	G. SANFILIPPO			M. MURGIA	15/04/2003
0	M. MURGIA	M. MURGIA	M. SCASSO		F. MASETTI	15/04/1998

IIS Progress srl - Lungobisagno Istria, 15 - 16141 Genova - Tel. 01083411 - Telefax 0108367780

1.SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Specifica definisce le prescrizioni per l'accettazione dei materiali, le modalità di carico e scarico, trasporto e stoccaggio e la movimentazione di tubi e raccordi in polietilene.

Inoltre definisce le metodologie di giunzione, posa e collaudo, nonché la valutazione sugli ancoraggi e l'utilizzo di giunti di dilatazione e di prese in carico, per la realizzazione di acquedotti.

2. ACCETTAZIONE DEL MATERIALE E LA SALDATURA

Le prescrizioni per l'accettazione dei tubi e dei raccordi di PE idonei al convogliamento di acqua potabile in pressione sono contenute nelle seguenti norme:

– UNI EN 12201-2:2013

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione. Polietilene (PE) parte 2: Tubi.

– UNI EN 12201-3:2013

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione. Polietilene (PE) parte 3: Raccordi.

– UNI EN ISO 1167-1-3-4:2008

Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.

– UNI 9561:2006

Tubi e raccordi di materia plastica - Raccordi a compressione per giunzione meccanica per uso con tubi in pressione di polietilene per la distribuzione dell' acqua

– ISO 14236:2000

Plastics pipes and fittings -- Mechanical-joint compression fittings for use with polyethylene pressure pipes in water supply systems

– UNI 9562: 1990

Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.

I tubi di PE e relativi raccordi di materiali termoplastici, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme di cui sopra, dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP o Ente analogo.

Con riferimento alle operazioni di saldatura, le norme nazionali applicabili sono quelle di seguito riportate.

– UNI 9737:2007

Classificazione e qualifica dei saldatori di materie plastiche - Saldatori con i

procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.

– **UNI 10520:2009**

Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto - Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione

– **UNI 10521:2012**

Saldatura di materie plastiche - Saldatura per elettrofusione - Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione

– **UNI 10565:2008**

Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche funzionali, di collaudo e di documentazione

– **UNI 10566:2013**

Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti

3. TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI

3.1 Tubi

I tubi sono generalmente forniti nelle seguenti confezioni:

- i diametri fino a 110 mm, a richiesta del cliente, possono essere forniti in rotoli e/o, in barre.
- i diametri superiori a 110 mm sono forniti in barre in lunghezze da convenirsi tra committente e fornitore.
- Tutti i diametri devono essere forniti con tappi sulle estremità.

Occorre in ogni caso tenere conto delle seguenti considerazioni:

- lo svolgimento dei tubi in rotoli (diametro 110 mm) può presentare difficoltà a bassa temperatura;
- i tubi a rotoli dovranno avere un diametro interno del rotolo di almeno 18 Dn.
- i tubi, se avvolti in rotoli, possono presentare eccessive ovalizzazioni e piegature specie ai valori bassi del diametro di arrotolamento.

3.1.1 Trasporto

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

3.1.2 Carico, scarico e movimentazione

Il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione devono essere effettuati utilizzando mezzi elevatori idonei al peso da movimentare. I tubi devono essere sollevati nella zona centrale limitando la flessione delle estremità e, quando necessario, può essere opportuno utilizzare apposito bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, evitare il contatto tra tubo e sponde del mezzo di trasporto e qualsiasi situazione che possa danneggiare il tubo.

3.1.5 Accatastamento

Lo stoccaggio deve essere effettuato garantendo, per quanto possibile, il mantenimento delle geometrie delle tubazioni nel tempo.

Il piano di appoggio deve essere livellato ed esente da asperità e, se necessario, prevedere il distacco da terra tramite l'utilizzo di bancali. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, indipendentemente dal diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, è consigliabile proteggerli dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 400 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

3.2 Raccordi ed accessori

I raccordi devono essere forniti in appositi imballaggi, nel caso dei raccordi ad elettrofusione devono essere precedentemente imbustati in apposite confezioni sigillate. Il trasporto e l'immagazzinamento dovranno prevedere operazioni atte a limitare danneggiamenti delle confezioni e dei raccordi.

