

# **Impianti di irrigazione realizzati con tubazioni di materia plastica**

## **RACCOMANDAZIONI SULLA INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI DI MATERIA PLASTICA NELLA COSTRUZIONE DI IMPIANTI DI IRRIGAZIONE**

### *SOMMARIO*

- Capitolo 1: PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE
- Capitolo 2: TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E RACCORDI
- Capitolo 3: MATERIALI DI IMPIEGO CORRENTE E LORO CARATTERISTICHE
- Capitolo 4: GIUNZIONI E PEZZI SPECIALI
- Capitolo 5: POSA IN OPERA DI TUBAZIONI INTERRATE
- Capitolo 6: ESEMPI DI APPLICAZIONI DI TUBI DI MATERIA PLASTICA E RELATIVI RACCORDI IN ALCUNI IMPIANTI DI IRRIGAZIONE
- Capitolo 7: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TUBI DI MATERIALE PLASTICO PARTICOLARMENTE RISPONDENTI ALL'IMPIEGO NEGLI IMPIANTI DI IRRIGAZIONE (Appendice)
  - 7.1. CALCOLO DELLE FRECCE MASSIME AMMISSIBILI A FREDDO NELLE CONDOTTE IRRIGUE DI PVC CON GIUNZIONI AD INCOLLAGGIO
  - 7.2. COLPO D'ARIETE
  - 7.3. FORMULE E ABACO PER IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO
  - 7.4. RESISTENZA CHIMICA DEL PVC · PE a.d. · PE b.d. · PP
  - 7.5. PROSPETTI E ABACHI PER LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI IRRIGAZIONE
  - 7.6. DIMENSIONI E PESI DEI TUBI DI PVC RIGIDI DELLA SERIE FILETTABILE GAS

N.B.: Tutti i disegni riportati nel testo sono puramente indicativi.

## Capitolo 1: *PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE*

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni di materia plastica sono contenute nelle seguenti norme UNI:

- UNI 7441-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.
- UNI 7442-75: Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7449-75: Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.
- UNI 6462-69: Tubi di polietilene bassa densità. Tipi, dimensioni e caratteristiche (1).
- UNI 6463-69: Tubi di polietilene bassa densità. Metodi di prova (1).
- UNI 7611: Tubi di polietilene alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7615: Tubi di polietilene alta densità. Metodi di prova.
- UNI 7612: Raccordi di polietilene alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7616: Raccordi di polietilene alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

I tubi, i raccordi e gli accessori di materia plastica dovranno essere *contrassegnati con il Marchio di conformità I.I.P.* di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI, gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dell'1-2-1975.

## Capitolo 2: *TRASPORTO ED ACCATAMENTO DEI TUBI E RACCORDI*

### 2.1. *Tubi in barre*

#### 2.1.1. *Trasporto*

Le avvertenze per il trasporto non differiscono sostanzialmente da quelle praticate per analoghe tubazioni tradizionali. Di conseguenza nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.

Si tenga presente che, limitatamente ai tubi di PVC, a basse temperature (intorno a 0 °C) aumenta la possibilità di rottura; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

#### 2.1.2. *Carico e scarico*

Queste operazioni devono essere fatte con cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

---

(1) Le norme UNI 6462 e 6463-69 prevedono una sollecitazione ammissibile di 25 kgf/cm<sup>2</sup>. Esse sono in corso di revisione per l'adozione di una sollecitazione ammissibile di 32 kgf/cm<sup>2</sup>.

### 2.1.3. Accatastamento

I tubi devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi aventi un diametro superiore a 50 mm non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti.

### 2.2. Tubi in rotoli

I tubi di polietilene alta e bassa densità sono normalmente forniti in rotoli fino al diametro di 110 mm.

Oltre alle raccomandazioni generali di cui al punto 2.1. si tenga presente che i rotoli non devono mai essere trasportati nè stivati in posizione verticale giacchè potrebbero assumere eccessive ovalizzazioni o piegature; essi devono essere adagiati orizzontalmente, eventualmente sovrapposti in più strati fino a 2 ÷ 2,50 m di altezza.

Se il diametro dei rotoli ne impedisce l'adagiamento sul fondo del mezzo di trasporto, essi possono essere sistemati verticalmente purchè sostenuti all'interno da apposite traverse o mensole.

### 2.3. Raccordi ed accessori

Questi pezzi sono forniti finchè possibile in appositi imballaggi.

Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammassarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

## Capitolo 3: MATERIALI DI IMPIEGO CORRENTE E LORO CARATTERISTICHE

Le materie plastiche generalmente impiegate per le installazioni irrigue sono:

- a) PVC rigido (Policloruro di vinile non plastificato)
- b) PE a.d. (Polietilene alta densità)
- c) PE b.d. (Polietilene bassa densità).

Inoltre, fra le materie plastiche che vanno destando interesse nel campo dell'irrigazione, ricordiamo il Polipropilene (PP). Esso è una poliolefina avente alcune caratteristiche analoghe a quelle del PE a.d., come appare dal seguente prospetto:

Caratteristiche	Unità di misura	Valore
Resistenza a trazione (snervamento)	kgf/cm <sup>2</sup>	~ 300
Sollecitazione ammissibile in esercizio continuo	kgf/cm <sup>2</sup>	50
Massa volumica	kg/dm <sup>3</sup>	0,925
Modulo di elasticità a flessione	kgf/cm <sup>2</sup>	~ 12.000
Punto di rammollamento Vicat (1 kg)	°C	152
Coefficiente di dilatazione termica lineare	mm/m °C	0,10 ÷ 0,15

In particolare il PP è idoneo alla giunzione per saldatura, come il PE a.d. ed ha un'ottima resistenza chimica (ved. Prospetto VII) che ne consente un valido impiego negli impianti polivalenti (fertirrigazione, trattamenti anticrittogamici e antiparassitari).

Nei prospetti I e II diamo alcune caratteristiche tecniche e di impiego dei tubi fabbricati con i materiali sopra elencati.

PROSPETTO I

Il prospetto è un raffronto fra le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei vari materiali. Queste caratteristiche influiscono su alcuni rapporti fra i più importanti parametri dei relativi manufatti (peso a metro, pressione nominale, diametro interno) come evidenziato al punto 6) del prospetto.

Caratteristiche	Unità di misura	Materiale		
		PVC/100	PE a.d.	PE b.d./32
1) resistenza a trazione	kgf/cm <sup>2</sup>	≥ 480	~ 240	≥ 140
a) snervamento	kgf/cm <sup>2</sup>	100	50	32
b) sollecitazione ammissibile per esercizio continuo	kg/dm <sup>3</sup>	1,37 ÷ 1,45	0,945 ÷ 0,965	0,93
2) massa volumica	kgf/cm <sup>2</sup>	~ 30.000	~ 9.000	≥ 2.000
3) modulo elastico a flessione	°C	≥ 80	—	—
4) punto di rammollimento Vicat	mm/m °C	0,06 ÷ 0,08	0,2	0,2
5) dilatazione termica lineare				
6) rapporti fra i principali parametri dei relativi tubi (assegnando il valore 1 ai rapporti relativi al PVC)				
a) peso/pressione (a parità di diametro esterno)		1	1,23	1,72
b) peso/diametro interno utile (a parità di pressione nominale)		1	1,34	2
c) diametro interno utile pressione (a parità di diametro esterno):				
PN 4		1	0,97	0,91
PN 6		1	0,95	0,87
PN 10		1	0,90	0,79
PN 16		1	0,86	—

PROSPETTO II

Nel prospetto II, oltre ad una precisazione sulle confezioni d'uso, sono indicati i diametri, gli spessori e le pressioni di *più pratico impiego dei tubi fabbricati* con le tre materie plastiche trattate in questo fascicolo. I parametri citati variano in relazione alle caratteristiche tecnologiche di fabbricazione dei tubi stessi (rotoli o barre), alla loro resistenza alla deformazione (ovalizzazione del tubo nell'avvolgimento in rotoli) ed infine alla loro possibilità di collegamento (vedere nota in calce al prospetto).

Caratteristiche	Unità di misura	Materiale		
		PVC/100	PE a.d.	PE b.d./32
1) confezioni d'uso:				
a) barre				
b) rotoli (diametro max del tubo)	mm	—	110 (1)	110 (1)
2) limiti dimensionali di pratica applicazione:				
a) limiti minimi pressioni	kgf/cm <sup>2</sup>	4	2,5	4
diametri e spessori				
per PN 2,5	mm	—	63 × 1,4	—
per PN 4	mm	63 × 1,8	40 × 1,6	20 × 1,6
per PN 6	mm	40 × 1,8	25 × 1,6	16 × 1,6
per PN 10	mm	25 × 1,6	16 × 1,6	10 × 1,6
b) limiti massimi pressioni	kgf/cm <sup>2</sup>	16	16	10
diametri e spessori				
per PN 2,5	mm	—	110 × 2,7 (2)	—
per PN 4	mm	630 × 12,4	110 × 4,3	90 × 5,3
per PN 6	mm	400 × 11,7	110 × 6,3	50 × 4,3
per PN 10	mm	315 × 15,0	110 × 10,0	32 × 4,4
per PN 16	mm	200 × 14,9	90 × 12,5	—

(1) In casi particolari e compatibilmente con le esigenze del trasporto può essere fornito in rotoli anche il diametro 125 mm.

(2) I tubi di PE a.d. in barre attualmente fabbricati possono avere diametri molto superiori a quello indicato.

Fino al diametro di 110 mm le giunzioni, che hanno un elevato costo proprio, incidono poco sul costo a m rendendo così il tubo in rotoli di economica applicazione. Per diametri maggiori si impiega la saldatura di testa per la quale rimandiamo al Capitolo 4, facendo presente che la lunghezza massima di fornitura delle barre è di 12 m per esigenze di trasporto.

## Capitolo 4: GIUNZIONI E PEZZI SPECIALI

In questo capitolo sono state prese in considerazione le giunzioni che consentono il collegamento diretto dei tubi di PVC, PE a.d. e PE b.d.

### 4.1. Sistemi di giunzioni e loro esecuzione

I sistemi di giunzione dei manufatti fabbricati con le materie plastiche previste in questo fascicolo sono quelli di seguito esaminati.

#### 4.1.1. Giunzione per incollaggio (saldatura chimica)

##### 4.1.1.1. Caratteristiche

- sistema valido solo per il PVC;
- pressioni di esercizio consigliabili: fino a 16 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento:  
da 16 a 280 mm con tubi a bicchiere e con manicotti,  
oltre 280 mm solo con tubi a bicchiere;
- possibilità di collegamento con raccorderia ed accessori di PVC: molto ampia (ved. Prospetto A);
- nessuna possibilità di collegamento diretto per incollaggio con tubi ed accessori di altri materiali.

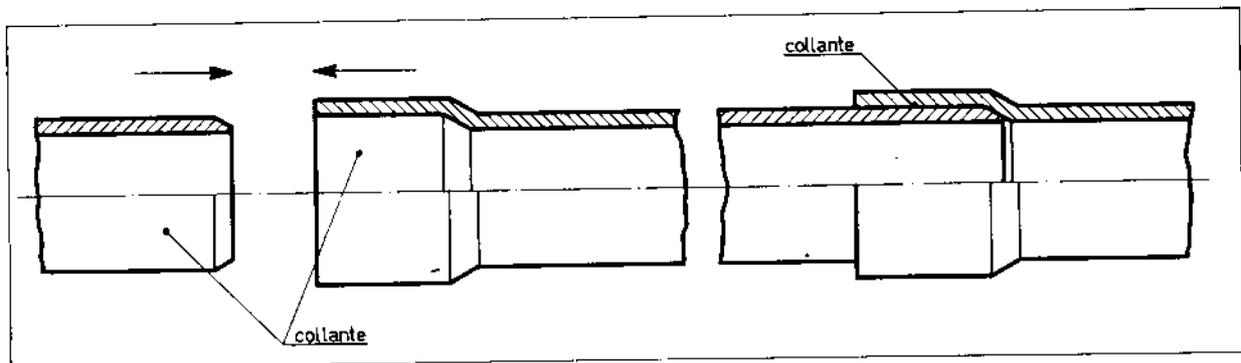


Fig. 1 - Giunto semplice del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio per tubi di PVC

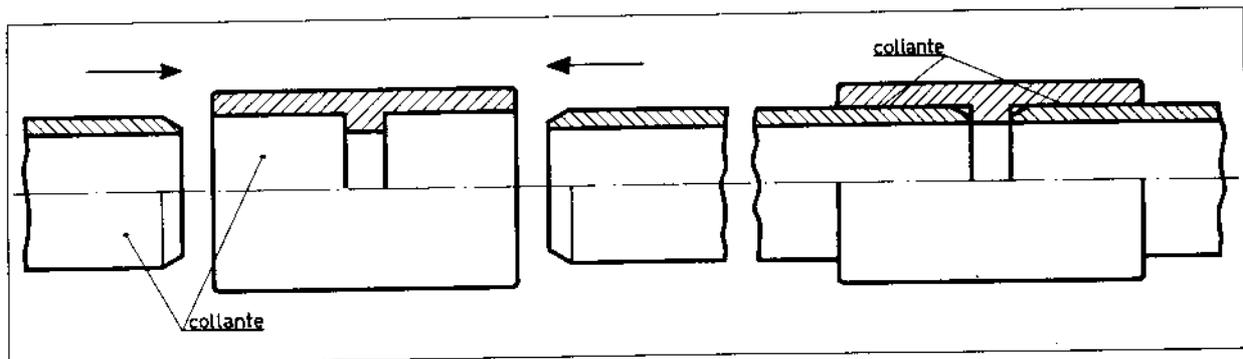


Fig. 2 - Giunto a manicotto del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio per tubi di PVC

##### 4.1.1.2. Prescrizioni per l'esecuzione

- a) Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI citate;
- b) tagliare ad angolo retto la porzione di tubo da collegare e smussarne la estremità per facilitare l'inserimento nel bicchiere;
- c) pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati. Molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione;
- d) introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;
- e) assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;

- f) spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie interna del bicchiere e sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;
- g) introdurre *immediatamente* il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato per almeno ½ ora. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni dei fabbricanti relativamente al tempo di consolidamento del collante.

#### 4.1.2. Giunzione a vite e manicotto (flettatura gas)

E' applicabile solo in casi particolari di collegamento con apparecchiature di altro materiale aventi estremità filettata gas. Poichè i tubi della serie filettabile gas non sono previsti dalla norma UNI 7441-75 se ne riportano nel prospetto XVII le caratteristiche dimensionali.

##### 4.1.2.1. Caratteristiche

- sistema valido solo per il PVC;
- pressioni di esercizio consigliabili: fino a 10 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento: fino a 4" gas;
- possibilità di collegamento immediato con qualunque manufatto ed accessorio di qualsiasi materiale purchè filettato gas;
- ampia gamma di accessori e raccordi (ved. Prospetto A);
- possibilità di esercizio immediato.

