ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI

Pubblicazione n. 9 - Dicembre 1976

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 ACCATASTAMENTO 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, accatastamento, 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 nè 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/cm². Esse sono in corso di revisione per l'adozione di una sollecitazione ammissibile di 32 kgf/cm².

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 ammucchiarli 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/cm²	~300
Sollecitazione ammissibile in esercizio continuo	kgf/cm²	50
Massa volumica	kg/dm³	0,925
Modulo di elasticità a flessione	kgf/cm²	~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				
a) snervamento	kgf/cm²	⩾480	~240	⩾140
b) sollecitazione ammissibile per esercizio continuo	kgf/cm²	100	50	32
2) massa volumica	kg/dm³	1,37÷1,45	0,945÷0,965	0,93
3) modulo elastico a flessione	kgf/cm²	~30.000	~9.000	⩾2.000
4) punto di rammollimento Vicat	°C	⩾80	—	—
5) dilatazione termica lineare	mm/m °C	0,06÷0,08	0,2	0,2
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		tutti i diametri		
b) rotoli (diametro max del tubo)	mm	—	110 (1)	110 (1)
2) limiti dimensionali di pratica applicazione:				
a) limiti minimi				
pressioni	kgf/cm²	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/cm²	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^2;
— 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.

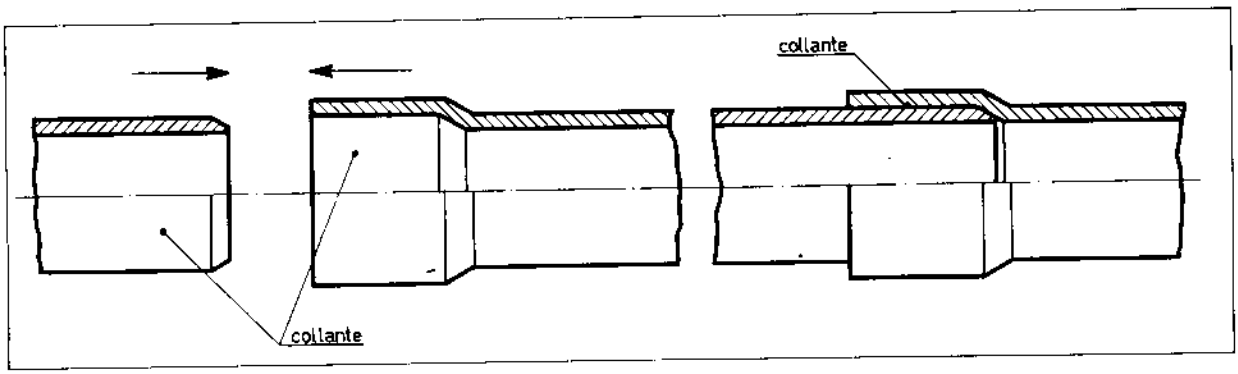


Fig. 1 - *Giunto semplice del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio per tubi di PVC*

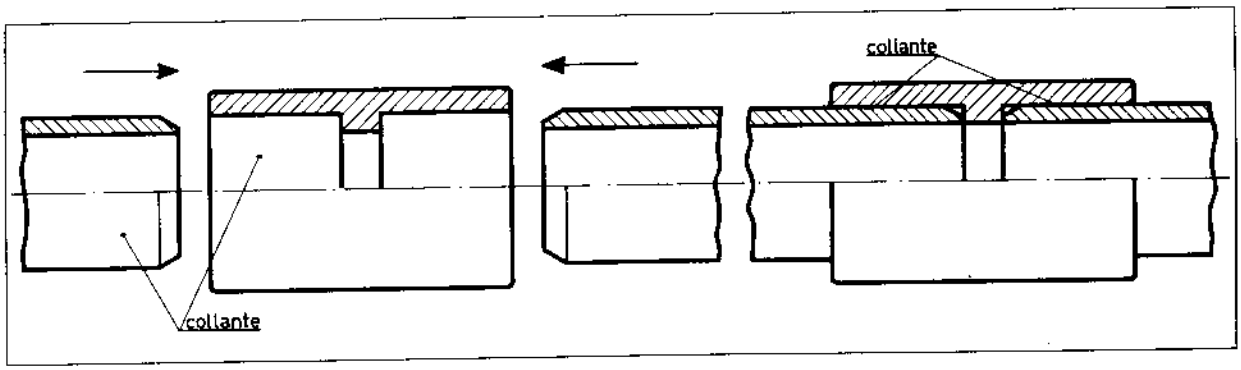


Fig. 2 - *Giunto a manicotto del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio per tubi di PVC*

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 (filettatura 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^2;
— 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.

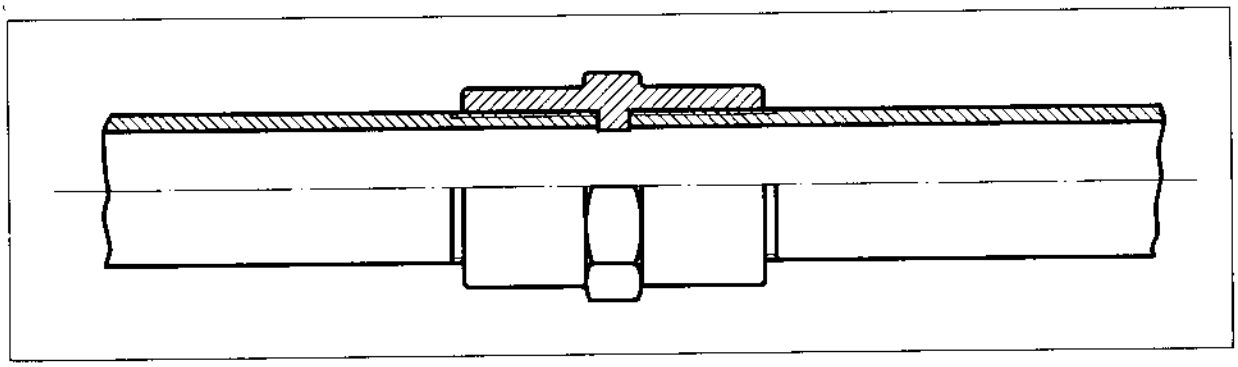


Fig. 3 - *Giunto a vite e manicotto per tubi di PVC*

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 kgf/cm² 6
diametro 160 mm kgf/cm² 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.

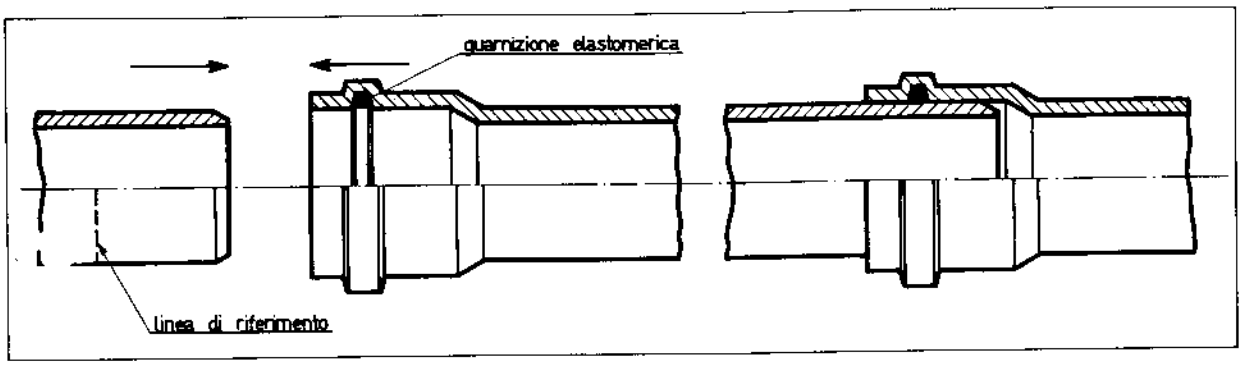


Fig. 4 - *Giunto semplice del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica per tubi di PVC*

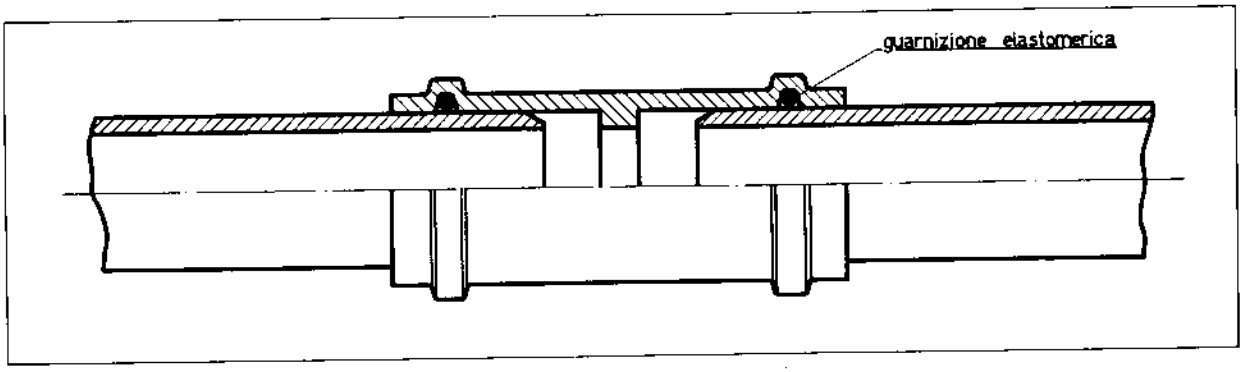


Fig. 5 - *Giunto a manicotto del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica per tubi di PVC*

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/cm²;
— diametri di accoppiamento: da 10 a 110 mm;
— possibilità di collegamento con tubi ed accessori come da Prospetto B;
— possibilità di esercizio immediato.