Lo stoccaggio dovrà prevedere la suddivisione per tipo e dimensioni.

4. RELAZIONE TRA CLASSI DI SPESSORE (SDR) E CLASSI DI PRESSIONE (PN)

La norma UNI EN12201:2 prevede i seguenti valori delle pressioni nominali PN massime ammissibili per tubi di PE per servizio continuo alla temperatura di 20°C:

SDR	41	33	26	21	17	13,6	11	9	7,4	6
PE80	PN 3.2	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
PE100	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25	-

5. RACCORDI E PEZZI SPECIALI

5.1 Raccordi e pezzi speciali di PE

Devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico - fisiche dei tubi. Tali raccordi possono essere prodotti per stampaggio o, nel caso non siano reperibili sul mercato, ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli e saldate di testa (raccordi a settore).

In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore.

Tali raccordi dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201:3.

5.2 Raccordi e pezzi speciali di altri materiali

Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme di cui al punto 4.1 si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché essi siano idonei allo scopo.

Il collegamento fra tubi di PE in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 5.2) o a mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 5.3).

6. GIUNZIONI

I sistemi di giunzione fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PE sono i seguenti:

6.1 Giunzione per saldatura

Essa deve sempre essere eseguita:

- da personale qualificato secondo la norma UNI 9737 in funzione del procedimento impiegato e dei diametri saldati;
- con apparecchiature conformi alle specifiche norme.

L'ambiente atmosferico non deve essere soggetto a precipitazioni, vento o eccessiva polverosità, nel qual caso si dovranno prevedere modalità operative atte a proteggere la zona di saldatura.

6.1.1 Saldatura per polifusione nel bicchiere.

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già

predisposti per tale sistema (vedere norma UNI EN 12201:3).

Le apparecchiature dovranno essere conformi a quanto previsto dalla norma:

UNI 11316:2009 "Saldatura delle materie plastiche - Saldatrici per polifusione impiegate per l'esecuzione di giunzioni a bicchiere (a tasca) di tubi e raccordi in poliolefine per il trasporto di fluidi in pressione".

In tale tipo di giunzione la superficie interna dei bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante idonea pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di $260 \pm 10^\circ\text{C}$ (vedere norme DVS2207:1 e 11; ISO/TC138/SC4/N619).

6.1.2 Saldatura testa a testa

E' usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è opportunamente predisposto.

Questo tipo di saldatura deve essere realizzata utilizzando saldatrici conforme alla norma UNI 10565.

La saldatura deve essere realizzata secondo quanto previsto dalla norma UNI 10520 utilizzando il processo a singola pressione per tubi e raccordi in polietilene fino a spessori di 20 mm, per spessori maggiori la norma consente di poter scegliere il processo a singola o a duplice pressione sulla base di valutazioni che possono essere concordate tra l'esecutore dei lavori e la committente.

6.1.3 Giunzioni elettrosaldabili.

Questo tipo di saldatura deve essere realizzato utilizzando saldatrici ed attrezzature conformi alla norma UNI 10566.

La saldatura deve essere realizzata secondo quanto previsto dalla norma UNI 10521.