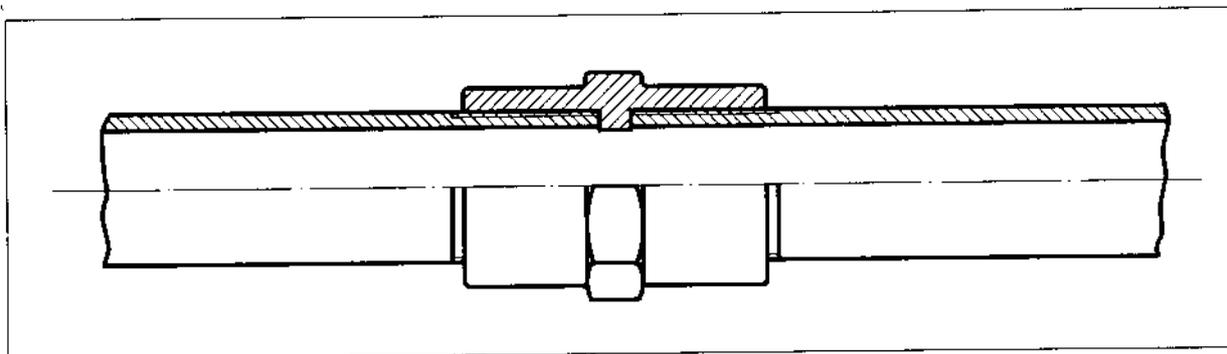


Fig. 3 - Giunto a vite e manicotto per tubi di PVC

##### 4.1.2.2. Prescrizioni per l'esecuzione

E' opportuno precisare che la tenuta stagna deve essere effettuata solo con nastro di Politetrafluoroetilene (PTFE). Altri sistemi propri della raccorderia di metallo (canapa, stoppa, vernice...) sono da escludere in quanto rendono più elevato lo sforzo necessario all'avvitatura e possono provocare la rottura del raccordo.

Il nastro in PTFE offre ottime garanzie di tenuta e, date le proprietà autolubrificanti, consente di avvitare con scorrevolezza senza eccessivo sforzo.

- a) Avvolgere col nastro di cui sopra la filettatura del tubo (o raccordo maschio) disponendo il nastro a strati successivi parallelamente al tubo, in modo da formare un velo di spessore costante.  
Il nastro deve essere disposto nel senso dell'avvitatura e teso avendo cura che sia sempre piano;
- b) quando lo spessore del velo è ritenuto sufficiente, esercitare una maggiore tensione del nastro fino a provocarne la rottura;
- c) avvitare il tubo a fondo nel bicchiere avendo cura di non esercitare sforzi eccessivi che potrebbero determinare la rottura del tubo e del raccordo;
- d) in caso di accoppiamento con raccordi metallici, verificare che questi non abbiano sbavature che potrebbero deteriorare la corrispondente filettatura di materia plastica.

#### 4.1.3. Giunzioni con guarnizione elastomerica

##### 4.1.3.1. Caratteristiche

- sistema valido solo per il PVC;

- pressioni di esercizio consigliabili fino a:
  - diametro 200 mm  $\text{kgf/cm}^2$  6
  - diametro 160 mm  $\text{kgf/cm}^2$  10;
- possibilità di collegamento con accessori molto ampia, interponendo spezzoni di tubi metallici (bout) con estremità liscia dello stesso diametro del tubo di PVC da congiungere;
- possibilità di esercizio immediato.

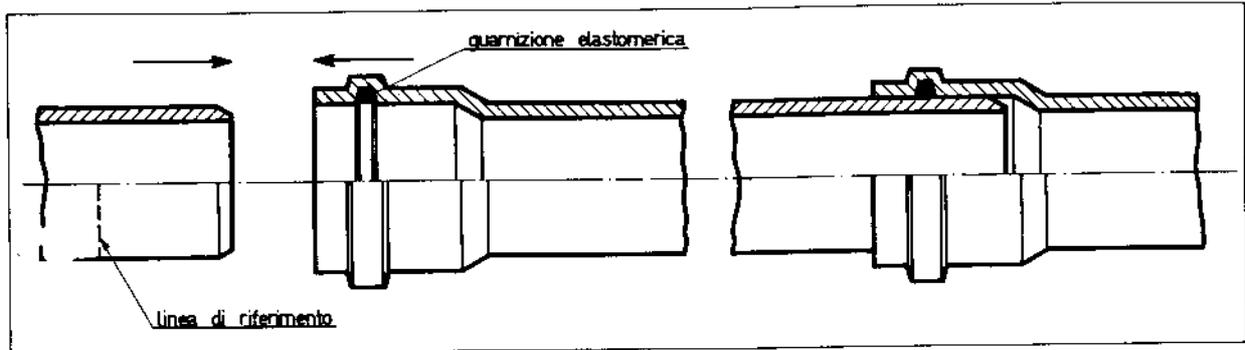


Fig. 4 - Giunto semplice del tipo scorrepolo con guarnizione elastomerica per tubi di PVC

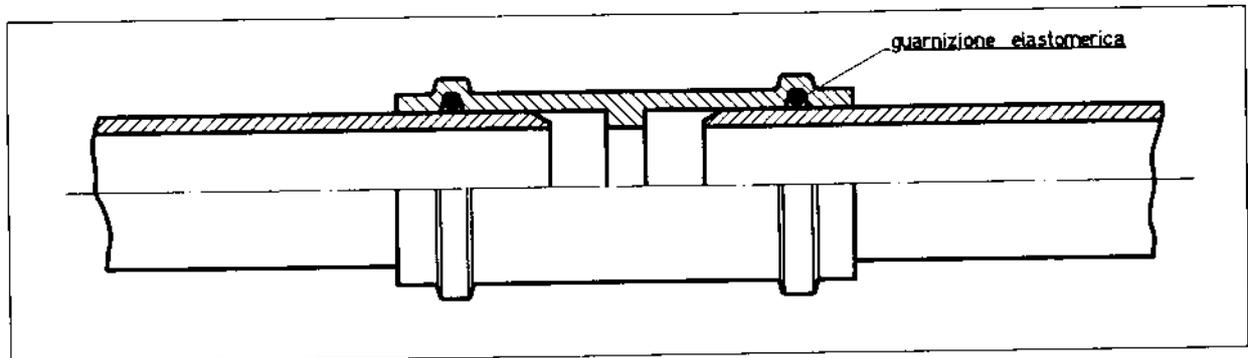


Fig. 5 - Giunto a manicotto del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica per tubi di PVC

#### 4.1.3.2. Prescrizioni per l'esecuzione

- a) Tagliare (se necessario) ad angolo retto la porzione di tubo da collegare e smussare l'estremità;
- b) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, tagliare provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- c) segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
  - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta,
  - si ritira il tubo di 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm,
  - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- d) inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- e) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc.);
- f) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede;
- g) contrastare i possibili movimenti assiali della condotta in maniera da impedire lo sfilamento dei tubi quando vi sarà immessa la pressione o per variazioni di temperatura.

#### 4.1.4. Giunzione con ancoraggio del tubo mediante anello o ghiera di graffaggio

##### 4.1.4.1. Caratteristiche

- sistema valido particolarmente per PE a.d. e PE b.d. in rotoli;

- pressioni di esercizio consigliabili fino a: 10-16 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento: da 10 a 110 mm;
- possibilità di collegamento con tubi ed accessori come da Prospetto B;
- possibilità di esercizio immediato.

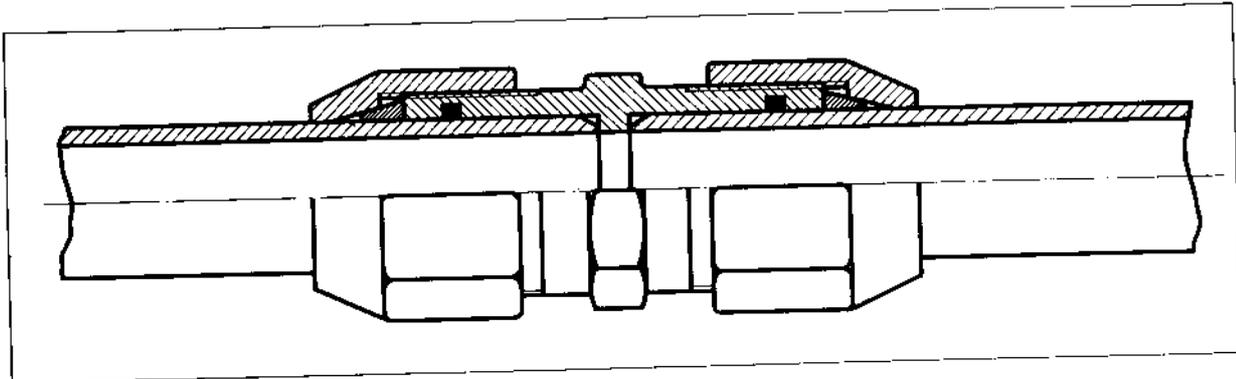


Fig. 6 - Giunto con ancoraggio del tubo di PE mediante anello o ghiera di graffaggio

#### 4.1.4.2. Prescrizioni per l'esecuzione

- a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misura medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;
- b) separare le parti del raccordo e montarle sul tubo: prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio. Fare attenzione che l'anello di serraggio conico sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- c) inflare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi è bene lubrificare con acqua saponata o vaselina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per fare scivolare meglio l'anello di serraggio, dilatarlo con un cacciavite;
- e) avvitare strettamente la ghiera al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

#### 4.1.5. Giunzione con ancoraggio a tenuta mediante compressione del tubo

##### 4.1.5.1. Caratteristiche

- sistema valido solo per PE a.d. e PE b.d. (particolarmente per i diametri forniti in rotoli);
- pressioni di esercizio consigliabili fino a 10-16 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento fino a 225 mm;
- possibilità di collegamento con tubi ed accessori come da Prospetto B;
- possibilità di esercizio immediato.

N.B.: La figura rappresenta un semigiunto per collegare il tubo di PE con un accessorio o raccordo filettato.

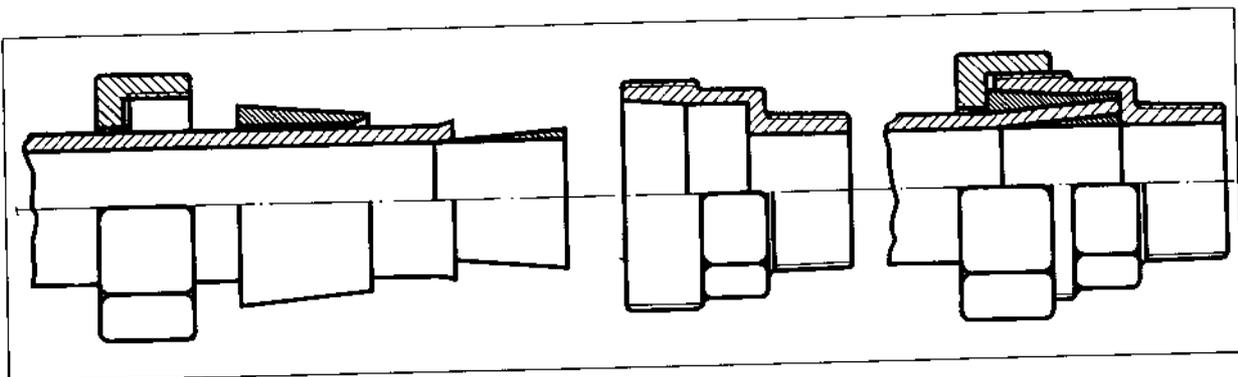


Fig. 7 - Giunto con ancoraggio a tenuta mediante compressione del tubo di PE

#### 4.1.5.2. *Prescrizioni per l'esecuzione*

- a) Tagliare il tubo alla lunghezza richiesta, smussare all'interno il bordo del tubo;
- b) introdurre nelle due estremità dei tubi da congiungere la ghiera ed il cono (in alcuni tipi la ghiera e il cono formano corpo unico);
- c) scegliere il cono delle dimensioni adatte alle dimensioni del tubo che si vuol congiungere e introdurlo a forza dentro il tubo fino a che non sia penetrato per la totalità;
- d) avvitare la ghiera sul corpo e stringere fortemente con chiave.

#### 4.1.6. *Giunto a serraggio meccanico «tipo Gibault»*

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi. Per una valutazione approssimata delle variazioni lineari dovute ad effetto termico vedasi il nomogramma.

##### 4.1.6.1. *Caratteristiche*

- sistema valido solo per il PVC;
- pressione d'esercizio consigliabile fino a 10 kgf/cm<sup>2</sup>;
- copre tutta la gamma dei diametri previsti per il PVC;
- possibilità di collegamento con accessori molto ampia interponendo spezzoni di tubo di qualsiasi materiale metallico (bout) con estremità liscia dello stesso diametro del tubo di PVC da congiungere;
- possibilità di esercizio immediato.