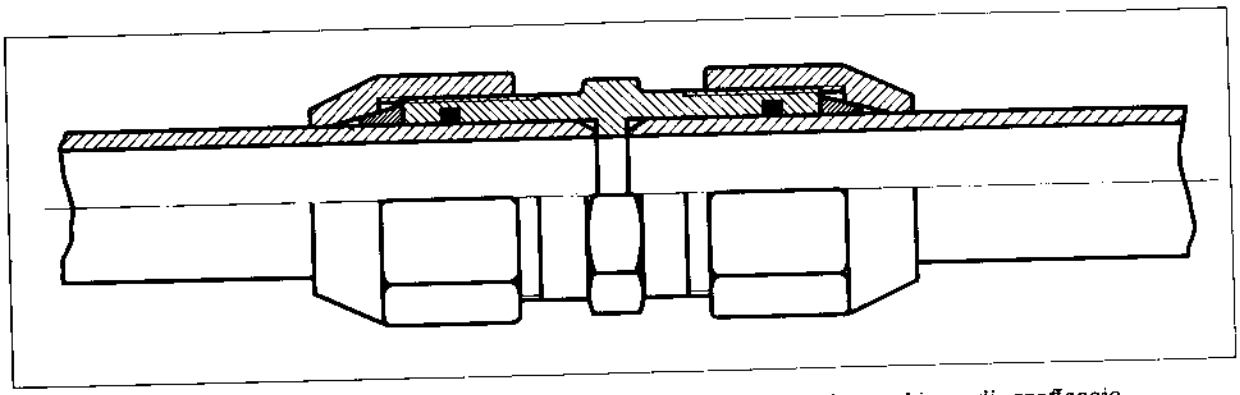


Fig. 6 - *Giunto con ancoraggio del tubo di PE mediante anello o ghiera di graffaggio*

4.1.4.2. *Prescrizioni per l'esecuzione*

a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure 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) infilare 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/cm²;
— 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.

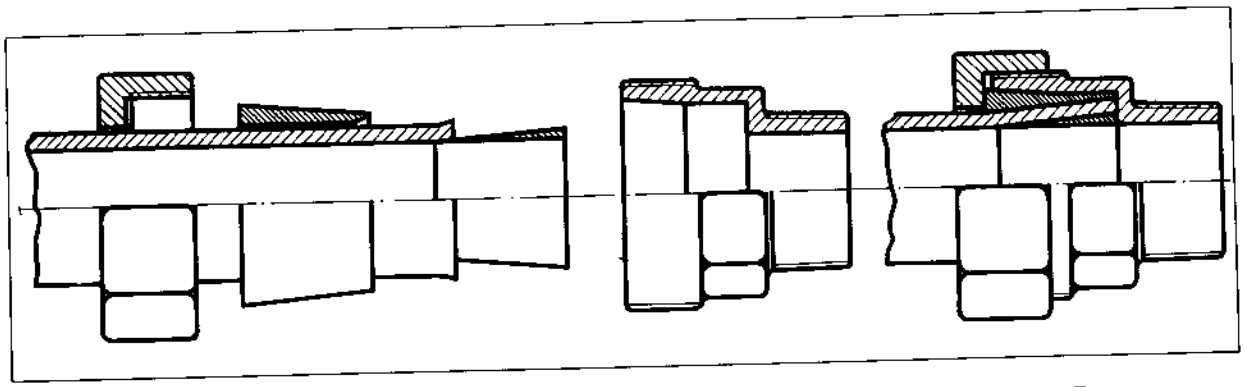


Fig. 7 - *Giunto con ancoraggio a tenuta mediante compressione del tubo di PE*

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^2;

— 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.

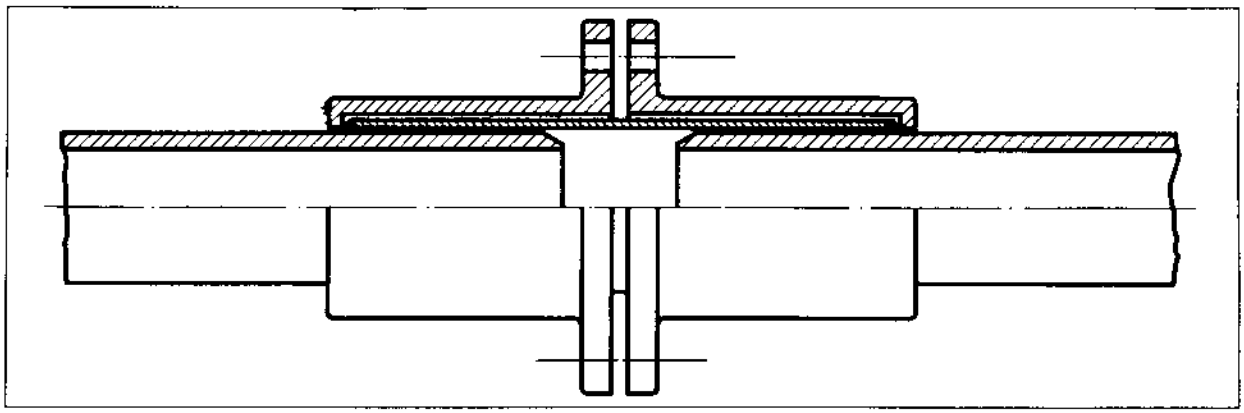


Fig. 8 - *Giunto a serraggio «tipo Gibault» per tubi di PVC*

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*

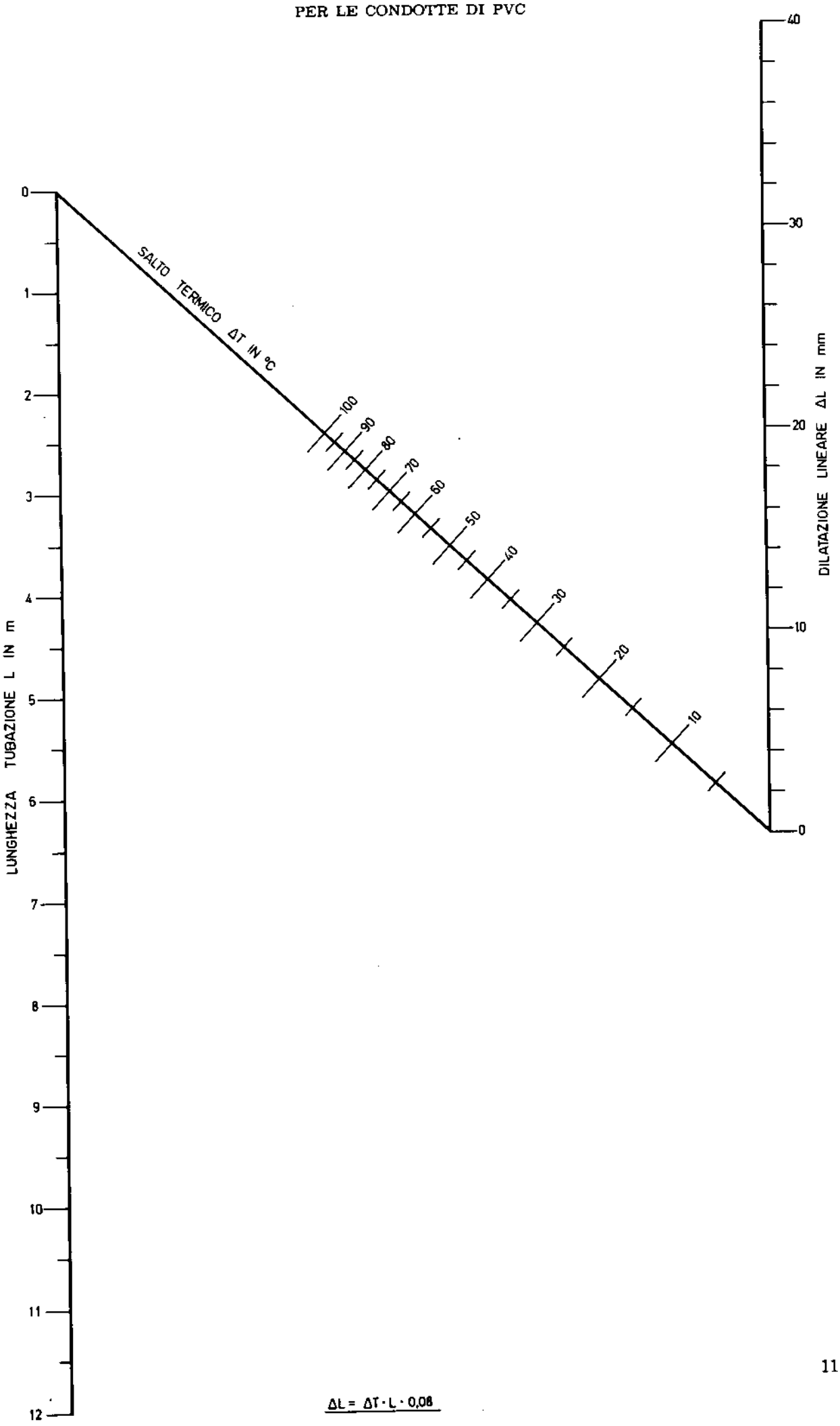
4.1.7.1. *Caratteristiche*

— sistema valido per tutti e tre i materiali considerati;

— pressione di esercizio consigliabile fino a 16 kgf/cm^2;