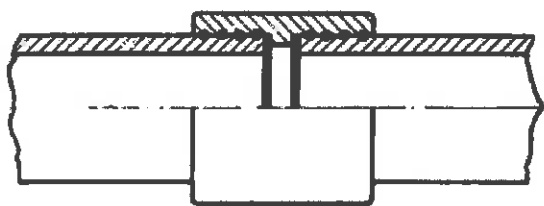


Fig. 2 – Manicotto elettrosaldato

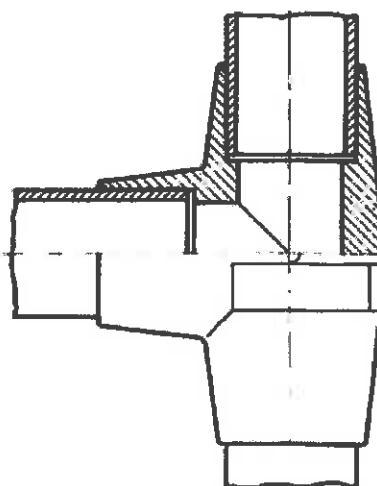


Fig. 3 T elettrosaldato

6.2 Giunzione mediante serraggio meccanico

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi:

- Giunti metallici (v. figg. 4 e 5). Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione, i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo la boccola non è indispensabile.

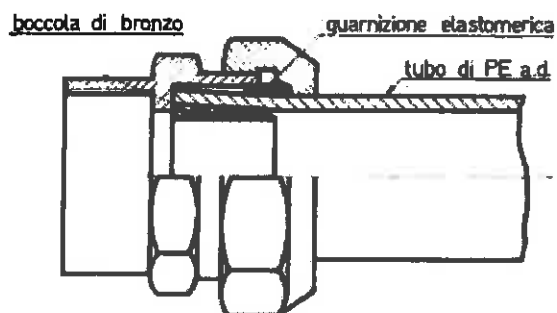


Fig. 4 - Giunto metallico di collegamento tra tubo di PE e tubo metallico per allacciamenti

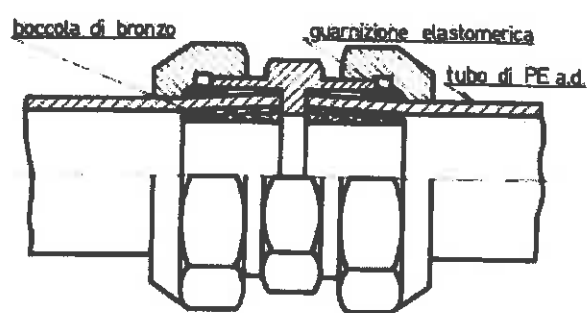


Fig. 5 - Giunto metallico di collegamento tra tubo e tubo di PE per allacciamenti

Vengono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo. Un esempio è indicato nella fig. 6.

Comunque i giunti devono rispondere ai requisiti prescritti dalla norma UNI 9561 e ISO 14236 pertanto verificati con i relativi metodi di prova previsti dalla norma UNI 9562.

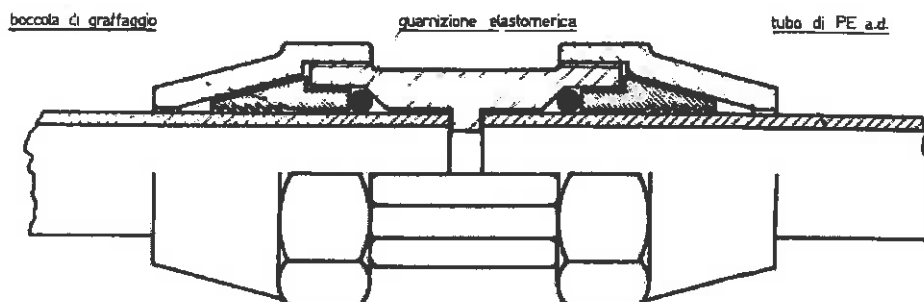


Fig. 6 - Raccordi di materiale plastico a compressione

6.3 Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubi o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari portaflange (o cartelle) in PE saldabili.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata. L'inserimento di guarnizioni è consigliato in tutti i casi. Le flange, a seconda dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni potranno essere convenientemente protetti contro la corrosione.