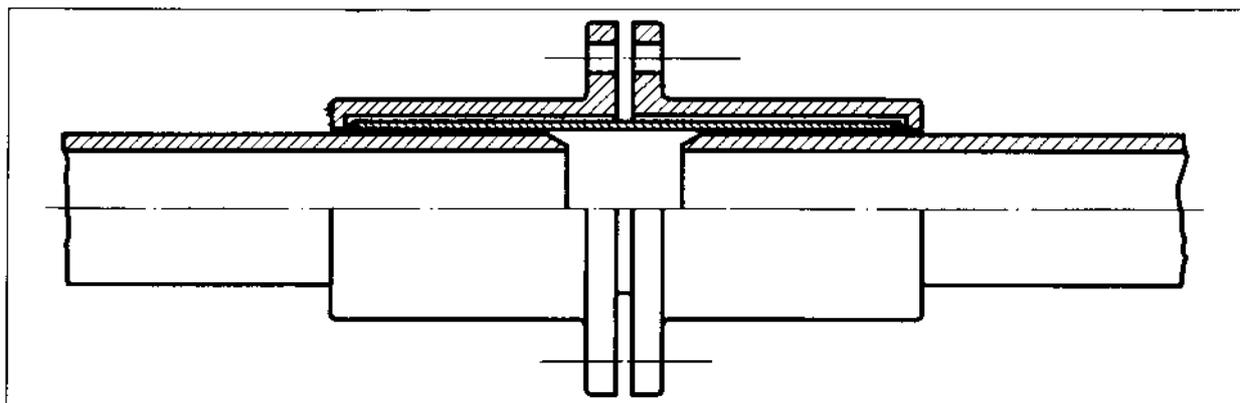


Fig. 8 - Giunto a serraggio «tipo Gibault» per tubi di PVC

##### 4.1.6.2. *Prescrizioni per l'esecuzione*

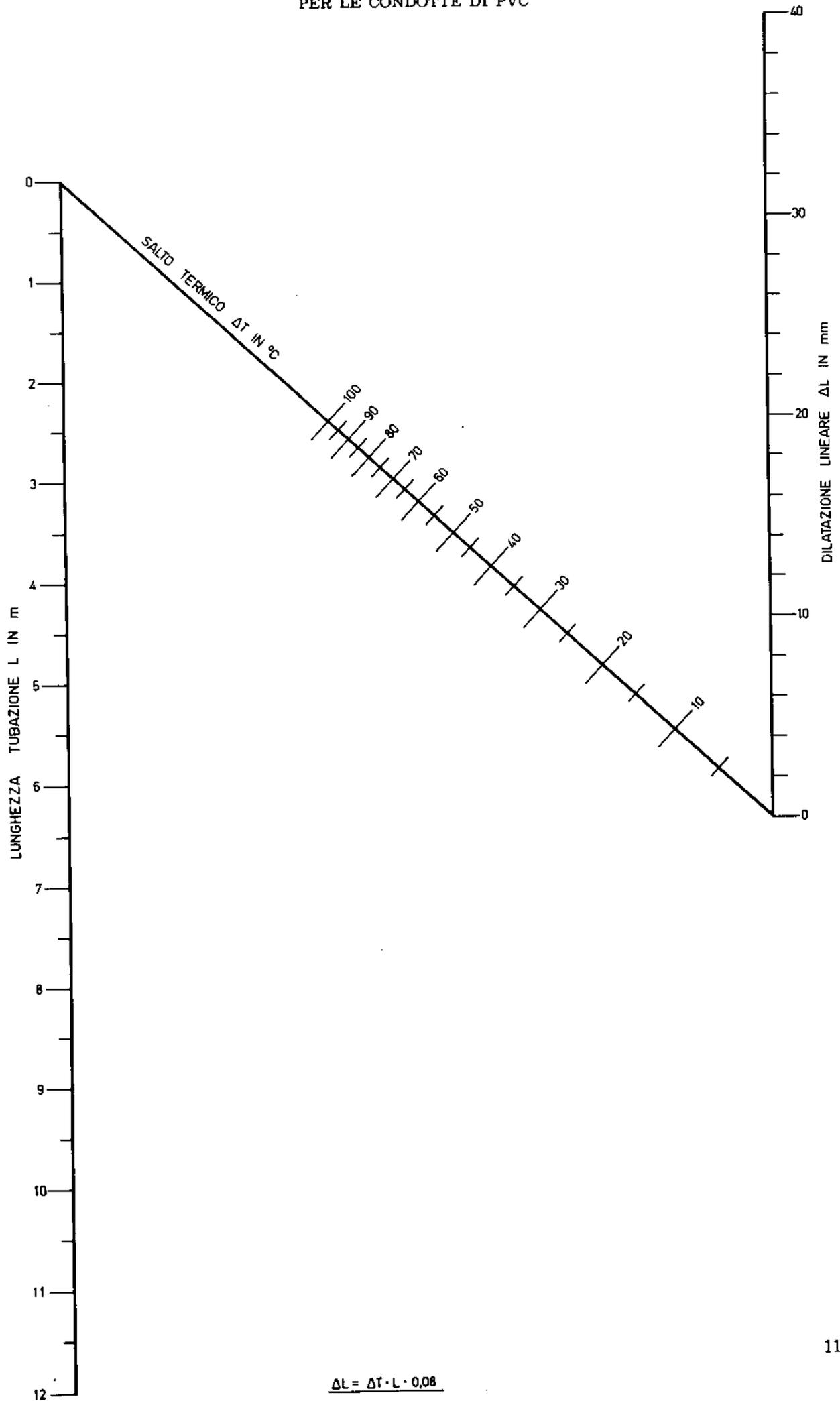
- a) Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità nel giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce;
- b) contrastare i possibili movimenti assiali della condotta così da impedire lo sfilamento dei tubi quando la condotta sarà messa in pressione o per variazioni di temperatura.

#### 4.1.7. *Giunto a serraggio meccanico con collare di appoggio e flangia libera*

##### 4.1.7.1. *Caratteristiche*

- sistema valido per tutti e tre i materiali considerati;
- pressione di esercizio consigliabile fino a 16 kgf/cm<sup>2</sup>;
- possibilità di collegamento con apparecchiature ed accessori flangiati purchè le flange da accoppiare abbiano la stessa dima di foratura.

NOMOGRAMMA PER LA DETERMINAZIONE DELLE DILATAZIONI TERMICHE LINEARI  
PER LE CONDOTTE DI PVC



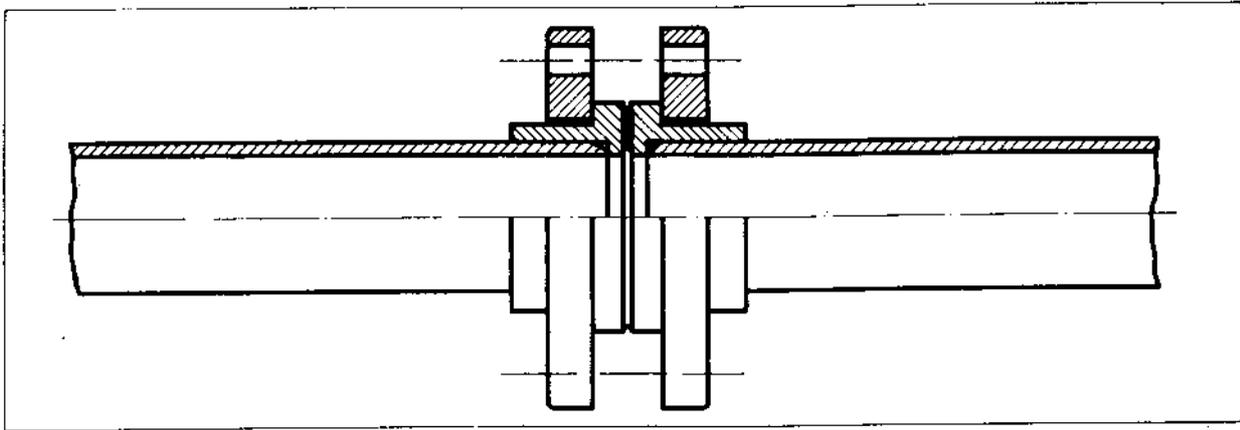


Fig. 9 - Giunto a flangia libera per tubi di PVC

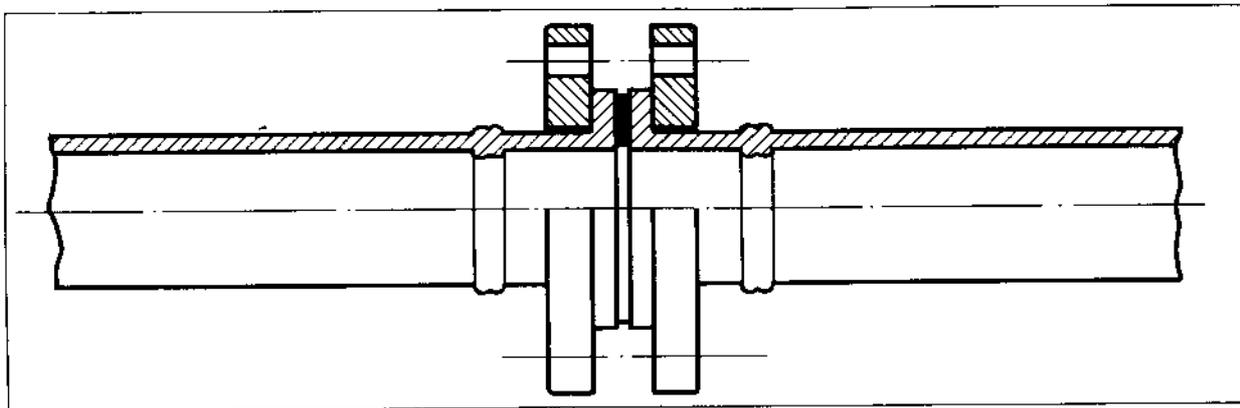


Fig. 10 - Giunto a flangia libera per tubi di PE

#### 4.1.7.2. Prescrizioni per l'esecuzione

- a) Infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo. Se si tratta di tubo e collare di PVC procedere come descritto al punto 4.1.1.2., se si tratta di tubo e collare di PE procedere come descritto ai punti 4.1.9. e seguenti;
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

#### 4.1.8. Giunzione con portagomma

##### 4.1.8.1. Caratteristiche

- sistema consigliabile solo per PE b.d.;
- pressioni di esercizio consigliabili: fino a 4 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento consigliabili: fino a 25 mm;
- possibilità di collegamento con tutti i raccordi di cui al Prospetto A;
- possibilità di esercizio immediato.

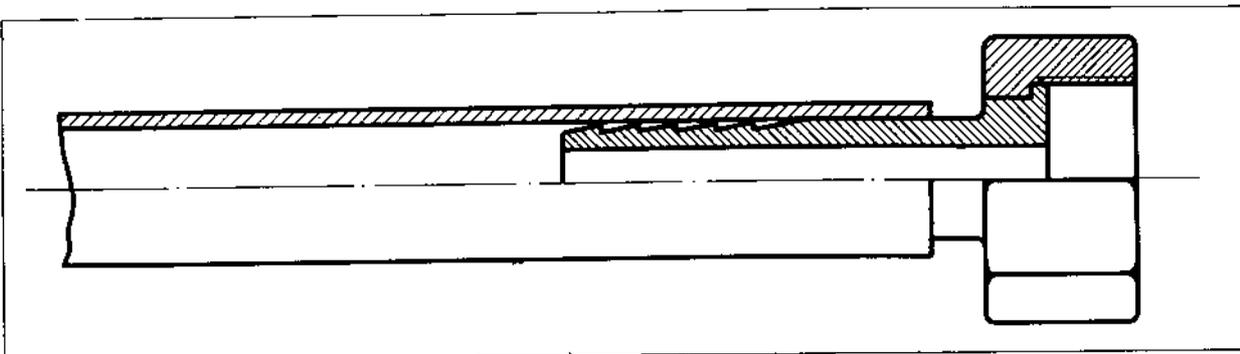


Fig. 11 - Giunzione con portagomma per tubi di PE

#### 4.1.8.2. Prescrizioni per l'esecuzione

Per effettuare il collegamento è sufficiente calettare a forza il tubo sul portagomma fino a coprirne interamente gli spigoli di tenuta.

L'apposizione di una fascetta stringitubo in corrispondenza della zona di accoppiamento fra tubo e portagomma renderà più sicura la tenuta allo sfilamento.

#### 4.1.9. Giunzione per saldatura

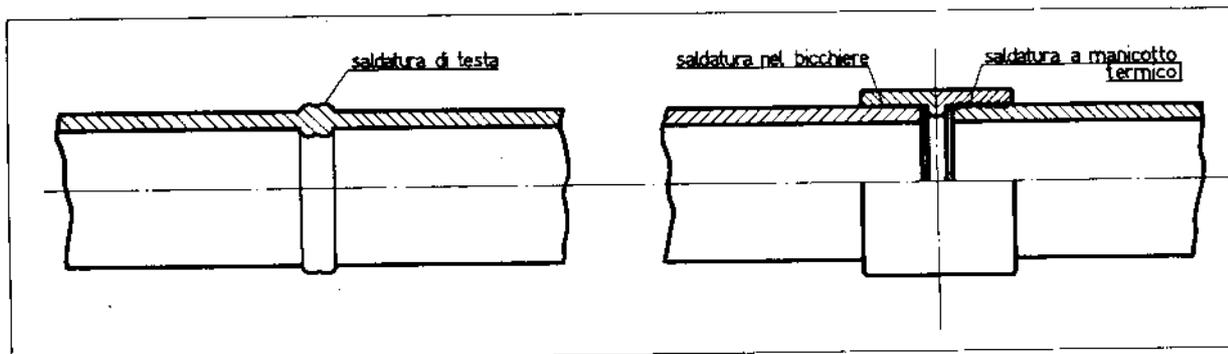


Fig. 12 - Giunzione per saldatura

##### 4.1.9.1. Saldatura di testa

###### 4.1.9.1.1. Caratteristiche

- sistema valido per il PE a.d. ed utilizzabile anche per il PE b.d.;
- pressioni di esercizio consigliabili: fino a 16 kgf/cm<sup>2</sup>, purchè la saldatura sia effettuata da personale addestrato e con le raccomandazioni riportate più avanti in modo da ottenere un fattore di saldatura S il più possibile prossimo all'unità.

Il fattore di saldatura si calcola con la formula:

$$S = \frac{\text{resistenza alla trazione del cordone di saldatura}}{\text{resistenza alla trazione del materiale di base}}$$

- diametri di accoppiamento: tutti. Questo sistema è però valido praticamente per i diametri disponibili solo in barre e per i tubi in rotoli con il vincolo delle tolleranze dimensionali prescritte dalla norma UNI 7611;
- possibilità di collocamento con flange e altri raccordi di PE dello stesso spessore;
- nessuna possibilità di saldatura con altri materiali plastici.

###### 4.1.9.1.2. Apparecchiature occorrenti

**I termoelementi:** sono piastre di acciaio inox o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di politetrafluoroetilene e fibra di vetro, riscaldati con resistenze elettriche od anche con fiamma a gas od in camera calda, purchè le temperature possano essere sempre rigorosamente controllate.

Il controllo può effettuarsi con termometri o gessi o matite termocromiche.

Per una perfetta saldatura il PE a.d. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento  $200 \pm 10$  °C
- tempo di riscaldamento in relazione allo spessore in ogni caso non inferiore a 30 sec.
- pressione durante il riscaldamento riferita alla superficie da saldare 0,75 kgf/cm<sup>2</sup>
- pressione di saldatura riferita alla superficie da saldare 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>

###### 4.1.9.1.3. Prescrizioni per l'esecuzione

- Verificare che i manufatti da saldare abbiano diametri e spessori corrispondenti;
- preparazione delle testate. Le testate dei tubi devono essere preparate controllando la planarità della superficie di taglio. Se questa planarità non esiste, o se occorre tagliare uno spezzone di tubo, occorre adoperare frese che possono essere manuali per i pic-

coli diametri e nastro o circolari per i diametri e gli spessori maggiori; queste ultime devono avere velocità moderate per evitare il riscaldamento del materiale;

- c) le testate devono quindi essere sgrassate con trielina od altri solventi clorurati.

I due pezzi da saldare vengono quindi allineati e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento. Tale sistema deve poter dare una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito tra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passa allora allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento. Successivamente viene estratto il termoelemento e le due estremità vengono spinte una contro l'altra alla pressione indicata nel punto 4.1.9.1.2. finché il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura eseguita non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

#### 4.1.9.2. Saldatura nel bicchiere e a manicotto termico

##### 4.1.9.2.1. Caratteristiche

- sistema valido per il PE a.d. e PE b.d.;
- pressioni di esercizio consigliabili: fino a 10 kgf/cm<sup>2</sup>;
- diametri di accoppiamento: sono limitati dall'attrezzatura disponibile in commercio; fino a 110 mm per la saldatura nel bicchiere, fino a 160 mm per la saldatura a manicotto termico;
- nessuna possibilità di collegamento con elementi di altro materiale, nè con elementi di PE a.d. che non siano appositamente predisposti.

##### 4.1.9.2.2. Prescrizioni per l'esecuzione

###### a) Saldatura nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettua solo per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (ved. norma UNI 7612).

Le superfici maschio e femmina da saldare, dopo accurata pulizia, vengono contemporaneamente portate a fusione mediante apposito attrezzo riscaldante.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione manuale esercitando contemporaneamente una leggera rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale.

La temperatura di fusione non deve superare:  $210 \pm 10$  °C.

###### b) Saldatura a manicotto termico

La saldatura a manicotto termico si esegue riscaldando elettricamente il manicotto che contiene incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene.

Tale saldatura è consigliabile quando si devono saldare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (per esempio le riparazioni) e per la posa di condotte quando non si abbia sufficiente preparazione tecnica per gli altri sistemi.

## 4.2 Pezzi speciali

### 4.2.1. Pezzi speciali di PVC stampati ad iniezione (ved. Prospetto A)

Sono disponibili in tutta la gamma ed in tutti i tipi della comune raccorderia metallica; inoltre, mentre questa dispone normalmente della sola giunzione filettata, la raccorderia di PVC può essere fornita nelle tre versioni, liscia per incollaggio, filettata e di passaggio (un'estremità liscia, l'altra filettata). Essi sono in genere impiegati a corredo di tubi di PVC (tutte e tre le versioni), ma possono anche servire per congiungere tubi di PVC con raccordi per tubi di PE e con raccordi o tubi di altro materiale (versioni filettata e mista).