— 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



$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot 0{,}08$$

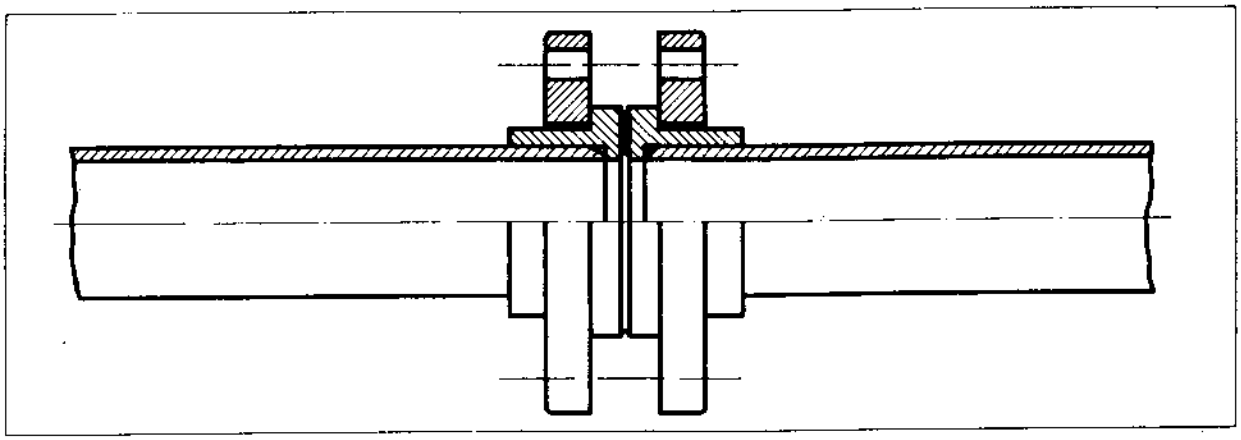


Fig. 9 - *Giunto a flangia libera per tubi di PVC*

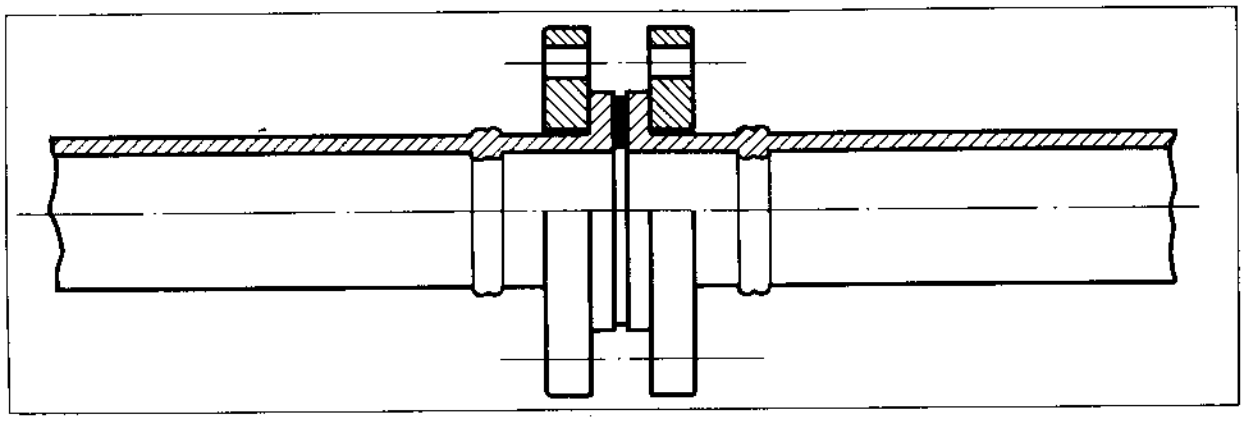


Fig. 10 - *Giunto a flangia libera per tubi di PE*

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^2;
— diametri di accoppiamento consigliabili: fino a 25 mm;
— possibilità di collegamento con tutti i raccordi di cui al Prospetto A;
— possibilità di esercizio immediato.

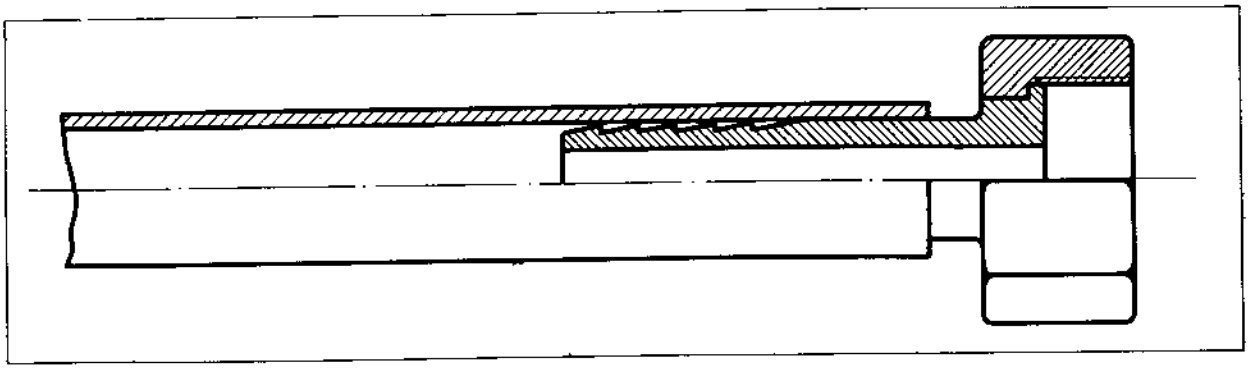


Fig. 11 - *Giunzione con portagomma per tubi di PE*

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*

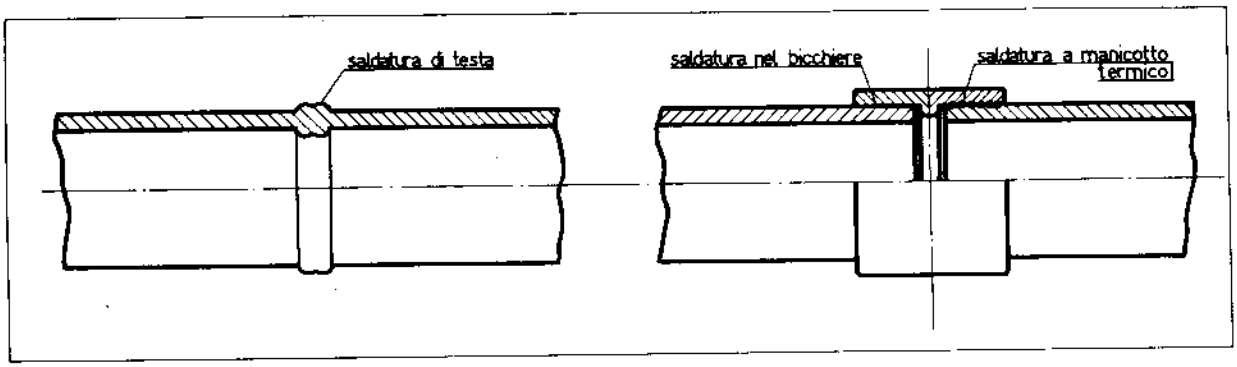


Fig. 12 - *Giunzione per saldatura*

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/cm², 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 ± 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/cm²
— pressione di saldatura riferita alla superficie da saldare 1,5 kgf/cm²

4.1.9.1.3. *Prescrizioni per l'esecuzione*

a) Verificare che i manufatti da saldare abbiano diametri e spessori corrispondenti;
b) 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. finchè 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/cm²;
— 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 ± 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^2
— per diametri superiori: 10 kgf/cm^2

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

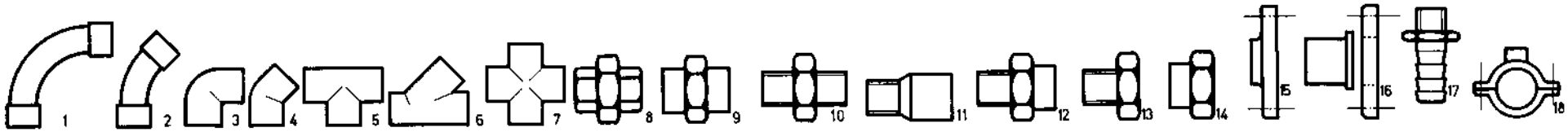
Sono tutti quelli previsti dalla norma UNI 7612, alla quale rimandiamo per tutte le questioni dimensionali nonchè per le relative prescrizioni.

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"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"			6"			8"		10"				
			10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	110	125	150									
1	Curve a 90°			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
2	Curve a 45°										D	D	D	D	D									
3	Gomiti a 90°		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	D	D	D									
4	Gomiti a 45°		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	D	D	D									
5	T a 90°		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	D	D	D		D		D					
6	T a 45°		D	D	D	DF	DF	D	D	D	D	D												
7	Croci			D	D	D	D	D	D															
8	Bocchettoni		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP															
9	Manicotti		DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	D	D	D	D	D	D	D	D				
10	Nipples		PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF													
11	Raccordi M/F		P	P	P	P	P	P	P	P	P													
12	Riduzioni Ø max		DF	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DFP	DF	DF	DF	D	D	D	D	D	D	D	D				
13	Tappi		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F												
14	Calotte		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF												
15	Flange fisse		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF															
16	Flange libere con collari		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	D	D	DF	D	D	D	D	D	D	D	D	D
17	Portagomma		DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF	F														
18	Prese a staffa Ø max. deriv.				3/8"	3/4"	1"	1"	1¼"	1½"	2"	2"	2"	2"	2"									

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



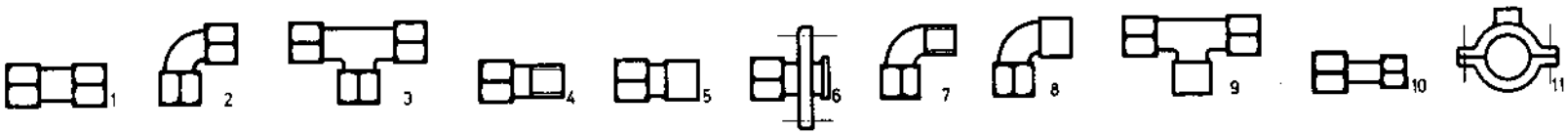
PROSPETTO B

Raccordi di PE a.d. per condotte in pressione

N° ord.	Denominazione	Ø e	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
		DN	3/8"	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"		5"	6"			8"
			10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	110	125	150			200
1	Manicotto		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M	M	M	M	M
2	Gomito a 90°		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M	M	M			
3	T a 90°		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M	M	M	M			
4	Semigiunto maschio		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M						
5	Semigiunto femmina		PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M						
6	Semigiunto flangiato								M	P	PM	PM	M	M	M	M	M	M
7	Gomito a 90° filettato maschio			M	M	M	M	M	M	M								
8	Gomito a 90° filettato femmina			P	P	P												
9	T a 90° derivaz. filettata femmina			PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	M	M	M	M	M			
10	Manicotti ridotti			P	P	P	P	P	P	P	P							
11	Prese a staffa (Ø max. derivaz.)			½"	½"	¾"	1"	1"	1¼"	1½"	2"	2"	2"	2"	2"			

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.

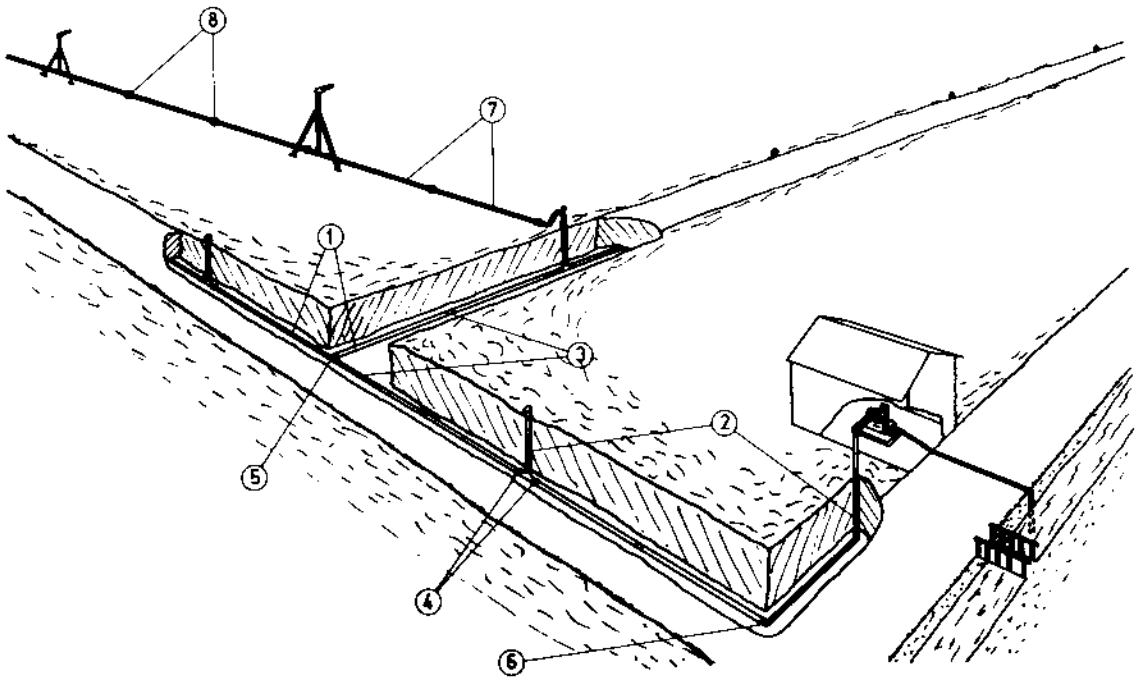
6.1. *Schema di impianto irriguo di tipo semifisso* (tubazioni interrate ed ali piovane mobili)

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 necessiti 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.