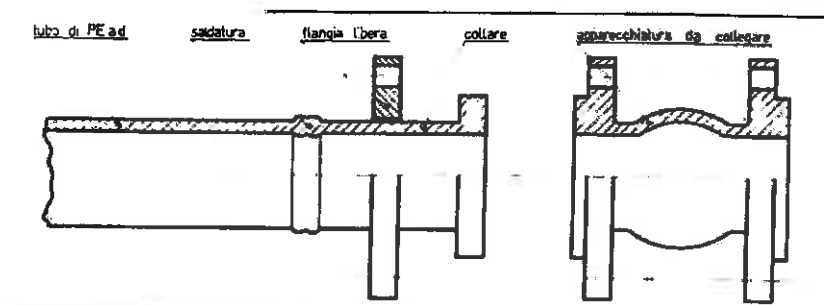


Fig. 7 - Giunzione per flangiatura

7. POSA IN OPERA

7.1 Profondità di posa

La minima profondità di posa dalla generatrice superiore del tubo dovrà essere conforme ad i requisiti previsti dalla norma UNI11149:2005 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione"

e comunque non inferiore a m 1,00; in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi dovuti alla circolazione e del pericolo di gelo.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle presenti prescrizioni e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere alla protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la condotta, si potranno costruire da una parte e dall'altra della stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo. Così, in caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la canalizzazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta, anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di copertura minore del valore minimo sopra citato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi verticali da manufatti di protezione.

7.2 Scavo e piano di posa

Lo scavo ed il piano di posa dovranno essere conformi ad i requisiti della norma UNI 11149:2005.

In linea di massima la larghezza del fondo dello scavo deve essere tale da lasciare liberi 10 cm da ogni lato del tubo, ed in ogni caso la larghezza dovrà essere sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione se fatto nello scavo. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme di cui al capitolo specifico (relativo al capitolo speciale di appalto che si riferisce agli scavi a sezione obbligata per la posa delle condotte).

Prima della posa in opera del tubo, deve essere steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm, sul quale deve venire posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

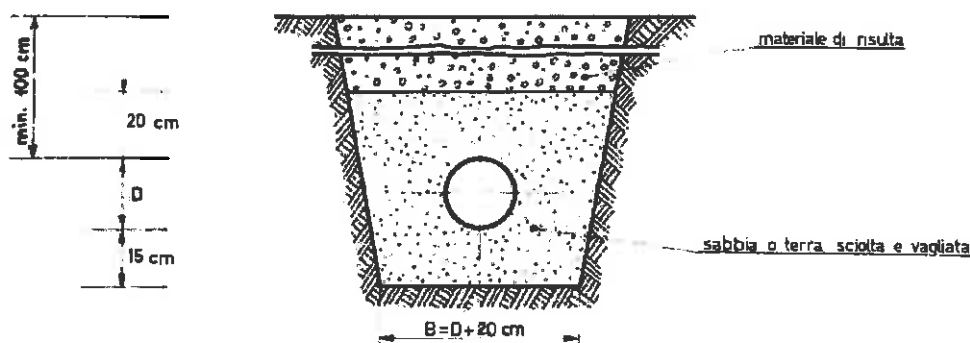


Fig. 8 - Scavo e relativa posa del tubo di PE.

7.3 Collocamento in opera

L'assiemaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della condotta i tubi ed i raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Si consiglia la posa in opera di opportuni sistemi che consentano la rintracciabilità della condotta nonché l'identificabilità (Nastri Segnaletici, Ball Marker), da posizionare sopra la condotta ad una distanza di 15-20 cm., al fine di facilitarne l'esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

7.4 Inizio del riempimento

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata.
- si procederà sempre a zone di 20 - 30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento fino a 15 - 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante, per consentire l'assestamento del tubo assumendo la

temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 - 6 m dal pezzo stesso da collegare.

7.5 Prova di collaudo 1

Il collaudo dovrà essere conforme ad i requisiti della norma UNI 11149:2005.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi in PE sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna e comunque non maggiori di 800 m.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con sabbia o terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

E' consigliato eseguire il collaudo dopo 24 ore dalla copertura della tubazione; il collaudo verrà eseguito con acqua avente caratteristiche tali da non contaminare la condotta e l'acqua convogliata durante il successivo esercizio.