Nel Prospetto A si è sintetizzata l'attuale disponibilità in commercio di questi pezzi speciali.

Per le pressioni di esercizio consigliabili si suggerisce di attenersi a quelle indicate dal fabbricante.

Nel prospetto si sono inserite anche le prese a staffa che sono applicabili solo a tubi di PVC o PE a.d. serie decimale; in corrispondenza di ogni diametro principale abbiamo indicato la loro derivazione massima che è sempre filettata.

4.2.2. *Pezzi speciali per tubi di polietilene con giunzione ad ancoraggio (ved. Prospetto B).*

Si tratta di pezzi speciali fabbricati con materie plastiche e/o con materiali metallici; essi consentono di congiungere tubi di PE sia fra loro sia con tubi di altro materiale ed in tal caso mediante giunzione con filettatura passo gas o con flangia.

Nel Prospetto B ne sono indicati schematicamente tipi e dimensioni nella gamma attualmente disponibile in commercio; il loro assortimento è più modesto di quello dei pezzi speciali di PVC ma essi possono venire integrati da questi ultimi e da quelli correntemente in commercio in acciaio o ghisa. Per i vari tipi di raccordi si è indicato il materiale con cui essi si trovano disponibili.

Le pressioni di esercizio sono:

- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| — per diametri fino a 75 mm : | 16 kgf/cm <sup>2</sup> |
| — per diametri superiori :    | 10 kgf/cm <sup>2</sup> |

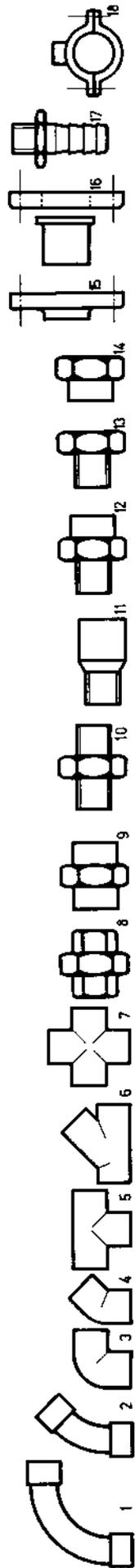
4.2.3. *Pezzi speciali per tubi di polietilene con giunzione per saldatura*

Sono tutti quelli previsti dalla norma UNI 7612, alla quale rimandiamo per tutte le questioni dimensionali nonché per le relative prescrizioni.

**PROSPETTO A**  
Raccordi di PVC rigido per condotte in pressione

N° ord.	Denominazione	Ø e	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
		DN	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"									
1	Curve a 90°		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	Curve a 45°		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP
3	Gomiti a 90°		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
4	Gomiti a 45°		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP
5	T a 90°		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
6	T a 45°		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7	Croci		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP
8	Bocchettoni		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP
9	Manicotti		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP
10	Nipples		PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF
11	Raccordi M/F		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
12	Riduzioni Ø max		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
13	Tappi		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
14	Calotte		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
15	Flange fisse		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
16	Flange libere con collari		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
17	Portagomma		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
18	Prese a staffa Ø max. deriv.		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF

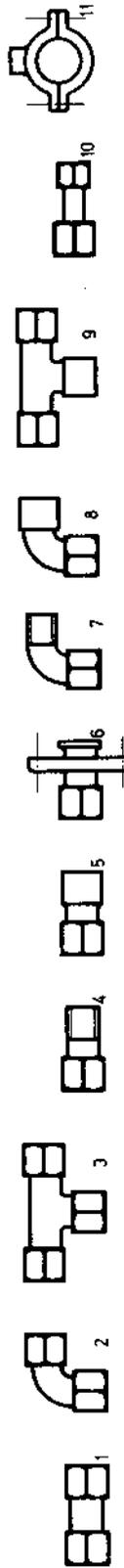
D = Decimale per incollaggio. F = Filettato gas. P = Di passaggio (una parte decimale da incollaggio e l'altra filettata).



**PROSPETTO B**  
Raccordi di PE a.d. per condotte in pressione

N° ord.	Denominazione	Øe																200	225
		16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180				
		DN																	8"
1	Manicotto	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
2	Gomito a 90°	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
3	T a 90°	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
4	Semigiunto maschio	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
5	Semigiunto femmina	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
6	Semigiunto flangiato	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
7	Gomito a 90° filettato maschio	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
8	Gomito a 90° filettato femmina	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M
9	T a 90° derivaz. filettata femmina	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M
10	Manicotti ridotti	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M
11	Prese a staffa (Ømax. derivaz.)	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1"	1"	1"	1"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2"	2"	2"	2"	M	M

P = Materia plastica  
M = Metallici



## Capitolo 5: POSA IN OPERA DI TUBAZIONI INTERRATE

Le modalità generali per la posa in opera delle tubazioni di materia plastica interrate negli impianti irrigui non differiscono da quelle raccomandate per analoghe tubazioni negli acquedotti e nelle fognature (pubblicazioni n° 4 e n° 3 dell'Istituto Italiano dei Plastici).

Ricordiamo per sommi capi alcune avvertenze che riteniamo particolarmente importanti:

### — Dimensioni della trincea

La larghezza dello scavo deve essere tale da consentire le normali operazioni di posa da parte del personale; in genere essa sarà maggiore del diametro del tubo di almeno 40 cm.

La profondità, per i diametri fino a 250 mm, normalmente usati, non dovrà essere inferiore ad 1 m. Per profondità inferiori dovrà essere studiata l'opportunità di manufatti di protezione da sovrapporre al tubo per la ripartizione dei carichi verticali.

### — Scavo della trincea

Dovrà essere eseguito con mezzi idonei ed in modo da:

impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti;

— accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e dei manufatti e da evitare il pericolo di caduta del materiale stesso sui manufatti già posati.

### — Letto di posa e rinfianco

Sul fondo dello scavo, livellato e liberato da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali che impediscano il livellamento, si sovrappone il letto di posa, costituito da materiali incoerenti quali sabbia o terra vagliata per uno spessore di almeno 10 cm.

Il tubo verrà poi rinfiancato per almeno 20 cm per lato, fino al piano diametrale, con materiali incoerenti, preferibilmente sabbia, pestonati con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo; quindi il tubo verrà ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 15 cm misurato sulla generatrice superiore.

### — Ricoprimento

Ultimate le operazioni precedentemente scritte si effettua il riempimento con materiale di risulta dello scavo, spurgato del materiale grossolano superiore a 10 cm, per strati successivi di 30 cm di altezza che debbono essere costipati (e bagnati, se necessario) fino a 1 m di copertura.

Nel corso della posa in opera si raccomanda di chiudere con tamponi di legno o con altri mezzi idonei i tronchi di tubazione già posati e che dovessero rimanere per qualche tempo aperti e non sorvegliati, onde impedirne l'intasamento.

Ovviamente le raccomandazioni sopra elencate non hanno valore, nel caso di posa in opera di tubazioni a mezzo dell'aratro-talpa.

## Capitolo 6: ESEMPI DI APPLICAZIONI DI TUBI DI MATERIA PLASTICA E RELATIVI RACCORDI IN ALCUNI IMPIANTI DI IRRIGAZIONE

In questo capitolo vengono descritti alcuni schemi di impianti irrigui, peraltro suscettibili di varianti che risultano dalla combinazione dei diversi sistemi.

Nelle brevi relazioni che accompagnano ogni schema:

— il tipo di tubo viene indicato con la sigla del materiale con cui esso è fabbricato (PVC, PE a.d., PE b.d.);

— le giunzioni sono indicate con riferimento al paragrafo del capitolo 4 nel quale ciascuna di esse è descritta.

Ad esempio la sigla 4.1.4. indica la *giunzione con ancoraggio del tubo mediante anello o ghiera di graffaggio*.

— i pezzi speciali o raccordi sono indicati con una lettera ed un numero che rappresentano rispettivamente il prospetto (A o B) nel quale essi sono descritti ed il rispettivo numero di ordine.

Il pezzo speciale A.3 serie D è un Gomito a 90°, serie decimale per incollaggio (Prospetto A, N° ord. 3).

In ciascuno schema abbiamo poi riportato in un circoletto i numeri di riferimento agli argomenti trattati in dettaglio nelle rispettive relazioni.

### 6.1. Schema di impianto irriguo di tipo semifisso (tubazioni interrate ed ali piovane mobili)

L'adduzione delle acque agli appezzamenti da irrigare è prevista con condutture interrate.

Su queste vengono previste delle derivazioni con idranti che servono per collegare le tubazioni mobili con giunti rapidi (ali mobili) sulle quali, a sua volta, sono applicati gli irrigatori. Su questo tipo di impianti vengono generalmente previsti irrigatori di media o alta portata e lunga gittata al fine di ottenere un minore quantitativo di condotte mobili da spostare e quindi un risparmio di mano d'opera.

L'impiego di irrigatori ad elevata portata richiede l'impiego di tubi che, relativamente all'ampiezza della superficie da irrigare, sono di diametri mediamente elevati.

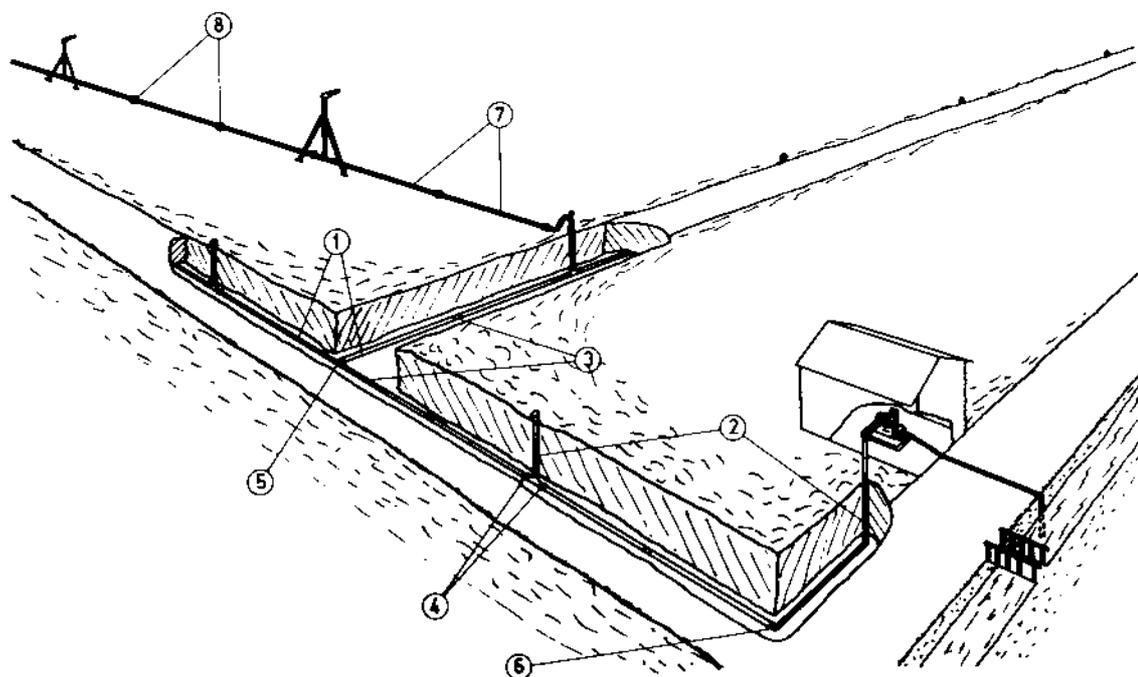
- 1) Per le ragioni sopra esposte, prevalendo diametri di tubo mediamente elevati, la convenienza si sposta verso il tubo di PVC serie decimale, senza escludere l'impiego di tubi di PE per impianti di minore estensione (in questo caso, vedere successivi schemi di impianto).
- 2) Tutte le parti esterne dell'impianto: mandata ed aspirazione del gruppo pompaggio, colonette di derivazione idranti, ecc., è consigliabile siano previste in tubi di acciaio perchè possono essere soggetti ad urti.
- 3) Le giunzioni fra tubo e tubo di PVC serie decimale consigliabili sono la 4.1.1., la 4.1.3. e la 4.1.6.
- 4) Le giunzioni consigliate fra il tubo in PVC e il tubo od accessori di acciaio sono la 4.1.3. e la 4.1.6.; per questa applicazione è da escludersi la giunzione per filettatura. Eventualmente si può adottare il raccordo A.16 se il tubo o gli accessori sono flangiati.
- 5) Per le derivazioni di uguale diametro o di diametri molto prossimi al tubo principale, si consiglia l'impiego del raccordo per incollaggio A.5 o A.6 serie D.
- 6) Analogamente verranno impiegati ove necessari tutti gli accessori previsti nel Prospetto A serie D.
- 7) Condotte mobili: queste possono essere di PVC serie decimale oppure di PE a.d.
- 8) Le giunzioni adottate per le condotte mobili generalmente sono quelle sferiche in acciaio zincato correntemente in commercio. Altre giunzioni più razionali sono in corso di approntamento da parte di alcune case costruttrici di tubi di PVC e PE.

Lo stesso sistema consente anche di realizzare impianti d'irrigazione ove le tubazioni mobili non vengono mai spostate durante la stagione irrigatoria perchè la loro dotazione è tale da coprire tutta la superficie irrigata.

Il loro spostamento viene effettuato solo alla fine della stagione per lasciare libero il terreno per le operazioni colturali.

Per questo tipo d'impianto valgono le stesse considerazioni fatte per l'impianto sopra descritto.

Da questo tipo d'impianto deriva anche quello che prevede solo tubazioni fisse tutte interrate con idranti sui quali vengono applicati irrigatori di elevata portata e lunga gittata. Questo tipo di impianto, se differisce sostanzialmente nella progettazione da quello preso in esame, dal punto di vista dell'applicazione delle tubazioni interrate, presenta invece gli stessi problemi. Pertanto si è ritenuto opportuno includerlo in questo tipo d'impianto.