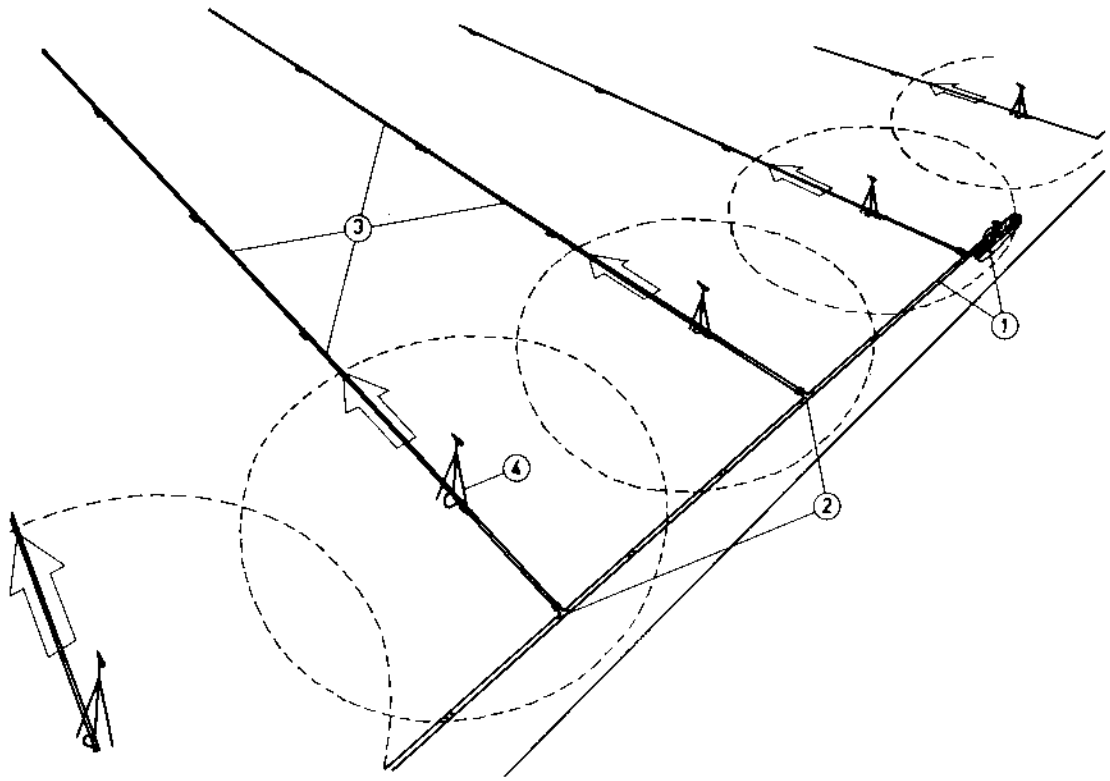
Lo stesso sistema consente anche di realizzare impianti d'irrigazione ove le tubazioni mobili non vengono mai spostate durante la stagione irrigatoria perchè la loro dotazione è tale da coprire tutta la superficie irrigata.
Il loro spostamento viene effettuato solo alla fine della stagione per lasciare 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;

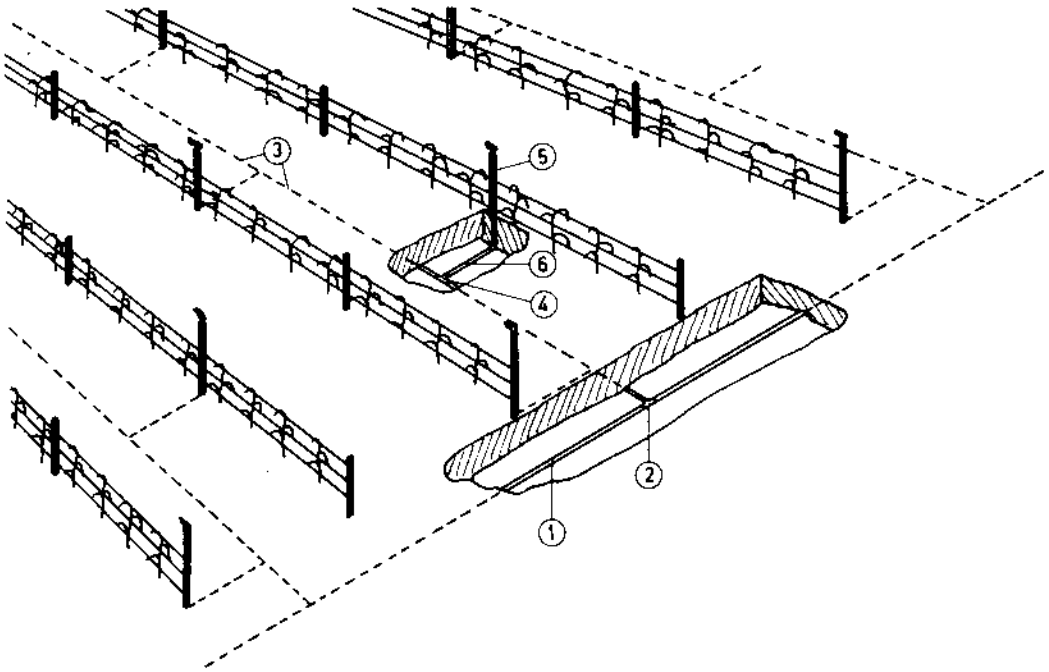
— se i due diametri differiscono di poco, si adotterà, se la condotta di alimentazione è di PVC, un TA.5 serie D con raccordo di passaggio A.11, riduzione A.12 serie F e giunto B.4; se è di PE, un TB.9 con riduzione A.12 serie F e giunti B.4.

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.

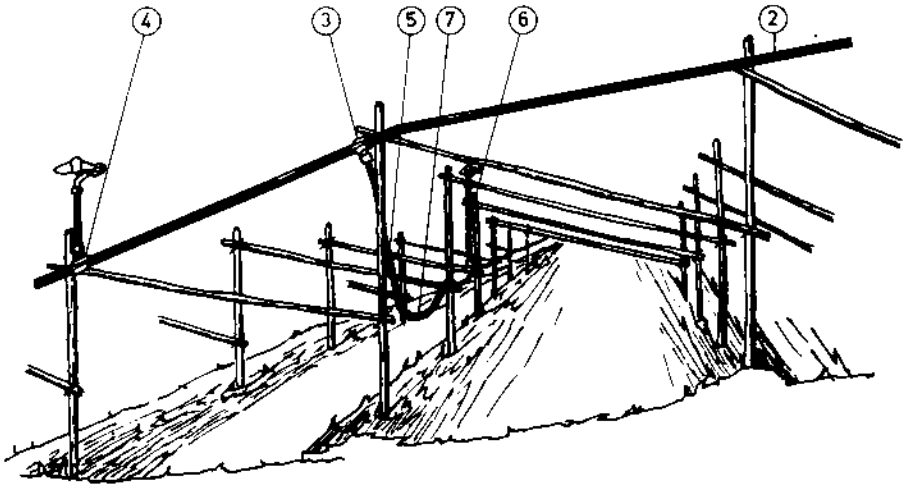
3) Dalle tubazioni di distribuzione a mezzo prese a staffa A.18 e giunti B.4 si dipartono le ali piovane.

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.

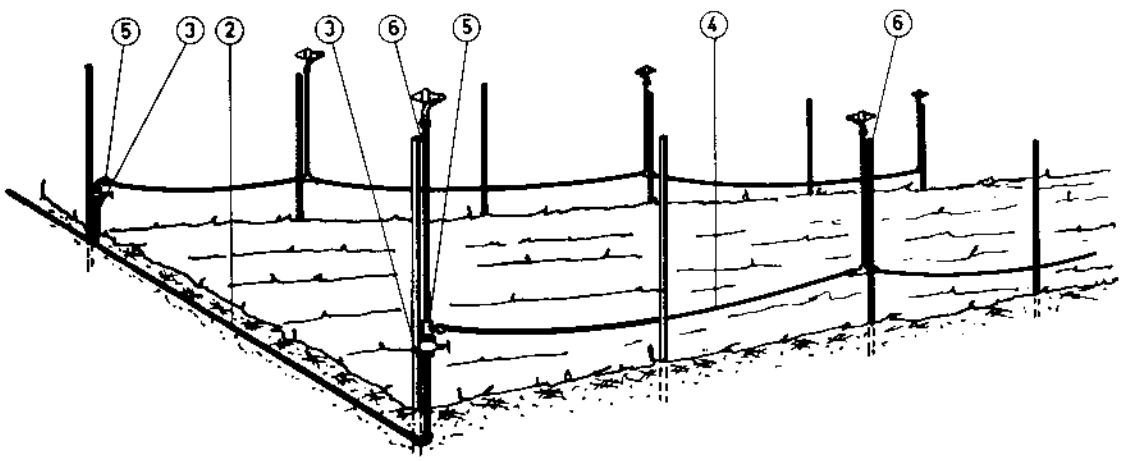
7) In questi impianti pensili è opportuno tener presente le dilatazioni termiche e quindi se vengono realizzati in giornate con temperature elevate è opportuno dare ai tubi una adeguata festonatura.



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.