Si procederà quindi al riempimento dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro tarato, la velocità di riempimento non dovrà essere superiore a 1m/s. Verificare che rubinetti, sfiati ecc. siano aperti onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto, si attenderanno 24 ore e successivamente si metterà in pressione a mezzo di un sistema manuale o meccanico, salendo gradualmente di 1kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

7.5.1 Esecuzione della prova

La tratta interessata alla prova idraulica verrà portata alla pressione di prova che dovrà essere pari a:

$$STP = 1,5 \times MOP \text{ (Bar) (non inferiore a 600KPA-6 Bar)}$$

Dove:

STP: pressione interna massima di prova (Bar)

MOP: Massima pressione operativa (Bar)

La salita in pressione dovrà essere graduale fino al raggiungimento della pressione STP, si procederà al mantenimento della pressione per 30 minuti, prevedendo il ripristino della pressione per bilanciare l'aumento di volume dovuto alle dilatazioni.

Durante questa fase verificare che non ci siano eventuali perdite; successivamente calare rapidamente la pressione fino al raggiungimento di 300 KPA ,dopodiché nei successivi 90 minuti registrare i valori di pressione come di seguito descritto:

- 5 letture ogni 2 minuti
- 4 letture ogni 5 minuti

6 letture ogni 10 minuti

I valori rilevati dovranno essere riportati in un diagramma Tempi/pressioni come sotto riportato:

Controllo Idraulico in opera - Esecuzione della prova

Legenda

- X Tempo (min)
- Y Pressione (bar)
- A Messa in pressione al valore di prova
- B Mantenimento per 30 min
- C Riduzione rapida della pressione al valore nominale di 3 bar
- D Aumento della pressione indicativo di condotta senza perdite
- E Riduzione progressiva della pressione indicativo di presenza di perdite
- F Letture successive di pressione

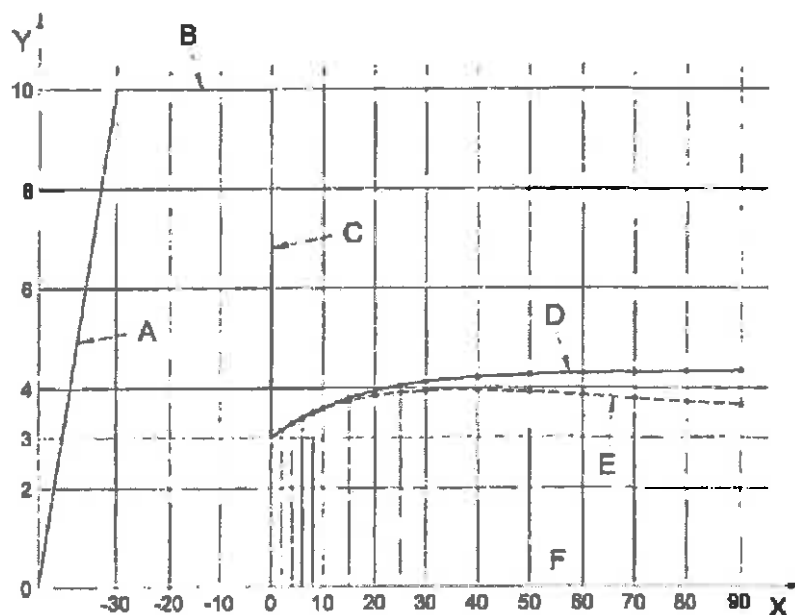


Figura. 9 – Diagramma Tempo/Pressioni

Il collaudo è da intendersi superato quando l'andamento della pressione rilevata risulta crescente o stabile.

Nel caso in cui la pressione risulti essere decrescente, ciò è indice di una perdita nel sistema, quindi necessiterà ricercare ed eliminare la perdita; successivamente dovrà essere ripetuta la prova di tenuta.

7.6 Prova di collaudo 2

Il collaudo dovrà essere conforme ad i requisiti della norma UNI EN 805

"Approvvigionamenti di acqua – Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" e si suddivide in un collaudo preliminare, prova di perdita di carico e collaudo principale.