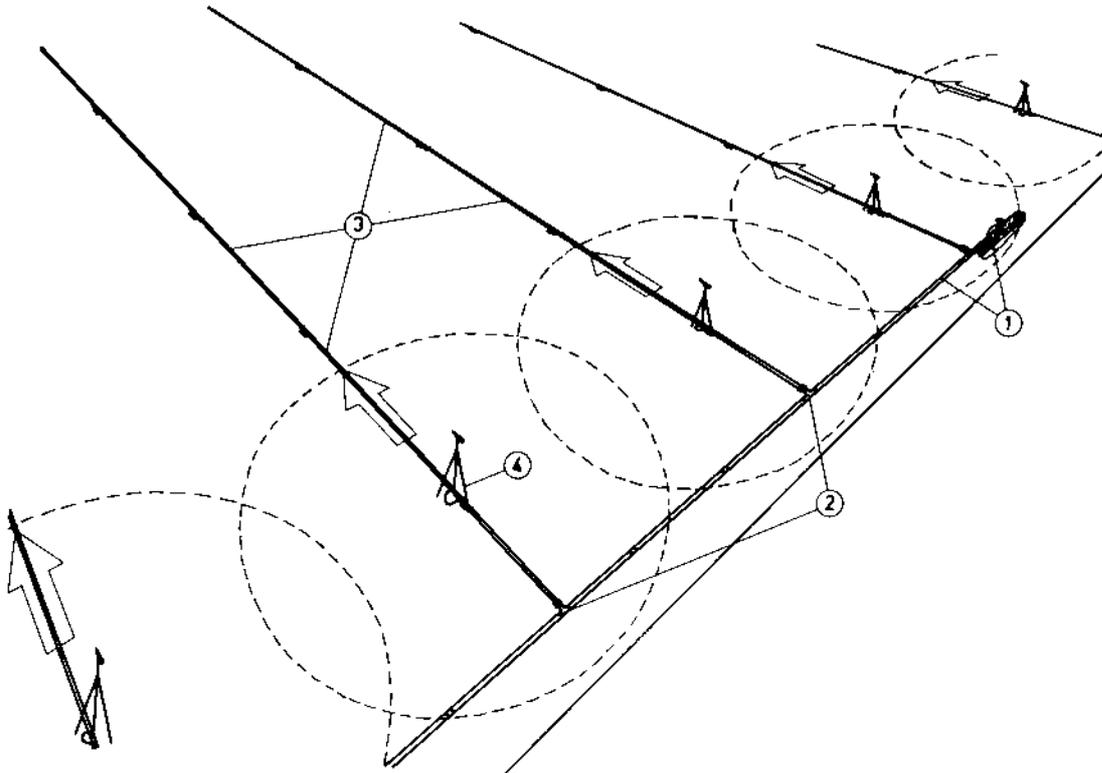


### 6.2. Schema di impianto irriguo semifisso a copertura totale stagionale con ali mobili di tubi di PE in rotoli

Questo tipo di impianto è analogo a quello a copertura totale citato all'esempio 6.1. con la differenza che invece di coprire tutta la superficie con le ali mobili con giunti rapidi, queste vengono utilizzate solo alla testata dell'appezzamento e da qui partono derivazioni con tubo di PE in rotoli che alimentano uno o due irrigatori a bassa intensità di pioggia.

Il sistema realizza gli stessi scopi di quello con le ali mobili ma consente una considerevole economia sul costo d'impianto per realizzare una irrigazione a bassa intensità di pioggia ed una maggiore rapidità e minore impiego di mano d'opera per l'approntamento e per il ritiro dell'impianto all'inizio ed alla fine della stagione, perchè queste operazioni vengono realizzate mediante un nastro speciale che applicato al trattore permette di approntare o ritirare fino a 20-30 Ha al giorno.

- 1) Per la realizzazione delle condotte di alimentazione e di quelle mobili di distribuzione valgono le indicazioni fatte per lo schema previsto al punto 6.1.
- 2) Il collegamento delle ali mobili con tubo di PE a.d. in rotoli viene effettuato con una presa a staffa A.18 con semigiunto filettato B.4 se il tubo della condotta di distribuzione è di PVC o di PE a.d.; se invece questa è d'acciaio zincato, si effettua con un raccordo sferico rapido nel quale viene applicato un semigiunto B.4.
- 3) Alle ali mobili in tubo di PE vengono applicate alla distanza desiderata delle derivazioni a T del tipo B.9 con giunti rapidi e derivazioni filettate sulle quali a sua volta, a mezzo dei raccordi A.10 ed A.3, sono applicati degli idrantini a valvola.
- 4) Su questi vengono innestati i cavalletti porta irrigatori.



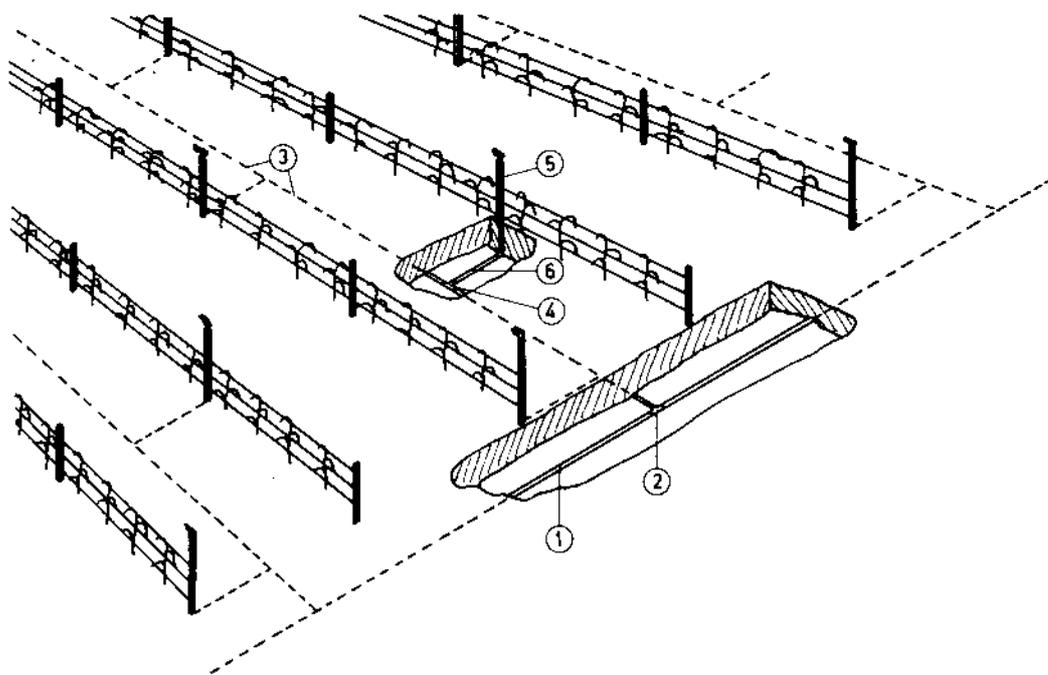
### 6.3. Schema di impianto irriguo completamente stazionario per colture specializzate

Per questo tipo d'impianto è prevista una rete di condotta totalmente interrata. Nell'esempio, che prevede una coltura arborea, gli irrigatori sono posti lungo i filari, con l'alimentazione degli stessi al centro del campo al fine di non danneggiare l'apparato radicale delle piante nella loro posa in opera.

- 1) Per le condotte di alimentazione valgono le stesse considerazioni del caso precedente se la convenienza si orienta verso l'impiego del tubo di PVC serie decimale.  
Se invece vengono impiegati tubi di PE alta o bassa densità, valgono le considerazioni che verremo a fare per le condotte di distribuzione agli irrigatori.
- 2) Il collegamento della condotta di distribuzione di PE alla condotta principale di alimentazione può essere così realizzato:  
— se la prima è di diametro sensibilmente inferiore alla seconda, mediante una presa a staffa A.18 e giunto B.4;

— se i due diametri differiscono di poco, si adotterà, se la condotta di alimentazione è di PVC, un TA.5 serie D con raccordo di passaggio A.11, riduzione A.12 serie F e giunto B.4; se è di PE, un TB.9 con riduzione A.12 serie F e giunti B.4.

- 3) La condotta di distribuzione, nella quasi generalità dei casi, è di PE a.d. o PE b.d. e sempre di diametri inferiori a quello della condotta di alimentazione.
- 4) Gli accessori della condotta di distribuzione possono essere diversi; ne segnaliamo alcuni che vengono prevalentemente impiegati. Le derivazioni alimentano generalmente un solo irrigatore, pertanto vengono impiegate prese a staffa A.18 e giunto B.4, oppure, se i diametri non lo consentono, si impiega un TA.5 serie F con riduzione A.12 e tre giunti B.4, o ancora un TB.9 con riduzione A.12 e un giunto B.4.
- 5) Le colonnette portairrigatori possono anche essere realizzate in PE; in tal caso la colonnetta viene ancorata alla palificazione e collegata direttamente all'irrigatore mediante un giunto B.4.
- 6) Il collegamento delle colonnette (se sono in acciaio) alla condotta verrà effettuato con un semigiunto filettato B.4.

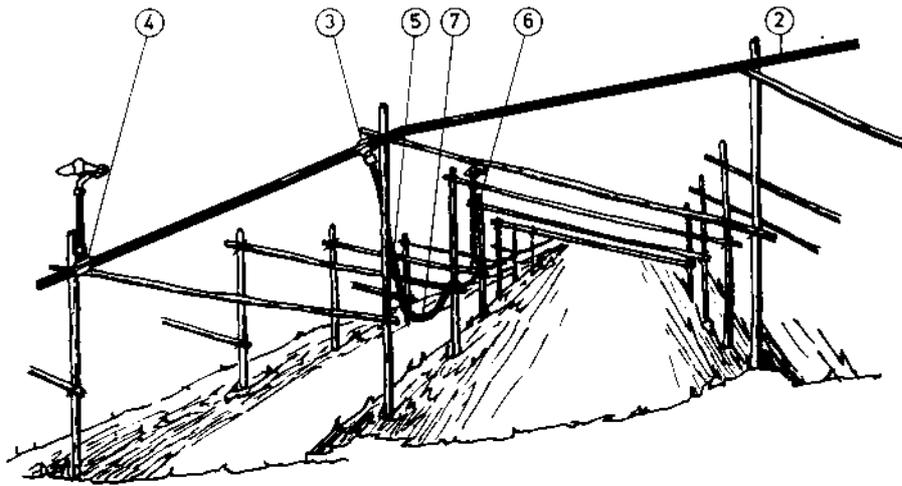


6.4. Schema di impianto ad utilizzazione polivalente (irrigua, antiparassitaria, antibrina, climatizzante e fertilizzante) su vigneto a pergolato o tendone con ali piovane pensili di PE

Questi impianti sono caratterizzati dal fatto di essere settoriati per comizzi irrigui. Pertanto le portate sono elevate nelle condotte di alimentazione, medie nelle condotte di distribuzione e basse nelle ali piovane essendo gli irrigatori utilizzati a piccola portata.

- 1) Per la condotta di alimentazione (non prevista nello schema), che generalmente ha diametri relativamente elevati, la convenienza si sposta verso il PVC. Essendo questa interrata ha le stesse caratteristiche, e quindi le stesse modalità di montaggio, consigliate per le condotte fisse previste nello schema 6.1.
- 2) Dalla tubazione interrata principale di alimentazione a mezzo di TA.5. serie P, riduzioni filettate A.12 F e giunto B.4 si dipartono le condotte di distribuzione di PE a.d. Tali condotte escono dal terreno e appoggiate ai sostegni impiegati per le viti camminano pensili lungo l'estremità degli appezzamenti da servire.
- 3) Dalle tubazioni di distribuzione a mezzo prese a staffa A.18 e giunti B.4 si dipartono le ali piovane.
- 4) Non prevedendo nell'impianto nessuna ripartizione in settori gli irrigatori possono essere applicati anche sulla condotta di distribuzione. In questo caso viene adottata una presa a staffa A.18 sulla quale viene applicata la colonnetta porta irrigatore generalmente di acciaio.
- 5) Anche le ali piovane sono di PE ad alta o bassa densità.
- 6) Sulle ali piovane a mezzo di un raccordo a TB.9 vengono applicate le colonnette (generalmente di acciaio zincato) portanti gli irrigatori.

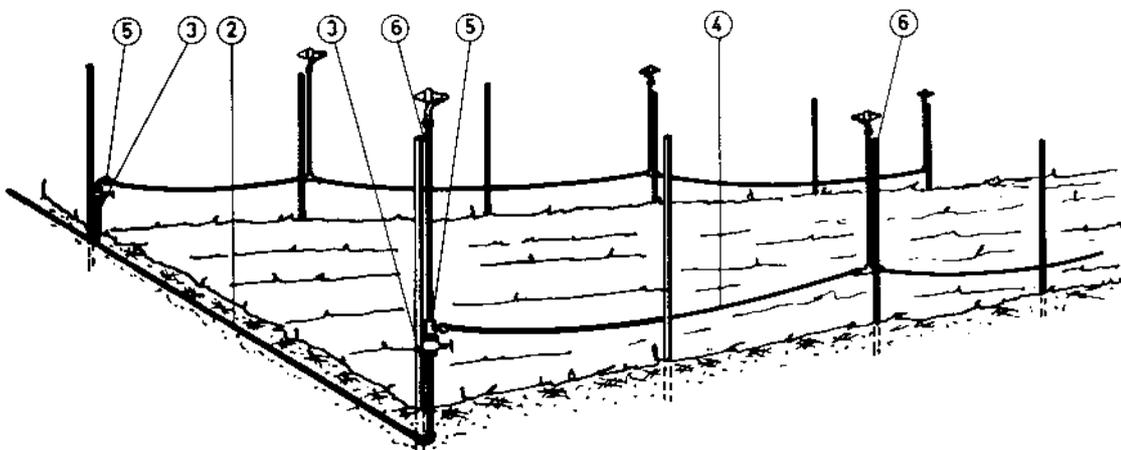
- 7) In questi impianti pensili è opportuno tener presente le dilatazioni termiche e quindi se vengono realizzati in giornate con temperature elevate è opportuno dare ai tubi una adeguata festonatura.



6.5. Schema di impianto di irrigazione a pioggia lenta su colture arboree con ali piovane pensili di PE

Questo impianto, a differenza del precedente, è settoriato ala piovana per ala piovana, pertanto le portate nella condotta di alimentazione ed in quelle di distribuzione sono limitate. Inoltre non essendo previsto per il sostegno delle viti (allevate a spalliera) una impalcatura portante capace di sopportare le condotte di distribuzione e le ali piovane come nel caso precedente, solo queste ultime sono previste esterne e sospese ai sostegni mentre la prima è interrata.

- 1) La condotta di alimentazione (non rappresentata nello schema) in questo caso può avere un diametro molto inferiore a quello precedente perché l'impianto può essere settoriato, e quindi aumentano le possibilità d'impiego dei tubi di PE alta e bassa densità oltre che di PVC.
- 2) La condotta di distribuzione generalmente è prevista in PE a.d.
- 3) Le derivazioni delle ali piovane sono in tubo di acciaio essendo queste a filo terreno soggette ad urti ed a danneggiamenti causati dai mezzi di lavorazione. Il collegamento di queste è effettuato con T del tipo B.9 se l'ala piovana è intermedia o con gomito del tipo B.8 se è terminale.
- 4) Le ali piovane sono sempre in tubi di PE collegate alla saracinesca a mezzo di giunto B.4.
- 5) Segue il collegamento con un gomito A.3 o TA.5, entrambi serie F e con un nipple A.10 sempre serie F.
- 6) La colonnetta porta-irrigatori in tubi di acciaio zincato è fissata ai sostegni della coltura e collegata al tubo di PE a mezzo di un TB.9.