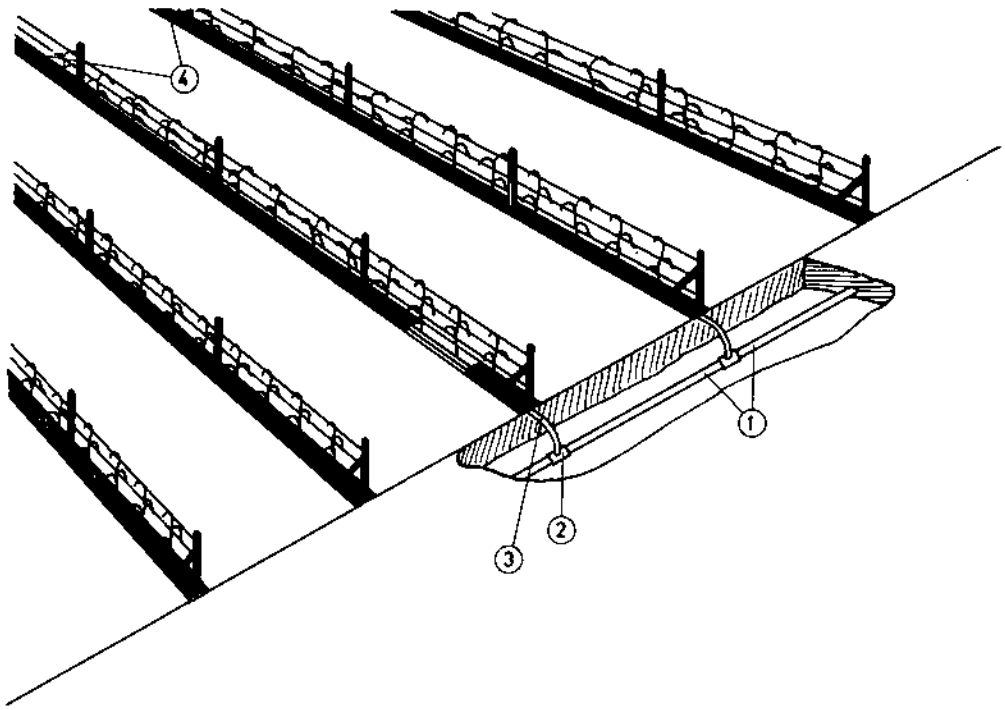
1) La condotta di alimentazione (non rappresentata nello schema) in questo caso può avere un diametro molto inferiore a quello precedente perchè l'impianto può essere settoriato, e quindi aumentano le possibilità d'impiego dei tubi di PE alta e bassa densità oltre che di PVC.
2) La condotta di distribuzione 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*

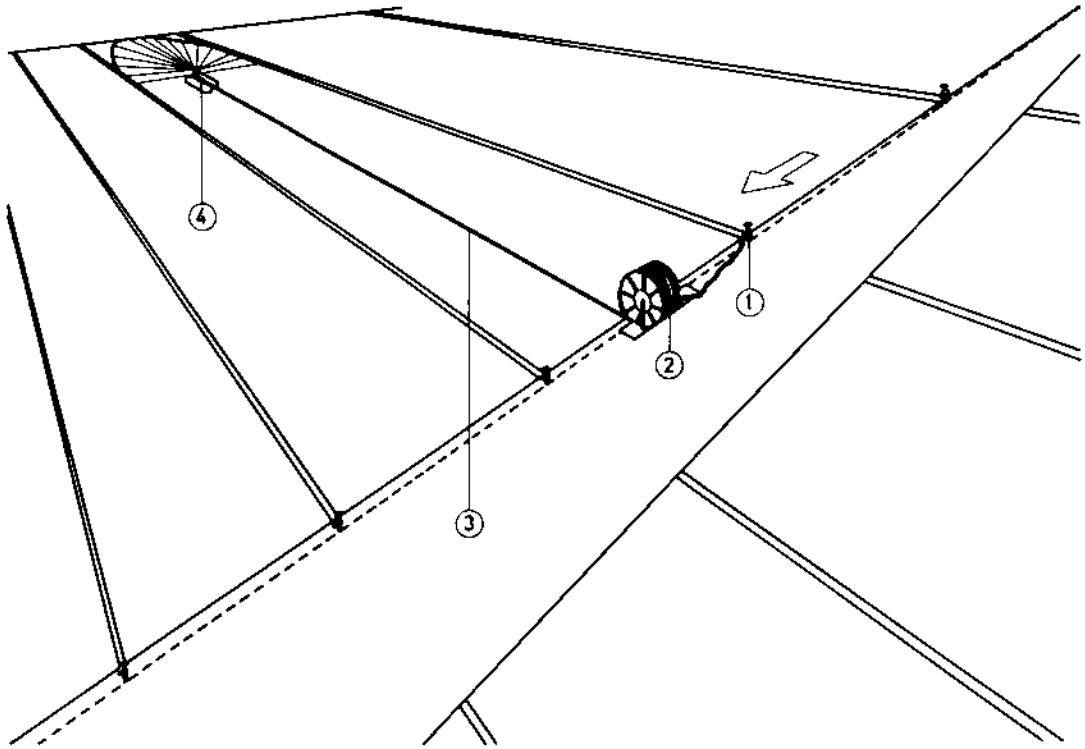
Il sistema illustrato, dal punto di vista costruttivo, è analogo a quello per irrigazione a goccia su colture legnose.
Questi impianti sono caratterizzati dal fatto di avere portate molto ripartite sulla superficie da irrigare e settoriate al fine di raggiungere una maggiore uniformità di distribuzione.
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*

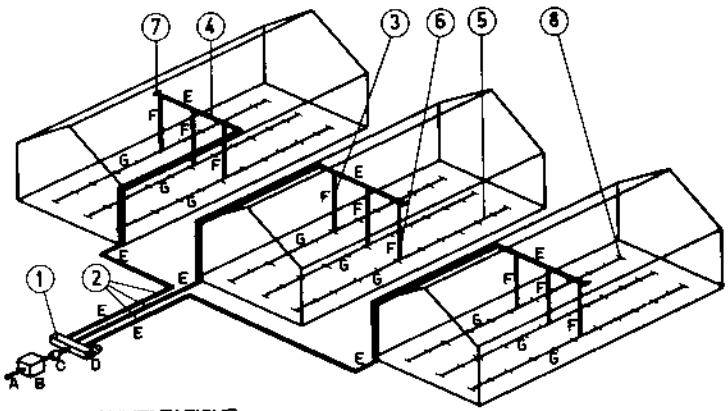
1) Questo sistema prevede una rete di tubazioni interrate per le quali valgono le raccomandazioni fatte per l'impianto 6.1.
2) Agli idranti viene applicato un apparecchio che a mezzo di una macchina idraulica fa ruotare a velocità prestabilita un naspo.
3) Il naspo avvolge un tubo di PE a.d.
4) All'estremità 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.



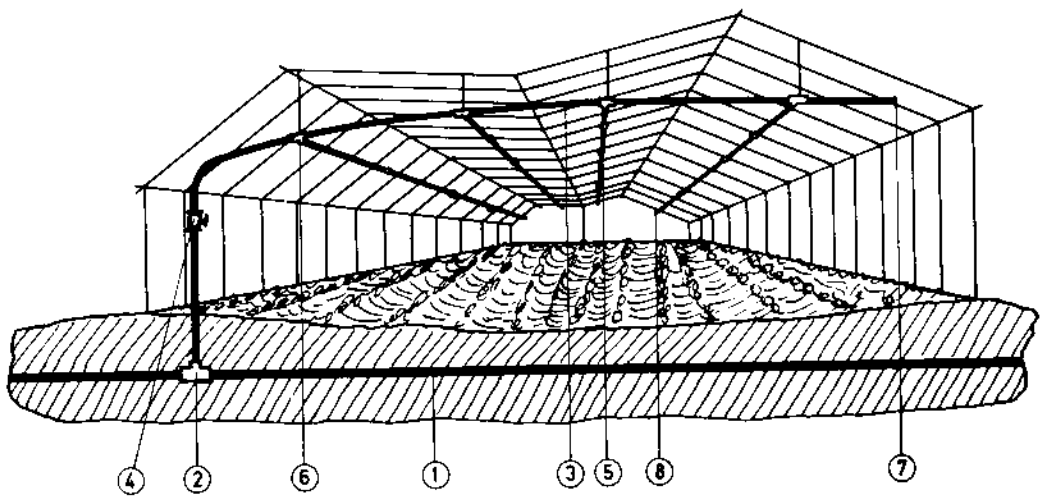
A – ALIMENTAZIONE
B – MISCELATORE
C – FILTRO
D – RIDUTTORE DI PRESSIONE
E – CONDOTTA DI ADDUZIONE PRINCIPALE
F – CONDOTTA DI ADDUZIONE SECONDARIA
G – ALA GOCCIOLANTE

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 σ 100 kgf/cm² a 20 °C con pressioni nominali 4-6-10-16 kgf/cm²;
— 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 fm in mezzeria vale:

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

(*) 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/mm²

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

σ = sollecitazione ammissibile in esercizio continuo (100 kgf/cm^2)

W = modulo di resistenza della sezione $\cong 0{,}1\ \dfrac{D^4-d^4}{D}$ in 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 sovrapressione che si genera in una condotta per effetto del «colpo di ariete» conseguente all'interruzione del flusso per azionamento di una saracinesca.

Questa sovrapressione, 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 sovrapressioni 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 sovrapressione Δh misurata in m di colonna d'acqua, determinata dalla chiusura istantanea di una saracinesca, è data dalla formula di Allievi:

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

nella quale:

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

dove:

c = celerità di propagazione della perturbazione in m/s
g = accelerazione di gravità in m/s²
V_o = 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 = $2 \cdot 10^8$ kgf/m²
E = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo in kgf/m²
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	$3 \cdot 10^8$ kgf/m²	0,7
— per il PE a.d.	$0{,}9 \cdot 10^8$ kgf/m²	2,2
— per il PE b.d.	$0{,}12 \cdot 10^8$ kgf/m²	16,7
— per l'acciaio	$210 \cdot 10^8$ kgf/m²	0,01
— per l'amianto cemento	$25 \cdot 10^8$ kgf/m²	0,08
— per la ghisa	$105 \cdot 10^8$ kgf/m²	0,02

La sovrapressione 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 saracinesca al serbatoio di carico e ritorno $\tau = 2$ 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

Sovrapressioni 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/cm²*			
		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/cm²*				
		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/cm²*			
		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 sovrapressione 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 sovrapressione 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^3/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:

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

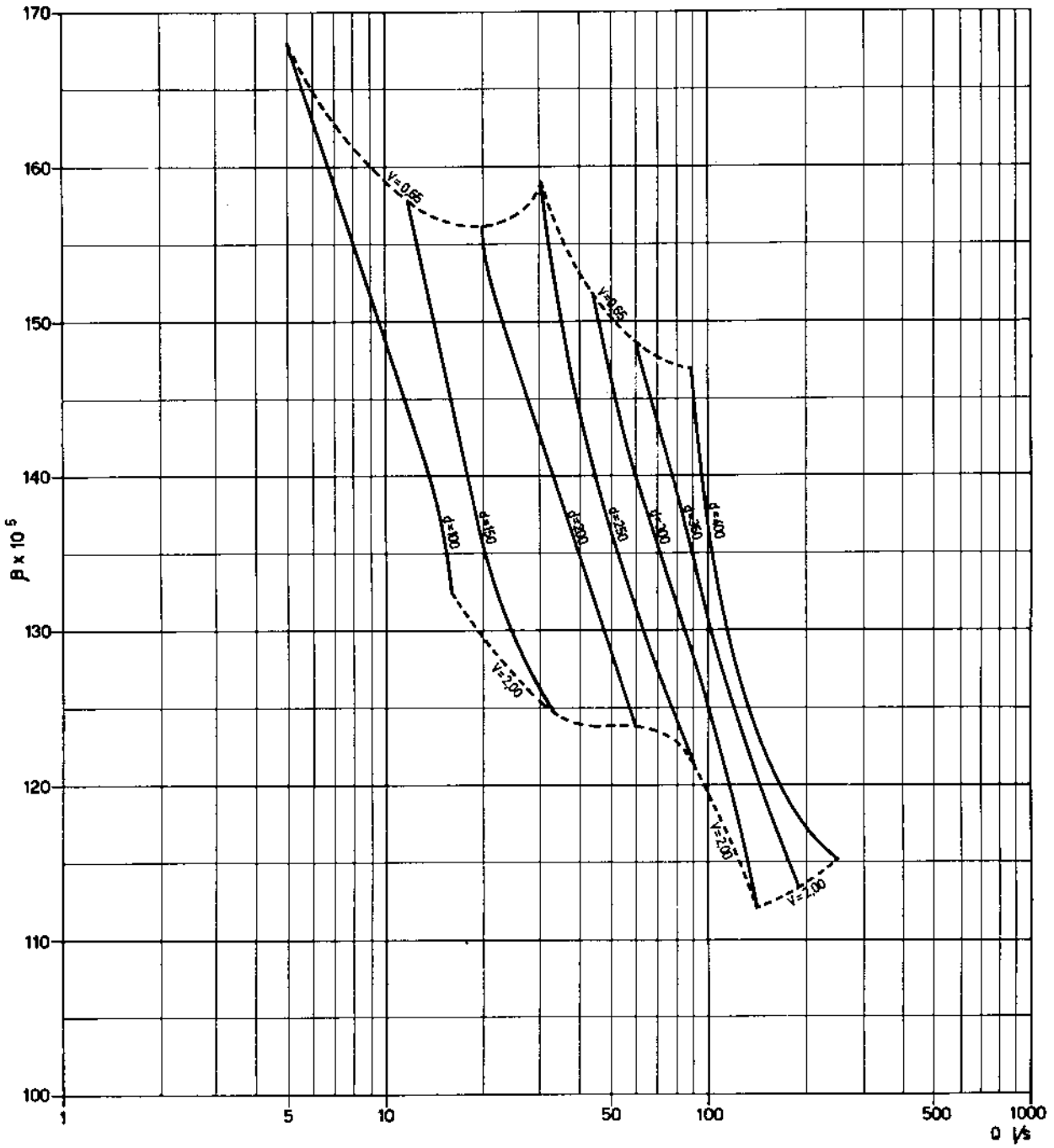
dove:
J = perdita di carico m/m
λ = coefficiente di perdita di carico
V = velocità m/s
g = accelerazione di gravità m/s^2
d = diametro interno del tubo in mm

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

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

viscosità cinematica del fluido in m^2/s.

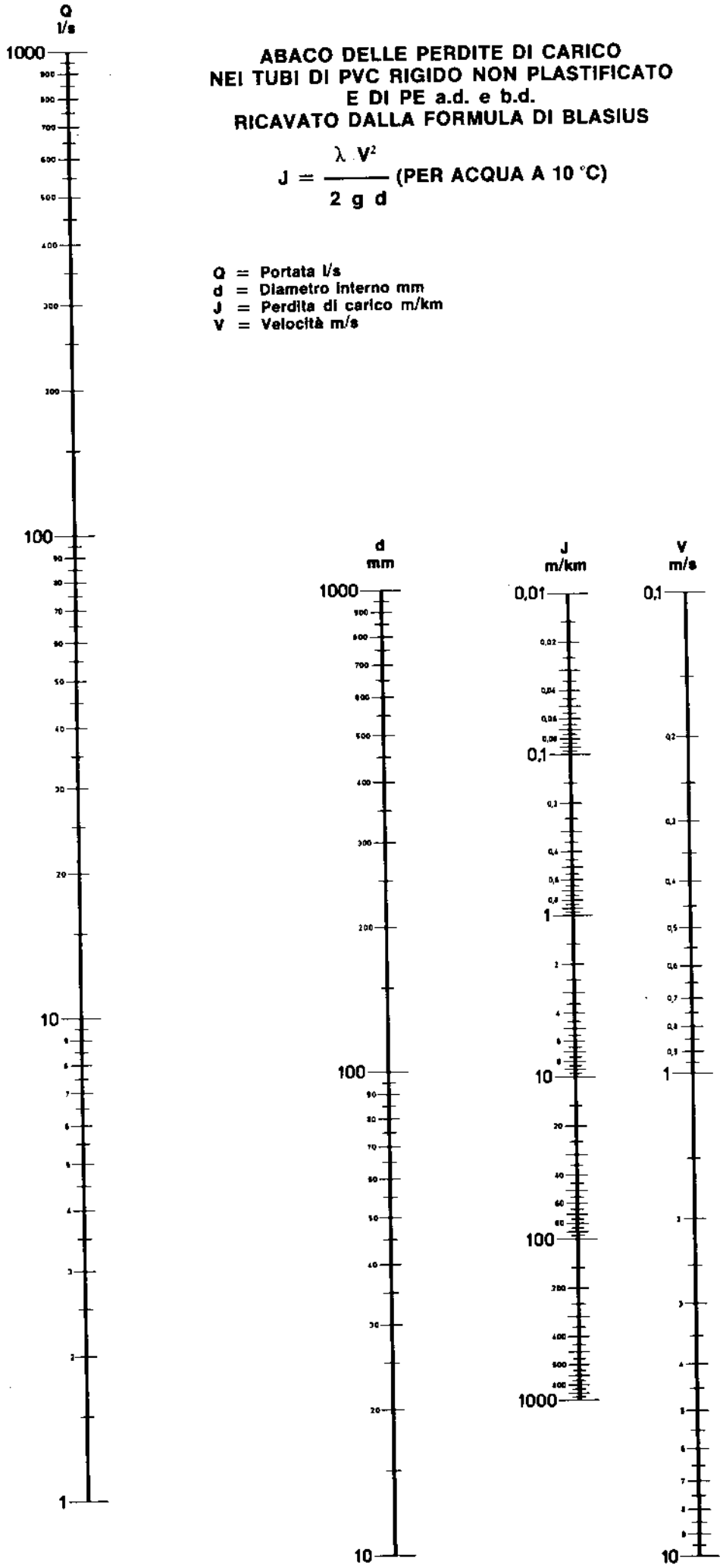
VALORE DEL COEFFICIENTE β IN FUNZIONE DELLA PORTATA E DEL DIAMETRO DELLA CONDOTTA



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

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

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 qe (l/s) per l'impianto e capacità del bacino d'integrazione C (mc) in funzione della portata disponibile qa l/s e del tempo di svuotamento T (ore)

qa l/s	*T (ore)*																					
	2		4		6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	qe	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*c*	*qe*	*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