7.6.1 Collaudo preliminare

Dopo aver riempito la condotta come precedentemente descritto, lasciare assestare la condotta per almeno 1 ora.

Successivamente portare la tubazione alla pressione di collaudo:

$$STP = 1,5 \times MOP \text{ (MAX PN+5)}$$

in un tempo massimo di 10 minuti, mantenere la pressione STP per 30 minuti ripristinando eventuali cadute di pressione.

Nella successiva prima ora si devono controllare le eventuali variazioni di pressione rispetto a STP che non devono essere superiori al 30%.

Se la caduta di pressione risultasse superiore al 30%, interrompere la prova, eliminare le cause della perdita, attendere 1 ora e successivamente riprendere il collaudo. Per proseguire con il collaudo è necessario che la prova preliminare sia superata.

La prova è superata se la caduta di pressione non risulta superiore al 30%.

7.6.2 Prova di perdita di carico

Ridurre rapidamente la pressione mediante spillatura dell'acqua, orientativamente non meno del 10-15% della pressione di collaudo STP; nei successivi 30-90 minuti si verifica l'andamento della pressione: se la caduta di pressione risulta essere ≤ 0.25 bar rispetto alla pressione raggiunta dopo l'abbassamento si procede alla verificare del risultato tramite il confronto tra il volume d'acqua rimosso (V_R) e il volume d'acqua massimo rimovibile (V_{Max}).

La prova è superata se:

$$V_R \leq V_{Max}$$

Dove:

$$V_{Max} = 0.1 \times F \times \left[\sum_{i=1}^N (A_i \times L_i) \right] \times V_R \times \left[\frac{1}{E_A} + \frac{1}{E_T} \times \sum_{i=1}^n \left(\frac{d}{e} \right) \right]$$

- V_{Max} : massimo volume di acqua scaricabile (ml);
- V_R : volume di acqua scaricato (ml);
- d_i : diametro interno dei tubi (mm);
- E_A : modulo di compressione dell'acqua (2000 N/mm²);
- E_T : modulo elastico del PE ($\cong 800$ N/mm²);
- e : Spessore dei tubi (mm);
- L : lunghezza dei tubi (m);
- F : coefficiente di correzione per presenza aria nella condotta (1,2);
- A : Sezione interna dei tubi (mm²).

7.6.3 Prova di collaudo principale

L'andamento del collaudo e quindi i relativi valori di pressione rilevati dovranno essere riportati in un diagramma tempo/pressione, il collaudo può considerarsi superato se la curva relativa alla fase di abbassamento della pressione ha la tendenza all'aumento della

pressione per effetto del comportamento viscoelastico del polietilene.

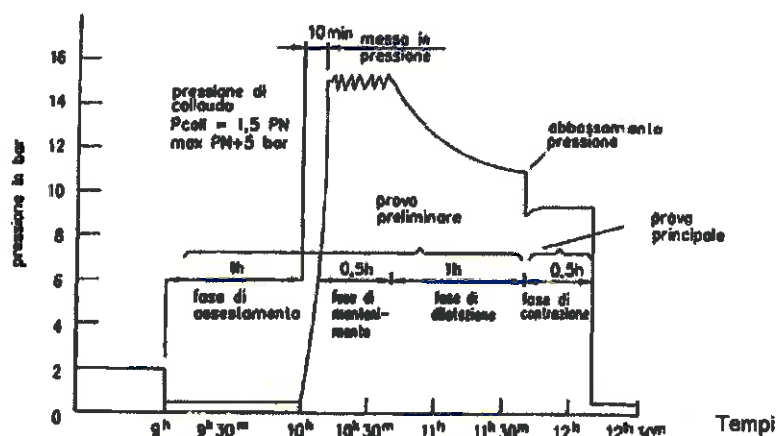


Fig. 10 - Andamento della curva del collaudo (esempio)

7.7 Prese in carico

Vengono in genere effettuate dopo la posa in opera della condotta. Come per tutti gli altri materiali, anche per le condotte in PE in esercizio è possibile effettuare derivazioni mediante prese a staffa.