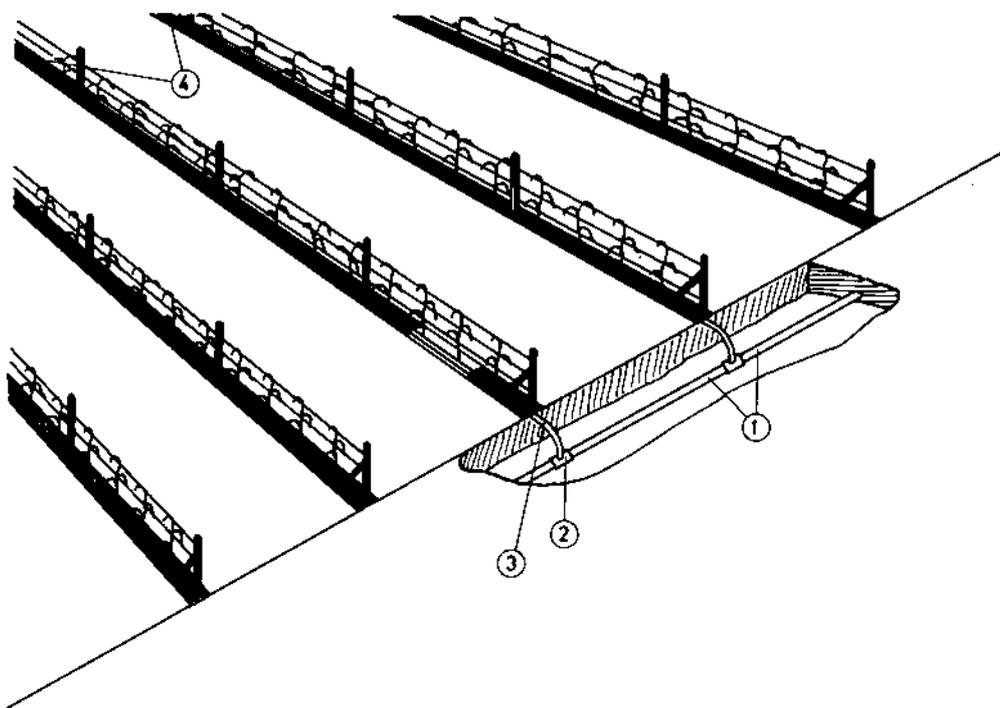
### 6.6. Schema di impianto di irrigazione su vigneti specializzati pacciamati con film di materiale plastico

Il sistema illustrato, dal punto di vista costruttivo, è analogo a quello per irrigazione a goccia su colture legnose.

Questi impianti sono caratterizzati dal fatto di avere portate molto ripartite sulla superficie da irrigare e settoriate al fine di raggiungere una maggiore uniformità di distribuzione.

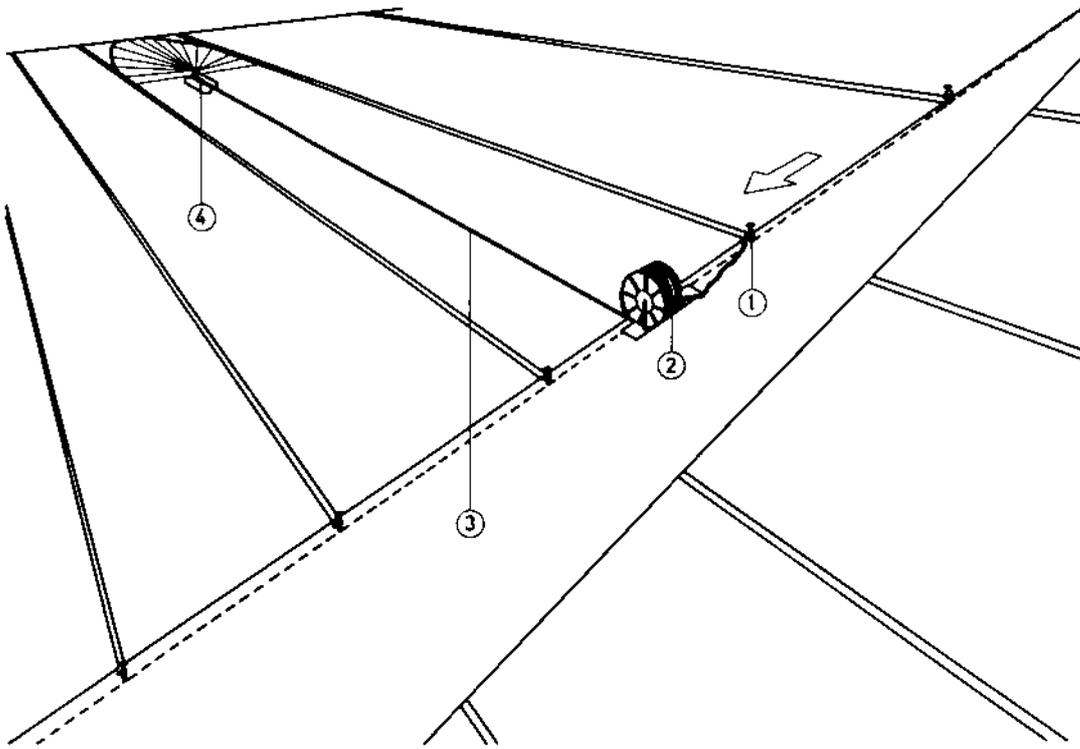
Per le condotte di alimentazione, non rappresentate nello schema, valgono le solite raccomandazioni fatte per i sistemi presi precedentemente in considerazione.

- 1) Per le condotte di distribuzione, essendo di diametri contenuti per le ragioni sopra esposte, la convenienza è generalmente per il tubo di PE alta o bassa densità.
- 2) Le derivazioni dalle condotte di distribuzione sono sempre a mezzo di prese a staffa A.18 perchè i tubi delle ali gocciolanti sono di diametri inferiori ai 25 mm; a queste prese a staffa vengono applicati giunti B.4 o per maggiore economia raccordi portagomma A.17.
- 3) Le condotte di erogazione sono di PE b.d.; per l'erogazione dell'acqua esse vengono forate oppure sono applicati dei gocciolatori o Dropping.
- 4) Alla parte terminale, per chiudere le condotte di erogazione, vengono applicate delle calotte A.14 su portagomma A.17 oppure, per ragioni di economia, semplicemente piegando l'estremità del tubo su se stesso legandolo strettamente.



### 6.7 Schema di irrigazione a pioggia con semovente

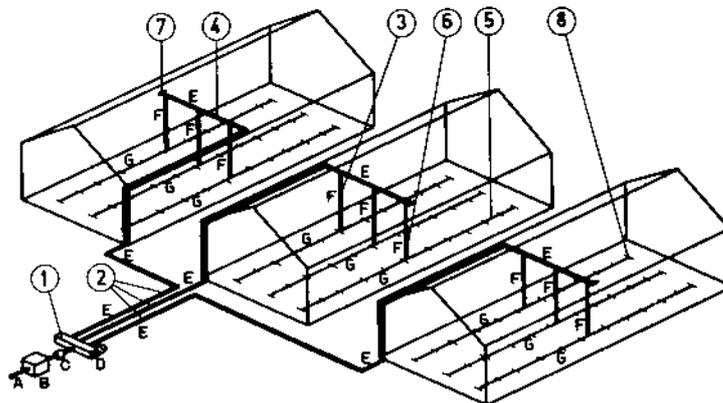
- 1) Questo sistema prevede una rete di tubazioni interrata per le quali valgono le raccomandazioni fatte per l'impianto 6.1.
- 2) Agli idranti viene applicato un apparecchio che a mezzo di una macchina idraulica fa ruotare a velocità prestabilita un naspo.
- 3) Il naspo avvolge un tubo di PE a.d.
- 4) All'estremità opposta viene applicato un irrigatore su slittino o su ruote che permette di coprire una superficie avente una larghezza corrispondente al doppio della gittata consentita dall'irrigatore ed una lunghezza massima equivalente alla lunghezza del tubo di PE avvolto dal naspo.



6.8. Schema di impianto di irrigazione a goccia in serra

Per questo impianto valgono le stesse considerazioni fatte per lo schema 6.5. e pertanto ci limiteremo ad indicare i principali tipi di tubo e raccordi impiegati.

- 1) Attacco al riduttore di pressione, se esiste, oppure direttamente al miscelatore o filtro, o saracinesche o elettrovalvole con giunti B.4.
- 2) Condotte di alimentazione serre con tubo di PE b.d.
- 3) Condotte di distribuzione ai gocciolanti con tubo di PE b.d.
- 4) Derivazioni alla condotta di distribuzione alle ali gocciolanti con prese a staffa A.18 e giunto B.4.  
Siccome la condotta di distribuzione è generalmente di diametro non superiore a 20 mm si può prevedere, invece del giunto B.4, un portagomma A.17 F.
- 5) Ali piovane che portano i Dropping o gocciolatori: sono in tubo di PE b.d. con diametro di 16 mm.
- 6) Il collegamento delle ali piovane può essere fatto con TA.5 F con portagomma A.17 F (o giunti B.4) e riduzione A.12 F.
- 7) Per la chiusura delle condotte di distribuzione si adotta un giunto B.4 o portagomma A.17 F con calotta A.14 F.



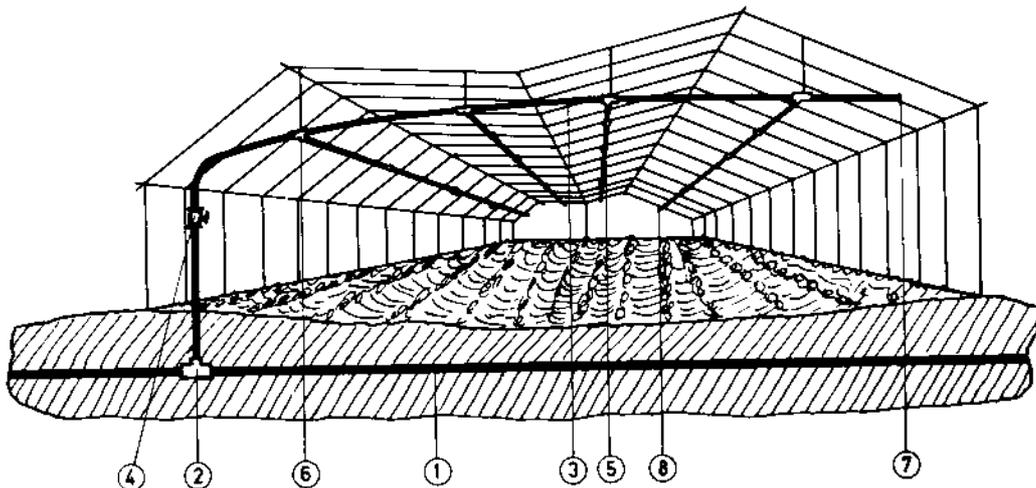
- A - ALIMENTAZIONE
- B - MISCELATORE
- C - FILTRO
- D - RIDUTTORE DI PRESSIONE
- E - CONDOTTA DI ADDUZIONE PRINCIPALE
- F - CONDOTTA DI ADDUZIONE SECONDARIA
- G - ALA GOCCIOLANTE

- 8) Per la chiusura delle ali gocciolanti si adotta generalmente il sistema di piegare il tubo e legarlo, diversamente si può adottare il sistema previsto per le condotte di distribuzione al punto 7).

#### 6.9. Schema di impianto di irrigazione a pioggia nebulizzata in serra per colture protette

Questo tipo d'irrigazione viene adottato per colture particolari che richiedono pioggia molto fine o per climatizzare l'ambiente o per tenere elevato il grado igrometrico dell'ambiente. Esso può essere realizzato sotto le serre, i semenzai, nei tunnel per colture protette, ecc. Può essere pensile come lo schema preso in esame oppure alla base delle piante. Con questo sistema si può vantaggiosamente distribuire concimi liquidi anticrittogamici o insetticidi. Per questa ragione è quanto mai conveniente l'impiego delle condotte di materia plastica.

- 1) La condotta di alimentazione generalmente interrata può essere di PVC o PE alta o bassa densità.
- 2) La derivazione è effettuata: se l'alimentazione è di PVC con un T di passaggio A.5 P, riduzione A.12 F e giunto B.4; se è di PE con un T B.9, riduzione A.12 F e giunto B.4. Nel caso che il diametro della condotta di distribuzione sia sensibilmente inferiore a quello della condotta di alimentazione si può impiegare una presa a staffa A.18 con giunto B.4.
- 3) Per la condotta di distribuzione che è in genere di diametro modesto conviene impiegare il PE a.d. o PE b.d.
- 4) La saracinesca d'intercettazione sarà applicata mediante l'impiego di due giunti B.4.
- 5) Le ali piovane sulle quali vengono applicati diversi tipi di ugelli nebulizzatori generalmente non superano il diametro di 32 mm e sono previste in PVC colore nero o grigio scuro: in PVC perchè sono più rigide ed è più facile il loro sostegno alle strutture della copertura e di colore nero per evitare il passaggio nell'interno del tubo dei raggi solari che favorirebbero la crescita delle alghe che a loro volta occluderebbero gli ugelli.
- 6) Il collegamento delle ali piovane alla condotta di distribuzione generalmente avviene mediante prese a staffa A.18 con derivazione filettata; a questa si può collegare una saracinesca se si vuole tutte le ali piovane indipendenti, o direttamente a mezzo di raccordi rapidi speciali oppure ancora con manicotto A.9 e nipple A.10 F.
- 7) All'estremità della condotta di distribuzione sarà previsto un gruppo che consente lo spurgo e la pulizia della condotta; esso sarà realizzato con un giunto B.4 ed una calotta A.14 F.
- 8) All'estremità dell'ala piovana, che è di PVC, il gruppo di chiusura sarà realizzato mediante manicotto A.9 P ed un tappo A.13 F.



## Capitolo 7: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TUBI DI MATERIALE PLASTICO PARTICOLARMENTE RISPONDENTI ALL'IMPIEGO NEGLI IMPIANTI D'IRRIGAZIONE

I tubi di materia plastica (in particolare PVC e PE alta e bassa densità) in un primo tempo prodotti per l'industria chimica data la loro particolare ed eccezionale resistenza agli aggressivi chimici, hanno sin dall'inizio richiamato l'attenzione e l'interesse dei progettisti e degli installatori di condutture per il convogliamento e la distribuzione di acqua potabile ed irrigua. Ciò particolarmente in quelle regioni nelle quali la natura dei terreni o di particolari acque può compromettere la durata dei tubi metallici e cementizi. Il problema della resistenza alla corrosione si pone per molti terreni ed è reso ancora più critico dall'estendersi delle condutture elettriche e dalla conseguente corrosione elettrolitica dei tubi metallici o provvisti di armature metalliche dovuta alle correnti vaganti.

Oltre al fattore esterno esiste, nelle condutture d'acqua, anche un fattore interno: quantitativo e qualitativo.

Il PVC e il PE, chimicamente inerti nei confronti dei sali disciolti nell'acqua, evitano le incrostazioni, prevalentemente calcaree, che in molti casi si formano sulla superficie interna dei tubi metallici riducendo la sezione utile e quindi la portata in esercizio: incrostazioni che, data la loro struttura nodulare e porosa, possono essere ricettacolo di microrganismi vegetali ed animali che, se non sono nocivi, influiscono più o meno sensibilmente sulla purezza dell'acqua e sulle sue caratteristiche organolettiche.

I tubi di PVC e di PE, oltre resistere alla corrosione chimica (ved. Prospetto VII e VIII) ed elettrochimica e ad avere una superficie liscia e non incrostabile, assicurano una assoluta impermeabilità evitando ogni possibile diffusione di sostanze nocive nel terreno circostante.

Essi presentano altre caratteristiche vantaggiose quali:

- una buona resistenza alla degradazione per invecchiamento o per azione dell'ossigeno atmosferico e una completa resistenza all'attacco di funghi, muffe ed agenti battericidi;
- una portata superiore ai tubi metallici o cementizi data la loro superficie liscia e il basso coefficiente di scabrezza, che consente di mantenere minime perdite di carico anche nel tempo;
- una certa flessibilità che consente una adattabilità alle ondulazioni e agli eventuali assestamenti del terreno senza comportare sollecitazioni dannose ai giunti, e una certa elasticità che riduce l'entità delle sovrappressioni dovute ai colpi d'ariete;
- una leggerezza che consente notevoli economie nelle spese di trasporto e di posa;
- una facilità di installazione e di giunzione dei singoli elementi come si è visto nel capitolo 4;
- una garanzia di qualità definita dalle norme UNI vigenti e dal marchio di conformità alle stesse norme, sotto il controllo dell'Istituto Italiano dei Plastici.