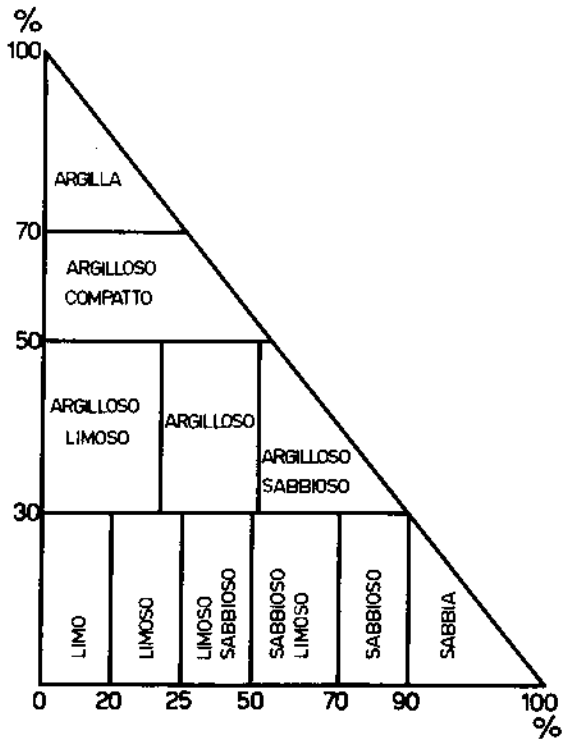
PROSPETTO XIV

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

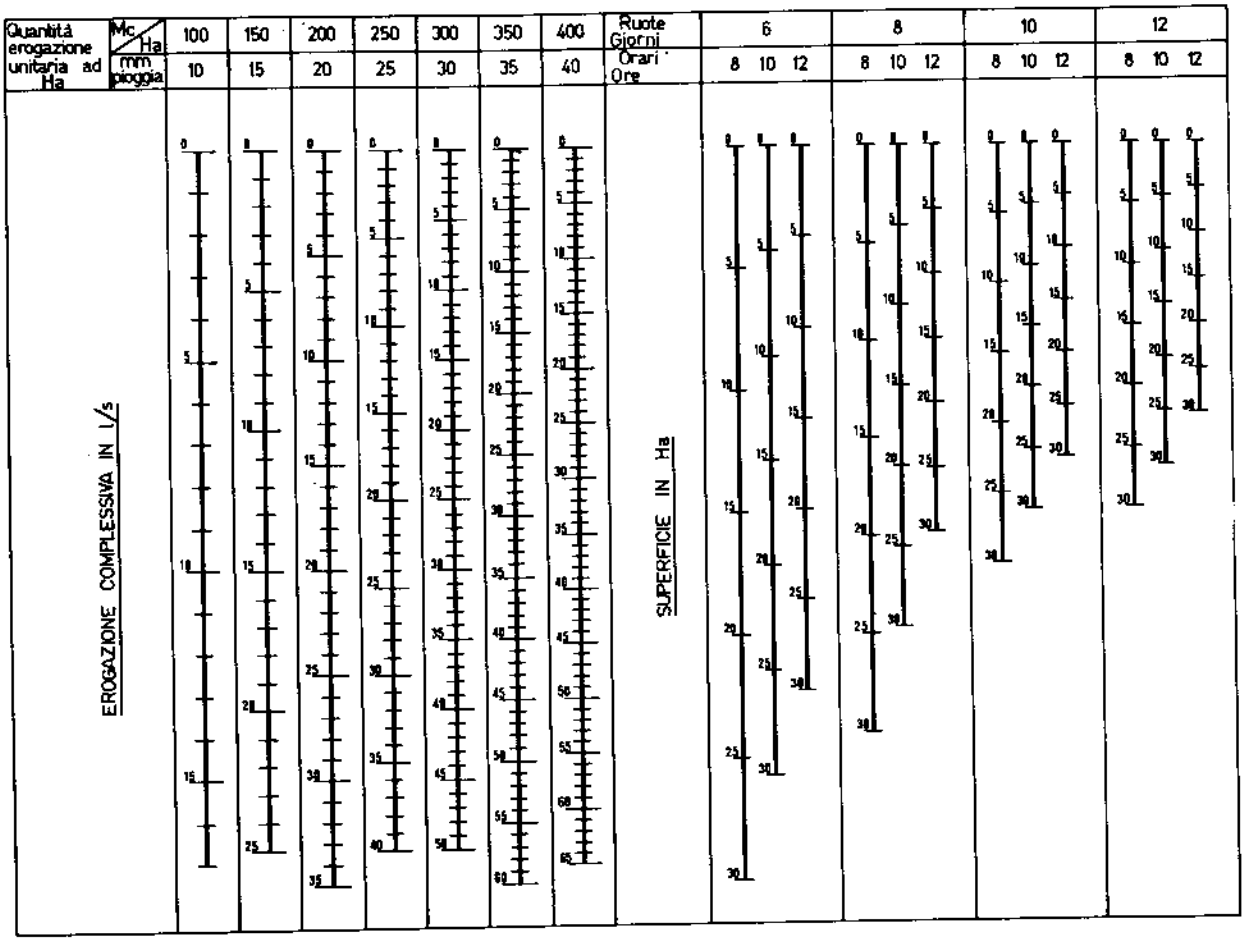
PROSPETTO XV

Grafico per la classificazione del terreno



PROSPETTO XVI

Abaco delle portate complessive



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 m³/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 m³/Ha. La cifra intercettata su questa verticale dà, circa 18 l/s, la portata cercata.

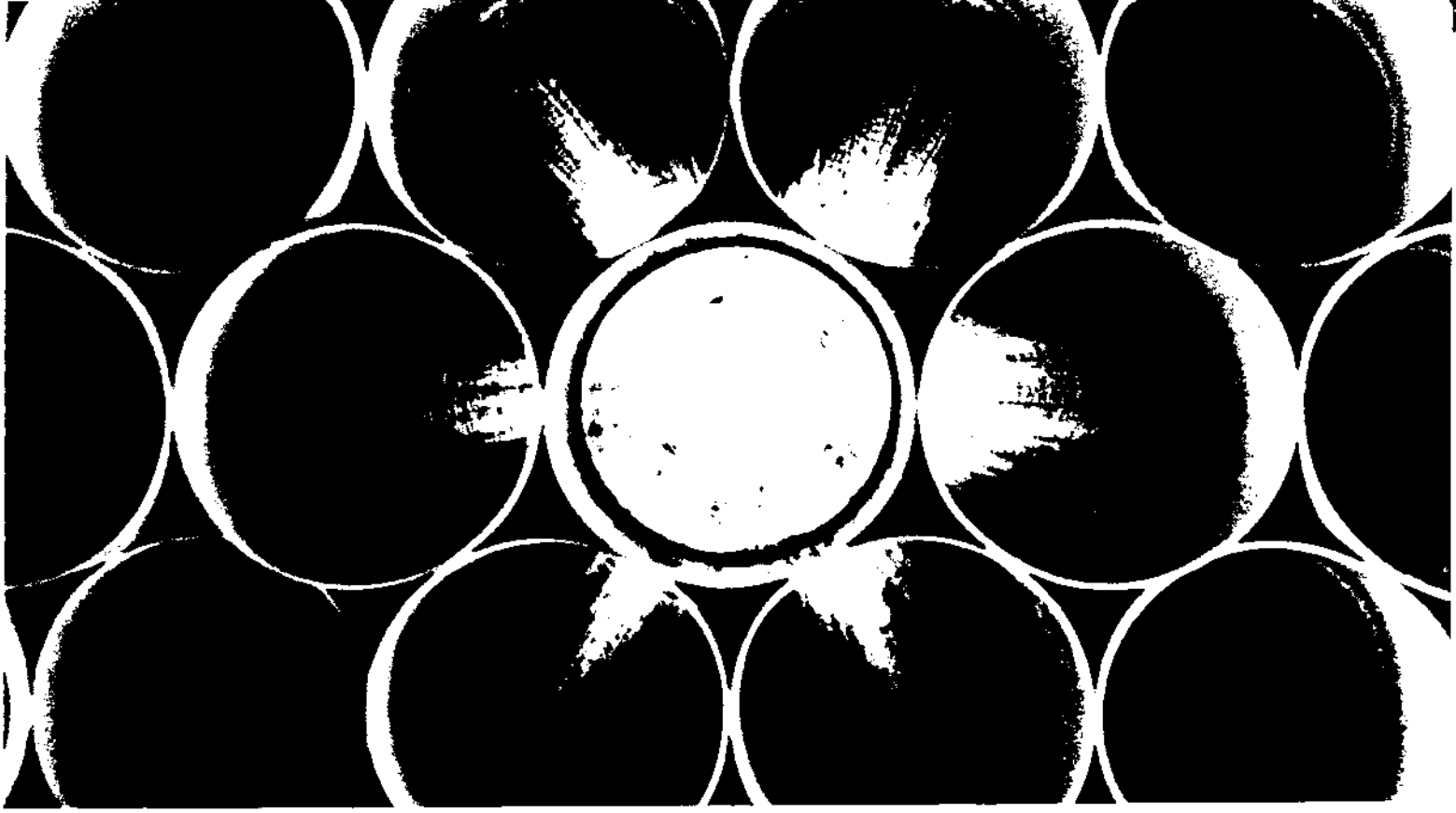
7.6. *Dimensioni e pesi dei tubi di PVC rigido della serie filettabile gas*

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
⅛ Gas	17,0										2,6	11,8	0,18
½ Gas	21,1							2,6	15,9	0,24	2,9	15,3	0,26
¾ 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
1¼ 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
1½ 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
2½ 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/dm³.



ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI

LE MATERIE PLASTICHE NELL'IRRIGAZIONE

Pubblicazione n. 15 - Luglio 1986

Manuale pratico per la realizzazione di piccoli impianti di irrigazione localizzata

SOMMARIO

Capitolo 1: INTRODUZIONE
Capitolo 2: PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E APPROVVIGIONAMENTO
Capitolo 3: TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI
Capitolo 4: PLANIMETRIA DELL'APPEZZAMENTO DA IRRIGARE
Capitolo 5: TIPO DI TERRENO
Capitolo 6: TIPO DI ACQUA. PORTATA E VOLUME DISPONIBILE
Capitolo 7: SCELTA DEL SISTEMA
Capitolo 8: REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
Capitolo 9: POSA IN OPERA
Capitolo 10: SISTEMI DI GIUNZIONE E LORO ESECUZIONE
Capitolo 11: GESTIONE DELL'IMPIANTO
Capitolo 12: ERRORI DA EVITARE
Capitolo 13: MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO
Capitolo 14: CONCLUSIONI
Capitolo 15: CARATTERISTICHE GENERALI (Appendice)
- **Resistenza chimica del PVC, PE a.d., PE b.d. e PP**
- **Materie plastiche di impiego corrente e loro caratteristiche**
- **Dimensioni e pesi dei tubi di PVC, PE a.d., PE b.d.**

Manuale pratico per la realizzazione di piccoli impianti di irrigazione localizzata

Capitolo 1
INTRODUZIONE

L'acqua è senza dubbio l'elemento più importante per lo sviluppo vegetativo e produttivo delle piante. Tutte le colture si avvantaggiano di un giusto apporto idrico, ma per le orto-floro-frutticole è possibile oggi, con una spesa relativamente modesta, considerando il valore delle colture stesse, attrezzarsi in modo da assicurare il giusto quantitativo di acqua nel terreno.

Considerando che l'economia delle aziende, orientate a minimizzare i costi, non permette eccessivi esborsi di danaro per sopralluoghi, progettazioni ed installazioni di impianti, si è resa evidente la necessità di approntare un manuale che consenta di realizzare autonomamente piccoli impianti irrigui più adatti alla propria realtà.

Capitolo 2
PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E APPROVVIGIONAMENTO

Tra i materiali destinati alla realizzazione dell'impianto irriguo predominano i manufatti (tubi, raccordi, giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc.) ottenuti dalle seguenti materie plastiche:
- PVC rigido (policloruro di vinile non plastificato).
- PE a.d. (polietilene ad alta densità).
- PE b.d. (polietilene a bassa densità).
- PP (polipropilene).

Sul mercato delle tubazioni di materiale plastico, si trovano frequentemente manufatti realizzati con prodotti di qualità scadente. Per evitare cattive sorprese è buona norma assicurarsi della conformità dei materiali impiegati alle caratteristiche prescritte dalle norme UNI.

Tale conformità è assicurata dal marchio IIP, gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con DPR n. 120 dell'1.2.75.

Il marchio IIP viene concesso alle aziende che, dopo accurati controlli preliminari intesi ad accertare la conformità delle loro produzioni alle norme UNI, si impegnano a mantenere con continuità il livello qualitativo richiesto (provvedendo in proprio a tutti i collaudi stabiliti) e a consentire un controllo periodico da parte dell'Istituto.

Il marchio viene applicato a caldo sui manufatti, accompagnato dal numero distintivo del concessionario ed è corredato da una serie di sigle che definiscono:
- il tipo di materiale;
- il diametro nominale;
- la pressione nominale;
- il marchio del produttore;
- il periodo di fabbricazione;
- il marchio IIP.

Per quanto concerne l'approvvigionamento dei manufatti plastici, si consiglia di consultare il «Notiziario dell'Istituto Italiano dei Plastici» che è inserito nella rivista «Seleplast» e che può essere richiesto all'Istituto.