La foratura del tubo in pressione viene effettuata con le stesse modalità usate per gli altri materiali, con l'apposita fora-tubi, curando in modo particolare l'asportazione del tassello di tubo tagliato per evitare possibili occlusioni della condotta a valle.

8. ANCORAGGIO

Sebbene le condotte di polietilene risultino giuntate con sistemi antisfilanti (saldature e raccorderie autobloccanti), si dovrà tener presente la necessità di realizzare adeguati ancoraggi in corrispondenza di variazioni di sezione, curve, pozzetti di manovra, tappi ciechi ed in tutti i punti in cui possono generarsi variazioni di sollecitazioni di carattere statico e dinamico.

Ciò deve intendersi sia in condizioni idrostatiche che in condizioni idrodinamiche, tenendo conto delle sollecitazioni aggiuntive dovute alle quantità di moto e sollecitazioni causate da condizioni di moto vario (colpo d'ariete).

E' quindi necessario predisporre dei blocchi di calcestruzzo allo scopo di distribuire dette spinte sulle pareti dello scavo.

Questi blocchi saranno calcolati con le formule sotto riportate:

La spinta ha il valore: $F = K \times STP \times A_i \times 10^{-4}$ (KN)

dove:

K = 1 per le calotte e per i T a 90°;
1,414 per le curve a 90°;

0,766 per le curve a 45°;
 STP = pressione interna massima di prova Bar;
 A_i = sezione interna del tubo: Gomiti, curve, calotte (per le riduzioni differenza della sezione interna mm²).

La reazione di spinta del terreno è data da: $T_R = K1 \times H \times S$ (KN)

dove:

Il coefficiente di spinta del terreno K1 dipende dalla natura del terreno e vale:

- circa 30 kN per sabbia argillosa;
- circa 50 kN per terreni di media compattezza;
- circa 60 kN per sabbia o ghiaia;

H = profondità di interramento misurata rispetto all'asse del tubo, in m;

S = sezione di appoggio (a x b) in m² dove:

a = larghezza del blocco di ancoraggio (m);

b = altezza del blocco di ancoraggio (m).

In ogni caso per valutare le dimensioni del blocco deve essere verificata la seguente condizione: $T_R \geq 1,5 F_a$.

Le figure rappresentano le sezioni degli ancoraggi per le curve a 45° e a 90°, T di derivazione e condotta cieca.

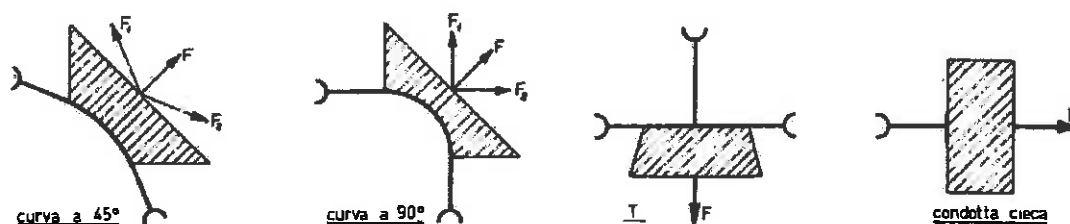


Fig. 11 – Sezioni degli ancoraggi

9. CASI PARTICOLARI

Per le condotte soggette a variazione termica, ad esempio per tubazioni non a contatto con il terreno che possa contrastare eventuali dilatazioni, occorre predisporre opportuni giunti di dilatazione in grado di assorbire la massima possibile variazione lineare del tubo espressa dalla formula:

$$\Delta l = d L \Delta T$$

dove:

Δl = variazione di lunghezza dovuta allo sbalzo termico in mm;

d = coefficiente di dilatazione termica lineare del PE che assume comunemente in 0,2 mm/m°C;

L = lunghezza della tratta interessata, in m;

ΔT = differenza fra la massima o rispettivamente la minima temperatura raggiungibile nell'ambiente in cui si trova il tubo e la temperatura di posa del tubo stesso in °C.