Nei confronti della resistenza meccanica, occorre tenere in debito conto per il PVC e per il PE, a differenza dei materiali metallici e cementizi, dell'influenza della temperatura e della durata dello sforzo nel tempo. Nel caso degli impianti irrigui interrati però, avendosi limitate oscillazioni di temperatura dell'acqua, ci si può riferire ad una temperatura convenzionale e costante di 20 °C.

### 7.1. Calcolo delle frecce massime ammissibili a freddo nelle condotte irrigue di PVC con giunzioni ad incollaggio

Si sono poste le seguenti ipotesi di calcolo:

- impiego di tubi di PVC  $\sigma$  100 kgf/cm<sup>2</sup> a 20 °C con pressioni nominali 4-6-10-16 kgf/cm<sup>2</sup>;
- esercizio continuo (mentre in realtà gli impianti irrigui lavorano solo saltuariamente);
- la barra di 6 m o rispettivamente di 12 m viene considerata come una trave appoggiata agli estremi con carico uniformemente distribuito.

In conseguenza di quanto sopra indicato la freccia massima  $f_m$  in mezzera vale:

$$f_m = 0,0065 \frac{P l^3}{E i} \quad \text{dove } P = \frac{8 W}{l} \quad (*)$$

(\*) In realtà la teoria dell'elasticità fornisce, nell'ipotesi di cui sopra, il valore 0,013 del coefficiente della formula. Questo valore è stato ridotto alla metà per tenere conto che il tubo, sebbene saltuariamente, è sollecitato assialmente anche alla pressione interna.

Il significato dei simboli è il seguente:

$l$  = lunghezza libera della trave in mm (rispettivamente 6000 e 12000 mm)

$E$  = modulo di elasticità del PVC che si assume pari a 300 kgf/mm<sup>2</sup>

$i$  = momento di inerzia della sezione del tubo  $\cong 0,05 (D^4 - d^4)$  in  $\text{mm}^4$

$\sigma$  = sollecitazione ammissibile in esercizio continuo (100  $\text{kgf/cm}^2$ )

$W$  = modulo di resistenza della sezione  $\cong 0,1 \frac{D^4 - d^4}{D}$  in  $\text{mm}^3$

$D$  = diametro esterno del tubo in mm

$d$  = diametro interno del tubo in mm

Nel Prospetto III sono indicate le frecce massime calcolate come sopra accennato per i diametri esterni da 50 a 630 mm.

### PROSPETTO III

Frecce massime ammissibili a freddo nelle giunzioni ad incollaggio

$h$  = freccia massima in mm

$l$  = lunghezza del tubo in m

D mm	PN 4 - 6 - 10 - 16	
	$l = 6$ m h (mm)	$l = 12$ m h (mm)
50	250	1000
63	200	800
75	165	660
90	140	560
110	115	460
125	100	400
140	90	360
160	80	320
180	70	280
200	60	240
225	55	220
250	50	200
280	45	180
315	40	160
355	35	140
400	30	120
450	28	110
500	25	100
560	22	90
630	20	80

#### 7.2. Colpo d'ariete

Un elemento che occorre valutare è la sovrappressione che si genera in una condotta per effetto del «colpo di ariete» conseguente all'interruzione del flusso per azionamento di una saracinesca.

Questa sovrappressione, come è noto, dipende dal tempo di manovra della saracinesca, dalla velocità e dalle caratteristiche del liquido trasportato e infine dalla deformabilità elastica del tubo. E poichè i tubi di materia plastica presentano, rispetto a quelli metallici e cementizi, particolari caratteristiche di elasticità ne consegue che le sovrappressioni per colpi d'ariete nelle tubazioni di PVC e PE sono notevolmente inferiori a quelle che si generano nei tubi prevalentemente rigidi. Ciò è confermato anche dal calcolo che segue.

La sovrappressione  $\Delta h$  misurata in m di colonna d'acqua, determinata dalla chiusura istantanea di una saracinesca, è data dalla formula di Allievi:

$$\Delta h = \frac{c}{g} V_0$$

nella quale:

$$c = \frac{C}{\sqrt{1 + \frac{\epsilon D}{E s}}}$$

dove:

- c = celerità di propagazione della perturbazione in m/s
- g = accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>
- V<sub>0</sub> = velocità dell'acqua all'inizio della chiusura in m/s
- C = velocità del suono nell'acqua a 15 °C = 1420 m/s
- ε = modulo di elasticità di volume dell'acqua = 2 · 10<sup>8</sup> kgf/m<sup>2</sup>
- E = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo in kgf/m<sup>2</sup>
- D = diametro del tubo in m
- s = spessore del tubo in m

I valori del modulo di elasticità E e del rapporto ε/E sono rispettivamente:

	E	ε/E
— per il PVC	3 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	0,7
— per il PE a.d.	0,9 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	2,2
— per il PE b.d.	0,12 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	16,7
— per l'acciaio	210 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	0,01
— per l'amianto cemento	25 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	0,08
— per la ghisa	105 · 10 <sup>8</sup> kgf/m <sup>2</sup>	0,02

La sovrappressione massima si genera quando il tempo di chiusura è inferiore o uguale alla durata della fase ossia al tempo, in secondi, di propagazione della perturbazione dalla sara-cinesca al serbatoio di carico e ritorno τ = 2 L/c.

Nei prospetti che seguono sono riportati gli elementi sopra considerati, riferiti:

- Prospetto IV ai tubi di PVC rigido (non plastificato) σ 100
- Prospetto V ai tubi di PE a.d. σ 50
- Prospetto VI ai tubi di PE b.d. σ 32

Sovrappressioni dovute al colpo d'ariete in condotte di 1000 m di lunghezza convoglianti acqua alla velocità di 1 m/s

PROSPETTO IV  
Tubi di PVC rigido

Grandezza	Unità di misura	Pressione nominale kgf/cm <sup>2</sup>			
		4	6	10	16
s/D		0,02	0,029	0,048	0,075
c	m/s	242	288	367	419
τ	s	8,3	6,9	5,4	4,8
Δh	m	25	29	37	42

PROSPETTO V  
Tubi di PE a.d.

Grandezza	Unità di misura	Pressione nominale kgf/cm <sup>2</sup>				
		2,5	4	6	10	16
s/D		0,025	0,039	0,057	0,091	0,138
c	m/s	158	196	236	296	361
τ	s	12,7	10,2	8,5	6,8	5,6
Δh	m	16	20	24	30	37

PROSPETTO VI

Tubi di PE b.d.

Grandezza	Unità di misura	Pressione nominale kgf/cm <sup>2</sup>			
		2,5	4	6	10
s/D		0,038	0,06	0,087	0,135
c	m/s	68	90	102	127
τ	s	29,4	22,3	19,6	15,8
Δh	m	7	9	10	13

Come si rileva dall'esame dei Prospetti la sovrappressione massima varia con la rigidità (rapporto s/D), per i tubi di PVC da 25 a 42 m, per il PE a.d. da 16 a 37 m, per il PE b.d. da 7 a 13 m.

In analoghi tubi di acciaio essa raggiunge valori da 90 a 130 m.

Quindi, a causa del basso modulo di elasticità, la sovrappressione dovuta a colpi d'ariete è sempre molto inferiore nei tubi di PVC e di PE nei confronti di tubi fabbricati con materiali più rigidi ed è quindi possibile operare con i primi con velocità dell'acqua e quindi portate molto maggiori a parità di diametro.

### 7.3. Formule e abaco per il calcolo delle perdite di carico

I tubi di PVC e di PE nei confronti della resistenza per attrito idraulico appartengono alla categoria definita degli «estremamente lisci» e mantengono costante questa caratteristica in esercizio, contrariamente a quanto si può verificare ad esempio con i tubi metallici.

Il calcolo delle perdite di carico può essere eseguito con la comoda formula monomia di Darcy:

$$J = \beta \frac{Q^2}{d^5}$$

dove:

J = perdita di carico in m/m

Q = portata in m<sup>3</sup>/s

d = diametro interno in m

e dove il coefficiente β è praticamente identico per i tre materiali plastici presi in considerazione in questo fascicolo ed ha un valore sempre inferiore a quello degli altri materiali correntemente impiegati per tubi. Il suo valore non è però costante ma varia con la portata e col diametro della condotta: il grafico seguente consente di ricavare il valore di β in funzione di questi due parametri, per valori di velocità compresi fra 0,65 e 2 m/s.

Le due curve tratteggiate che delimitano il grafico superiormente ed inferiormente sono appunto quelle che uniscono i punti aventi le velocità sopra indicate.

L'abaco dà le perdite di carico per acqua a 10 °C nei tubi rigidi di PVC non plastificato e nei tubi di PE alta e bassa densità ricavate dalla formula di Blasius:

$$J = \frac{\lambda V^2}{2 g d}$$

dove:

J = perdita di carico m/m

λ = coefficiente di perdita di carico

V = velocità m/s

g = accelerazione di gravità m/s<sup>2</sup>

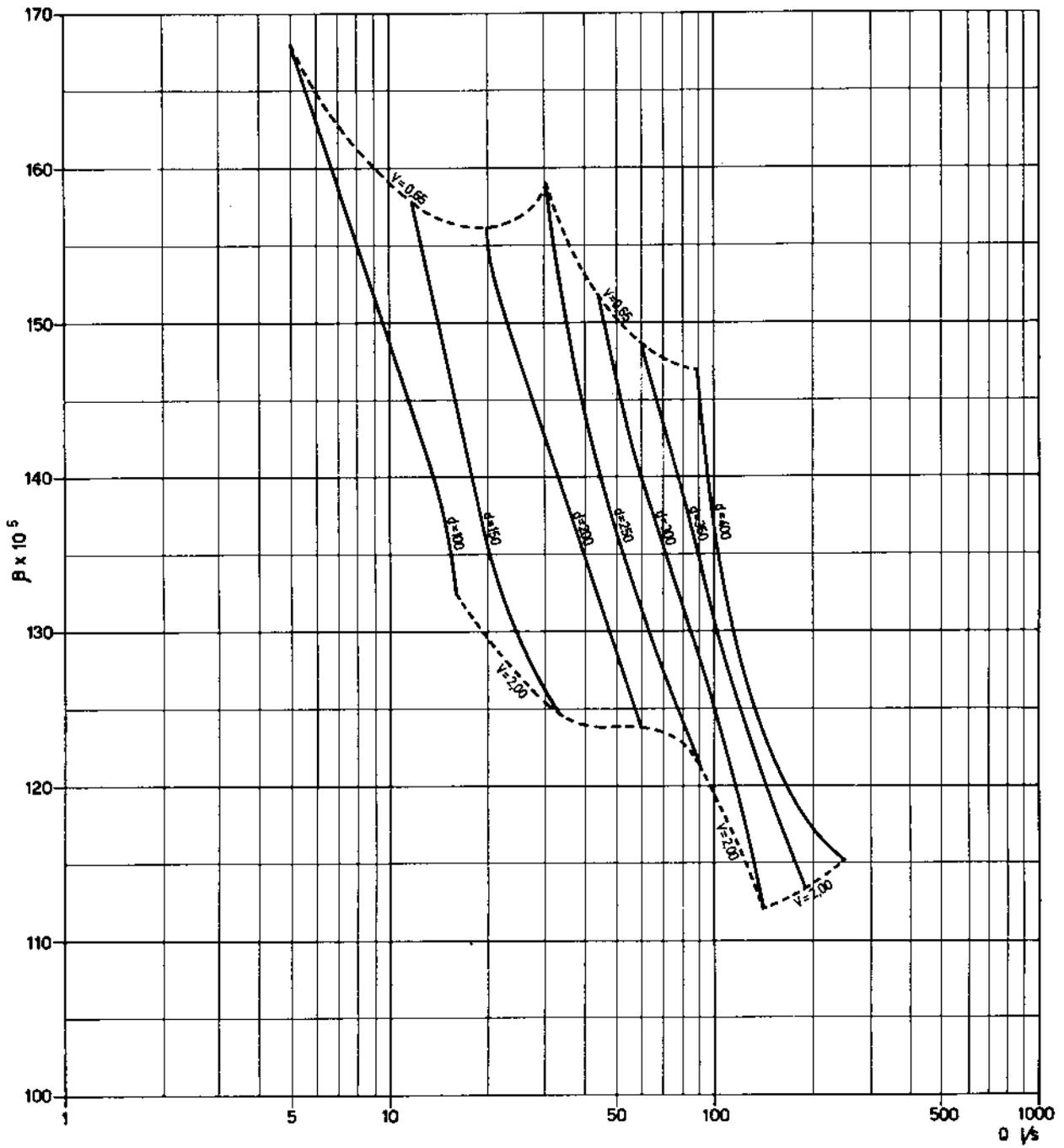
d = diametro interno del tubo in mm

coefficiente di perdita di carico λ è funzione del numero di Reynolds (Re):

$$Re = \frac{V d}{\nu}$$

viscosità cinematica del fluido in m<sup>2</sup>/s.