Per determinare il numero dei giunti di dilatazione occorrenti nella tratta **L** occorre dividere il Δl trovato per il valore dello scorrimento che ciascun giunto può consentire (questo dato deve essere richiesto al fornitore dei giunti).

Esempio: si devono posare 100 m di tubo allo scoperto, in zona temperata, permanentemente all'ombra:

- temperature estreme raggiungibili: $-5^{\circ}\text{C} + 30^{\circ}\text{C}$;
- temperature di posa: $+ 15^{\circ}\text{C}$;
- ΔT (più grande di valore assoluto) $-5 - (+ 15) = -20^{\circ}\text{C}$;

Si ha $\Delta l = 0,2 \times 100 \times (-20) = -400 \text{ mm}$.

Se lo scorrimento consentito dal giunto è di $\pm 50 \text{ mm}$ occorrerà interporre ad eguali distanze 8 giunti di dilatazione. Si tratta, come si vede, di variazioni dimensionali notevoli anche per normali condizioni di esercizio; si avrà cura quindi di limitare al minimo indispensabile la lunghezza dei tratti di condotta allo scoperto.

E' bene eseguire i calcoli dei due Δl (positivo e negativo) e verificare che entrambi i valori siano compatibili con i dati dimensionali del giunto: il Δl positivo dovrà essere in ogni caso inferiore alla distanza fra l'estremità del tubo e l'eventuale battuta centrale del giunto di dilatazione; il Δl negativo dovrà essere inferiore alla distanza fra la guarnizione e la estremità del tubo.

Queste due condizioni assicurano il libero movimento del tubo nel giunto e nel contempo la continuità della tenuta stagna da parte della guarnizione.

Il giunto di dilatazione è:

a) giunto a soffietto in neoprene (fig. 12)

Tale tipo di giunto, oltre a compensare variazioni di lunghezza assiale, permette anche un certo spostamento assiale massimo ed una deviazione angolare.

- Per esempio un giunto con D 200 consentirà:
- una compressione assiale massima pari a 35 mm;
- un allungamento assiale massimo pari a 45 mm;
- uno spostamento assiale massimo pari a 25 mm;
- una compensazione angolare pari a 20° .

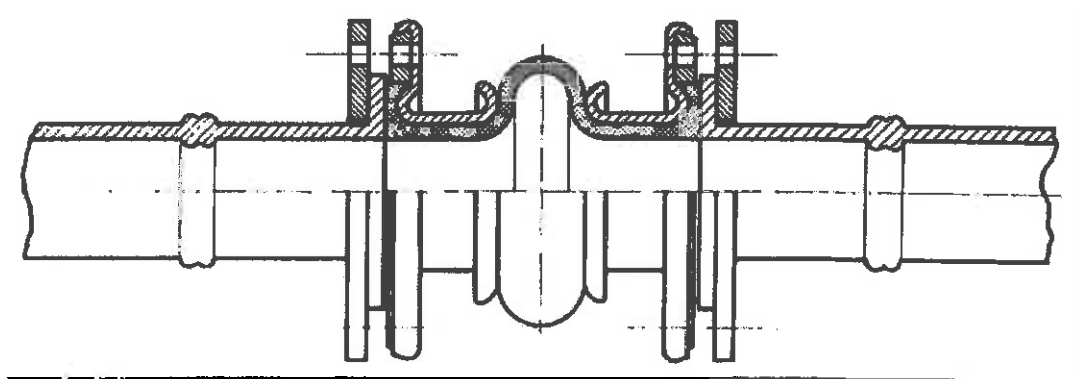


Fig. 12 - Giunto a soffietto in neoprene con collegamento alla condotta a mezzo flangia

L'unione del giunto alla condotta è realizzata per mezzo di flange, dopo aver predisposto l'estremità della condotta stessa con collari di appoggio o flange.