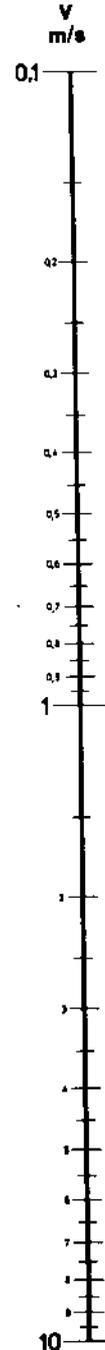
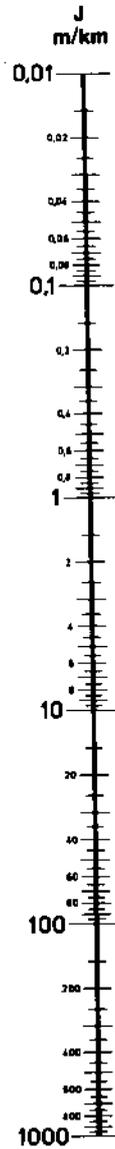
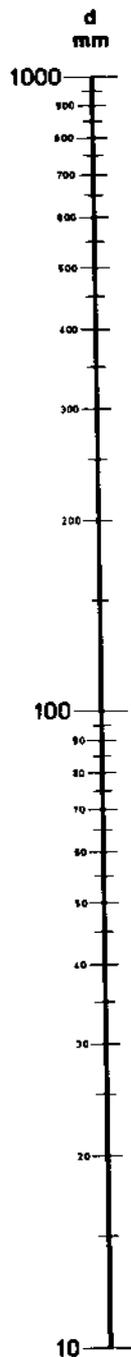
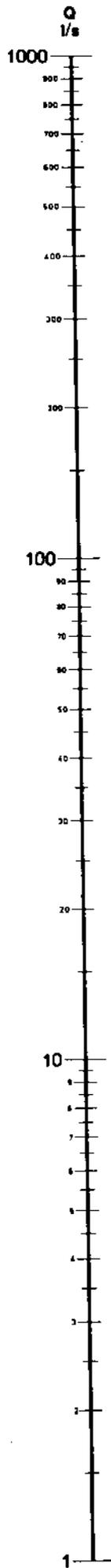
VALORE DEL COEFFICIENTE  $\beta$  IN FUNZIONE DELLA PORTATA E DEL DIAMETRO DELLA CONDOTTA



**ABACO DELLE PERDITE DI CARICO  
NEI TUBI DI PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO  
E DI PE a.d. e b.d.  
RICAVATO DALLA FORMULA DI BLASIUS**

$$J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 g d} \quad (\text{PER ACQUA A } 10^\circ\text{C})$$

- Q** = Portata l/s  
**d** = Diametro interno mm  
**J** = Perdita di carico m/km  
**V** = Velocità m/s



7.4. Resistenza chimica del PVC - PE a.d. - PE b.d. - PP

I simboli adottati nei Prospetti VII e VIII sono i seguenti:

- S = soddisfacente  
 L = limite  
 NS = non soddisfacente  
 Sol. sat. = soluzione acquosa satura, preparata a 20 °C  
 Sol. = soluzione acquosa di concentrazione superiore al 10%  
 Sol. dil. = soluzione acquosa di concentrazione inferiore o uguale al 10%

PROSPETTO VII  
 Resistenza ai seguenti effluenti

Prodotto chimico		PVC		PE a.d.		PE b.d.		PP	
		20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C
1	Acido citrico al 10%	S	S	S	S	S	S	S	S
2	Acido nitrico fino al 45%	S	L	L	NS	L	NS	L	NS
3	Acido solforico sol.	S	S	S	S	S	S	S	S
4	Acido tartarico sol.	S	S	S	S	S	S	S	S
5	Alcool etilico 100%	S	L	—	—	—	—	S	S
6	Ammoniaca soluz. fino al 30%	S	L	S	S	S	S	S	S
7	Ammoniaca liquida al 100%	L	NS	S	S	L	L	S	—
8	Ammonio fosfato sol. sat.	—	—	—	—	—	—	S	—
9	Ammonio nitrato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	S
10	Ammonio solfato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	S
11	Calcio carbonato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	S
12	Calcio nitrato al 50%	S	S	S	S	S	S	S	S
13	Ferro cloruro	S	S	S	S	S	S	—	—
14	Ferro solfato	—	—	S	S	S	S	—	—
15	Formaldeide sol. dil.	S	L	S	S	S	S	S	—
16	Fruttosio sol.	—	—	—	—	—	—	S	S
17	Glicole etilenico al 100%	—	—	S	S	S	S	S	S
18	Glucosio sol. sat.	S	L	S	S	S	S	—	—
19	Glucosio al 20%	—	—	—	—	—	—	S	S
20	Magnesio solfato sol. sat.	S	S	—	—	—	—	S	S
21	Ossicloruro di rame	S	S	S	S	S	S	S	S
22	Potassio cloruro sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	—
23	Potassio nitrato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	S
24	Potassio solfato sol. sat.	S	L	S	S	S	S	S	—
25	Rame nitrato sol. sat.	—	—	S	S	S	S	—	—
26	Rame nitrato al 30%	—	—	—	—	—	—	S	S
27	Rame solfato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	S	S
28	Sodio carbonato sol. sat.	S	S	S	S	S	S	—	—
29	Sodio carbonato al 50%	—	—	—	—	—	—	S	S
30	Sodio fosfato	—	—	—	—	—	—	S	S
31	Urea al 10%	S	—	S	S	S	S	S	—

**PROSPETTO VIII**  
Resistenza ad alcuni effluenti alimentari

Sostanze alimentari		PVC		PE a.d.		PE b.d.		PP	
		20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C
1	Aceto fino all'8%	S	S	S	S	S	S	S	S
2	Acqua potabile	S	S	S	S	S	S	S	S
3	Birra	S	S	S	S	S	S	—	—
4	Latte	S	S	S	S	S	S	S	S
5	Olio d'oliva	S	S	S	L	S	L	S	S
6	Vino fino all'8%	S	S	S	S	S	S	S	—

7.5. Prospetti e abachi per la progettazione di impianti di irrigazione

Si è ritenuto utile riportare nei Prospetti che seguono alcuni calcoli ed elementi necessari per la progettazione degli impianti di irrigazione.

Il Prospetto XVI può riuscire particolarmente utile per un primo calcolo di massima. Conoscendo la superficie da irrigare, il turno secondo il quale si deve ritornare ad irrigare lo stesso terreno ed infine la quantità di acqua per ettaro necessaria per ogni adacquatura, esso consente di determinare la portata complessiva dell'impianto in l/secondo.

**PROSPETTO IX**

Capacità in mc di un serbatoio di integrazione per accumulare una portata  $qa$  (l/s) per la durata di ore (T)

$qa$ l/s	T (ore)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	18	24			
1	3.6	7.2	10.8	14.4	18.8	21.6	25.2	28.8	32.4	36.0	39.6	43.2	54.0	64.8	86.4			
2	7.2	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2	50.4	57.6	64.8	72.0	79.2	86.4	108.0	129.6	172.8			
3	10.8	21.6	32.4	43.2	54.0	64.8	75.6	86.4	97.2	108.0	118.8	129.6	162.0	194.4	259.2			
4	14.4	28.8	43.2	57.6	72.0	86.4	100.8	115.2	129.6	144.0	158.4	172.8	216.0	259.2	345.6			
5	18.0	36.0	54.0	72.0	90.0	108.0	126.0	144.0	162.0	180.0	198.0	216.0	270.0	324.0	432.0			
6	21.6	43.2	64.8	86.4	108.0	129.6	151.2	172.8	194.4	216.0	237.6	259.2	324.0	388.8	518.4			
7	25.2	50.4	75.6	100.8	126.0	151.2	175.4	201.6	226.8	252.0	277.2	302.4	378.0	453.6	604.8			
8	28.8	57.6	86.4	115.2	144.0	172.8	201.6	230.4	259.2	288.0	326.8	345.6	432.0	516.4	691.2			
9	32.4	64.8	97.2	129.6	162.0	194.4	226.8	259.2	291.6	324.0	376.4	398.8	486.0	583.2	777.6			

PROSPETTO X

Portata di erogazione  $q_e$  (l/s) per l'impianto e capacità del bacino d'integrazione C (mc) in funzione della portata disponibile  $q_a$  l/s e del tempo di svuotamento T (ore)

$q_a$ l/s	T (ore)																					
	2		4		6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c	$q_e$	c
1	12	79	6	72	4	65	3	58	2.4	50	2	43	1.7	36	1.5	29	1.3	22	1.2	14	1.1	7.2
2	24	158	12	144	8	130	6	115	4.8	101	4	86	3.4	72	3.0	58	2.7	43	2.4	29	2.2	14.4
3	36	238	18	216	12	194	9	173	7.2	151	6	130	5.1	108	4.5	86	4.0	65	3.6	43	3.3	21.6
4	48	317	24	288	16	259	12	230	9.6	202	8	173	6.9	144	6.0	115	5.3	86	4.8	58	4.4	28.8
5	60	396	30	360	20	324	15	288	12.0	252	10	216	8.6	180	7.5	144	6.7	108	6.0	72	5.5	36.0
6	72	475	36	432	24	389	18	346	14.4	302	12	259	10.3	216	9.0	173	8.0	130	7.2	86	6.6	43.0
7	84	554	42	504	28	454	21	403	16.8	353	14	302	12.0	252	10.5	202	9.3	151	8.4	101	7.6	50.4
8	96	634	48	576	32	518	24	461	19.2	403	16	346	13.7	288	12.0	230	10.7	173	9.6	115	8.7	57.6
9	108	713	72	648	36	583	27	518	21.6	454	18	389	15.4	324	13.5	259	12.0	194	10.8	130	9.8	64.8

PROSPETTO XI

Potenza in KW necessaria per sollevare con una elettropompa la portata di 1 l/s

All'altezza di metri	col rendimento complessivo del								
	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
1	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024
2	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,036	0,040	0,044	0,049
3	0,036	0,039	0,042	0,045	0,048	0,053	0,059	0,065	0,073
4	0,048	0,052	0,056	0,060	0,064	0,071	0,078	0,087	0,098
5	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,089	0,098	0,109	0,122
6	0,072	0,078	0,084	0,090	0,096	0,107	0,118	0,130	0,147
7	0,084	0,091	0,098	0,105	0,112	0,125	0,137	0,152	0,171
8	0,096	0,104	0,112	0,120	0,128	0,142	0,157	0,174	0,220
9	0,108	0,117	0,126	0,135	0,144	0,160	0,176	0,196	0,296

**PROSPETTO XII**  
KWh necessari per sollevare con una elettropompa

All'altezza di metri	un metro cubo di acqua in un'ora con un rendimento complessivo del								
	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
1	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,007
2	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,014
3	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,020
4	0,014	0,014	0,016	0,017	0,018	0,020	0,022	0,024	0,027
5	0,017	0,018	0,019	0,021	0,023	0,025	0,027	0,030	0,034
6	0,020	0,021	0,023	0,025	0,027	0,030	0,033	0,036	0,041
7	0,024	0,025	0,027	0,029	0,032	0,035	0,037	0,042	0,048
8	0,027	0,029	0,031	0,033	0,036	0,040	0,044	0,049	0,054
9	0,031	0,033	0,035	0,038	0,041	0,045	0,049	0,054	0,061

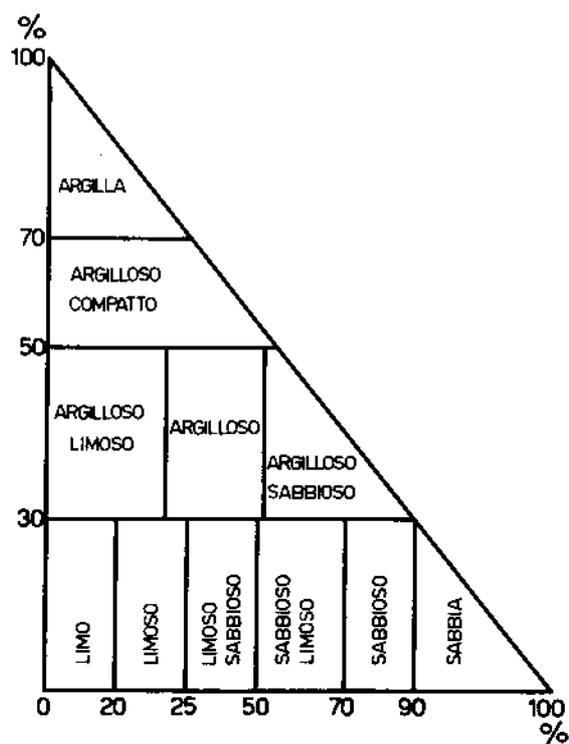
**PROSPETTO XIII**  
Potenza in CV necessaria per sollevare con una motopompa la portata di 1 l/s

All'altezza di metri	col rendimento complessivo del								
	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
1	0,017	0,018	0,019	0,021	0,022	0,024	0,027	0,030	0,033
2	0,033	0,036	0,038	0,041	0,044	0,048	0,053	0,060	0,066
3	0,050	0,053	0,057	0,061	0,066	0,073	0,080	0,089	0,099
4	0,067	0,071	0,076	0,082	0,088	0,097	0,107	0,118	0,133
5	0,083	0,089	0,095	0,103	0,111	0,121	0,133	0,148	0,166
6	0,099	0,107	0,114	0,129	0,133	0,143	0,160	0,178	0,199
7	0,117	0,124	0,133	0,144	0,155	0,170	0,187	0,207	0,233
8	0,133	0,142	0,152	0,164	0,177	0,194	0,213	0,237	0,266
9	0,150	0,160	0,171	0,185	0,199	0,218	0,240	0,267	0,299

**PROSPETTO XIV**  
CVh necessari per sollevare con una motopompa

All'altezza di metri	un metro cubo di acqua in un'ora con un rendimento complessivo del								
	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
1	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009
2	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,015	0,016	0,019
3	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,022	0,025	0,028
4	0,019	0,020	0,021	0,023	0,024	0,027	0,030	0,033	0,037
5	0,023	0,025	0,026	0,028	0,031	0,034	0,037	0,041	0,046
6	0,028	0,030	0,032	0,034	0,037	0,040	0,044	0,049	0,056
7	0,032	0,035	0,037	0,040	0,043	0,047	0,052	0,057	0,065
8	0,037	0,040	0,042	0,045	0,049	0,054	0,059	0,066	0,074
9	0,042	0,045	0,048	0,051	0,056	0,061	0,067	0,074	0,083

**PROSPETTO XV**  
Grafico per la classificazione del terreno



PROSPETTO XVI

Abaco delle portate complessive

Quantità erogazione unitaria ad Ha	Mc / Ha mm pioggia	100	150	200	250	300	350	400	Ruote Giorni Orari Ore	6			8			10			12		
		10	15	20	25	30	35	40		8	10	12	8	10	12	8	10	12	8	10	12
EROGAZIONE COMPLESSIVA IN l/s									SUPERFICIE IN Ha												

**Esempio:** Si voglia conoscere la portata occorrente per irrigare 25 ha di terreno con orario di 12 ore giornaliere, turno di 10 gg e con adacquatura di 300 m<sup>3</sup>/Ha.

**Soluzione:** Nella colonna corrispondente a 10 gg (parte destra del Prospetto XVI sulla verticale intestata a 12 (ore) si considera il punto corrispondente agli ettari da irrigare (25). Da questo punto si traccia un'orizzontale verso sinistra fino ad incontrare la linea verticale della colonna corrispondente all'adacquatura occorrente di 300 m<sup>3</sup>/Ha. La cifra intercettata su questa verticale dà, circa 18 l/s, la portata cercata.

#### 7.6. Dimensioni e pesi dei tubi di PVC rigido della serie flettibile gas

s = spessore teorico in mm

d = diametro interno in mm

P = peso in kg/m

PROSPETTO XVII

Designazione	Diametro esterno mm	PN 4			PN 6			PN 10			PN 16		
		s	d	P	s	d	P	s	d	P	s	d	P
1/4 Gas	17,0										2,6	11,8	0,18
1/2 Gas	21,1							2,6	15,9	0,24	2,9	15,3	0,26
3/4 Gas	26,5							2,6	21,3	0,31	3,4	19,7	0,38
1 Gas	33,3				2,7	27,9	0,41	3,3	26,7	0,48	4,2	24,9	0,59
1 1/4 Gas	42,0	2,6	36,8	0,51	3,0	36,0	0,57	3,7	34,6	0,68	4,9	32,2	0,87
1 1/2 Gas	48,0	2,7	42,6	0,60	3,1	41,8	0,68	4,0	40,0	0,84	5,3	37,4	1,08
2 Gas	60,0	2,9	54,2	0,81	3,5	53,0	0,95	4,6	50,8	1,23	6,2	47,6	1,59
2 1/2 Gas	75,3	3,2	68,9	1,12	3,9	67,5	1,33	5,3	64,7	1,77	7,3	60,7	2,35
3 Gas	88,5	3,5	81,5	1,44	4,3	79,9	1,76	6,0	76,5	2,34	8,3	71,9	3,16
4 Gas	113,9	4,0	105,9	2,10	5,1	103,7	2,66	7,0	99,9	3,56	10,2	93,5	5,01

Note: — Spessore minimo: 2,6 mm.

— Tolleranze sul diametro esterno e sullo spessore: quello prescritto dalla norma UNI 7441-75 per i tubi della serie decimale.

— Pesi calcolati mettendo in conto lo spessore s maggiorato del 50% della tolleranza e la massa volumica 1,42 kg/dm<sup>3</sup>.