Le prescrizioni per l'accettazione dei tubi, dei raccordi e dei giunti di PVC, di PE e di PP anche per la costruzione di impianti irrigui, sono contenuti nelle seguenti norme:

UNI 7441 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e caratteristiche.

UNI 7442 - Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e caratteristiche.

UNI 8471 - Valvole di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI ISO TR 7473 - Tubi e raccordi in policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato) - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 7611 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 7612 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI ISO TR 7474 - Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PE a.d.) - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 7990 - Tubi di polietilene a bassa densità per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI ISO TR 7472 - Tubi e raccordi di polietilene a bassa densità (PE b.d.) - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 8318 - Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 8895 - Valvole di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNIPLAST 383 - Raccordi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione (per saldatura nel bicchiere) - Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI ISO TR 7471 - Tubi e raccordi di polipropilene (PP) - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 8948 - Valvole di materiale termoplastico per uso in impianti di irrigazione - Tipi, dimensioni e requisiti (ex Uniplast 421) (In corso di stampa presso UNI).

UNIPLAST 402 - Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione.

Nota - Le norme UNI si possono richiedere a UNI - Piazza Diaz, 2 - Milano tel. 02/800548.

I progetti Uniplast si possono richiedere a Uniplast - Via M.A. Colonna, 43 - Milano - Tel. 02/3271209.

Capitolo 3

TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI

Tubi in barre

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 (fig. 1).

I tubi bicchierati devono essere accatastati in modo che i bicchieri non subiscano sollecitazioni che possano deformarli e che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo un'intera generatrice, ciò si ottiene facilmente posizionando le estremità bicchierate alternate e sporgenti dalla catasta.

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, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

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 (fig. 2).

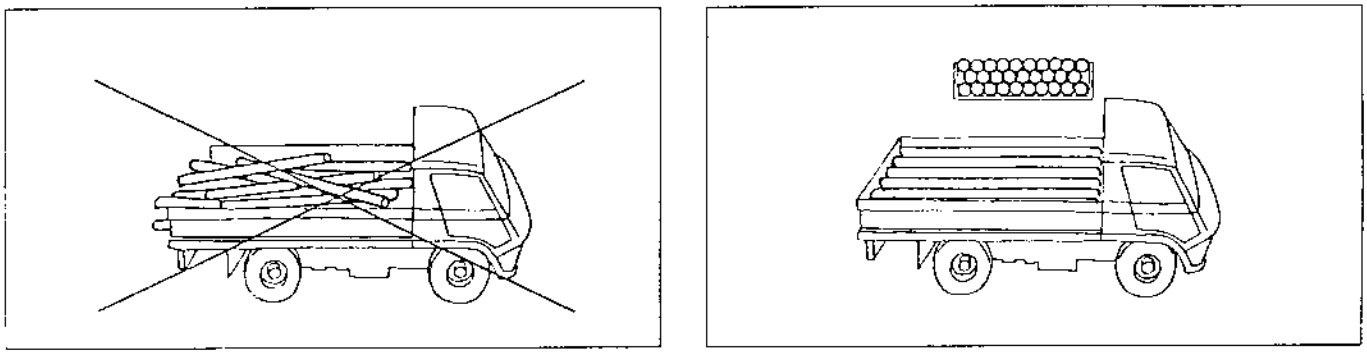


Fig. 1 - Trasporto in forma corretta dei tubi in barre.

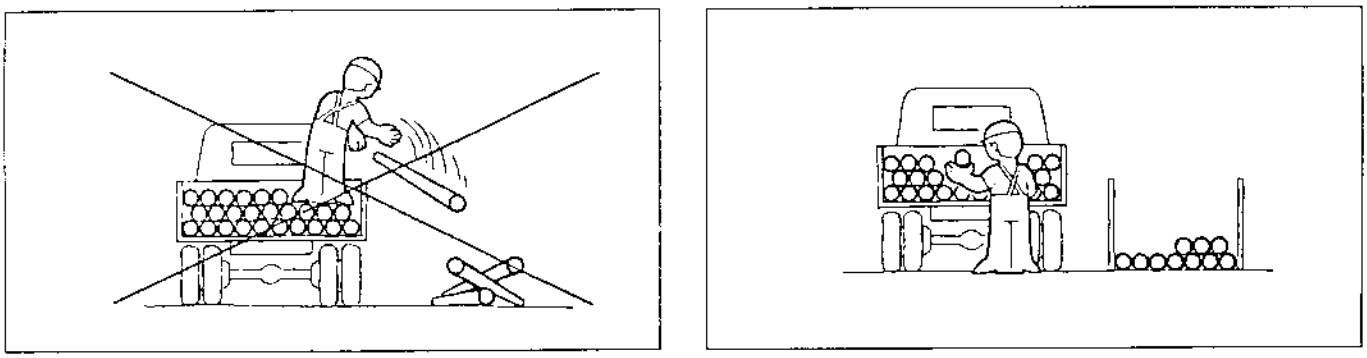


Fig. 2 - Carico e scarico dei tubi dai mezzi di trasporto.

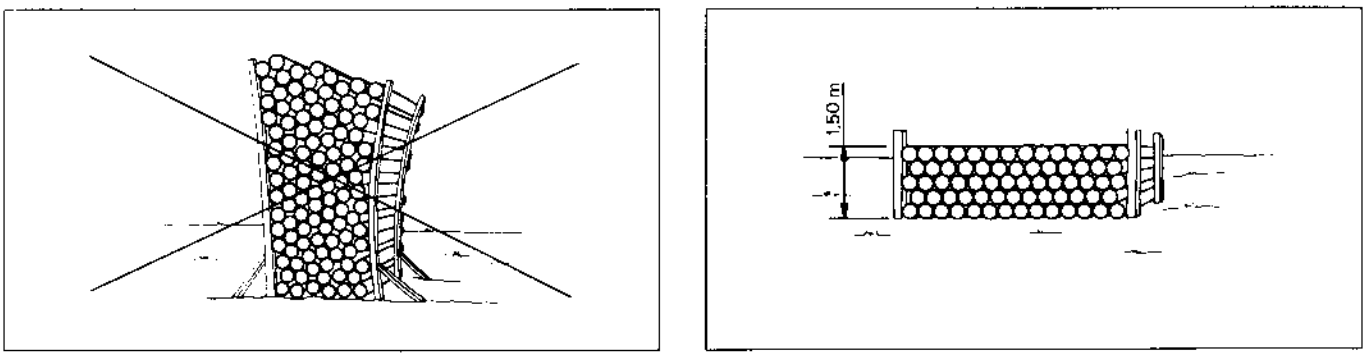


Fig. 3 - Accatastamento dei tubi in barre.

Accatastamento. I tubi devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esenti 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 (fig. 3).

Sei tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti (fig. 4).

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 precedente si tenga presente che i rotoli non devono mai essere trasportati né stivati in posizione verticale giacché potrebbero assumere eccessive ovalizzazioni o piegature; essi devono essere adagiati preferibilmente, in posizione orizzontale, eventualmente sovrapposti in più strati fino a 2÷2,50 m di altezza (fig. 5).

Se il diametro dei rotoli ne impedisce l'adagiamento sul fondo del mezzo di trasporto, essi possono essere sistemati verticalmente e adeguatamente sostenuti.

Raccordi ed accessori

Questi pezzi sono forniti, per quanto possibile, in appositi imballaggi.

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

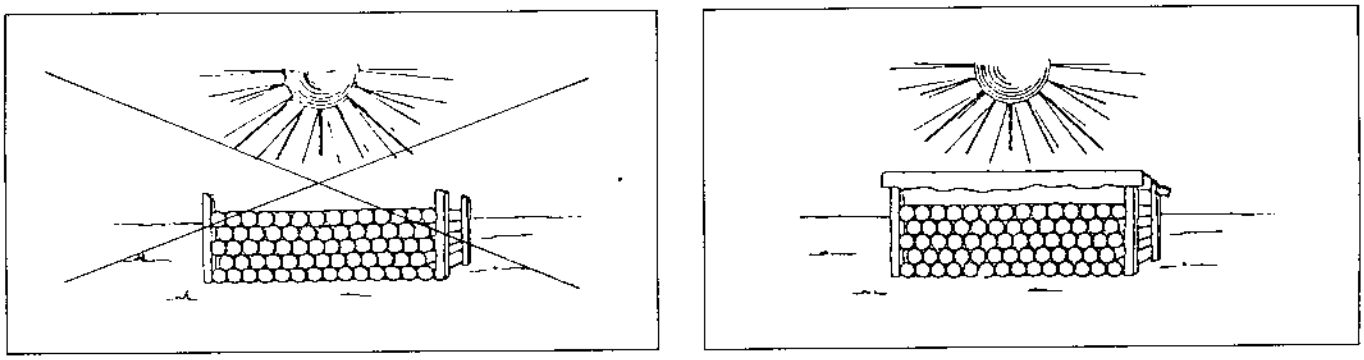


Fig. 4 - Protezione dai raggi solari.

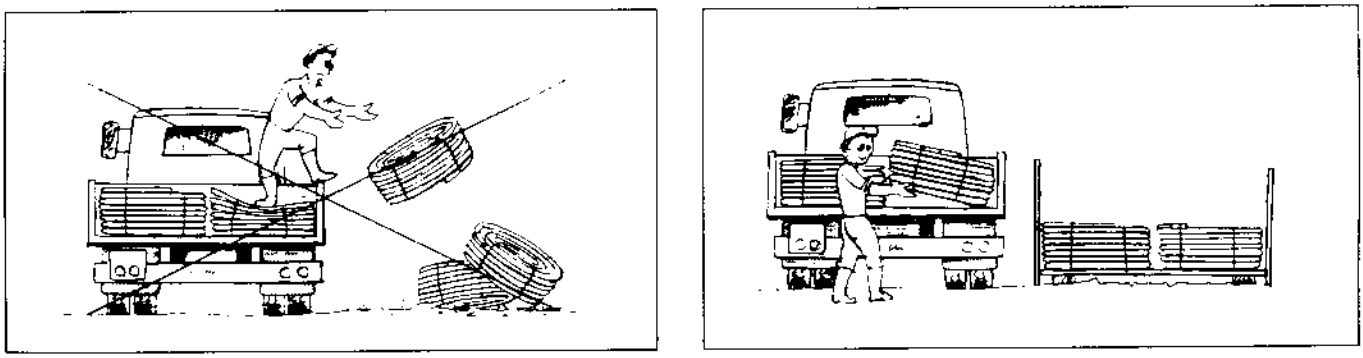


Fig. 5 - Trasporto e accatastamento dei tubi in rotoli.

Capitolo 4

PLANIMETRIA DELL'APPEZZAMENTO DA IRRIGARE

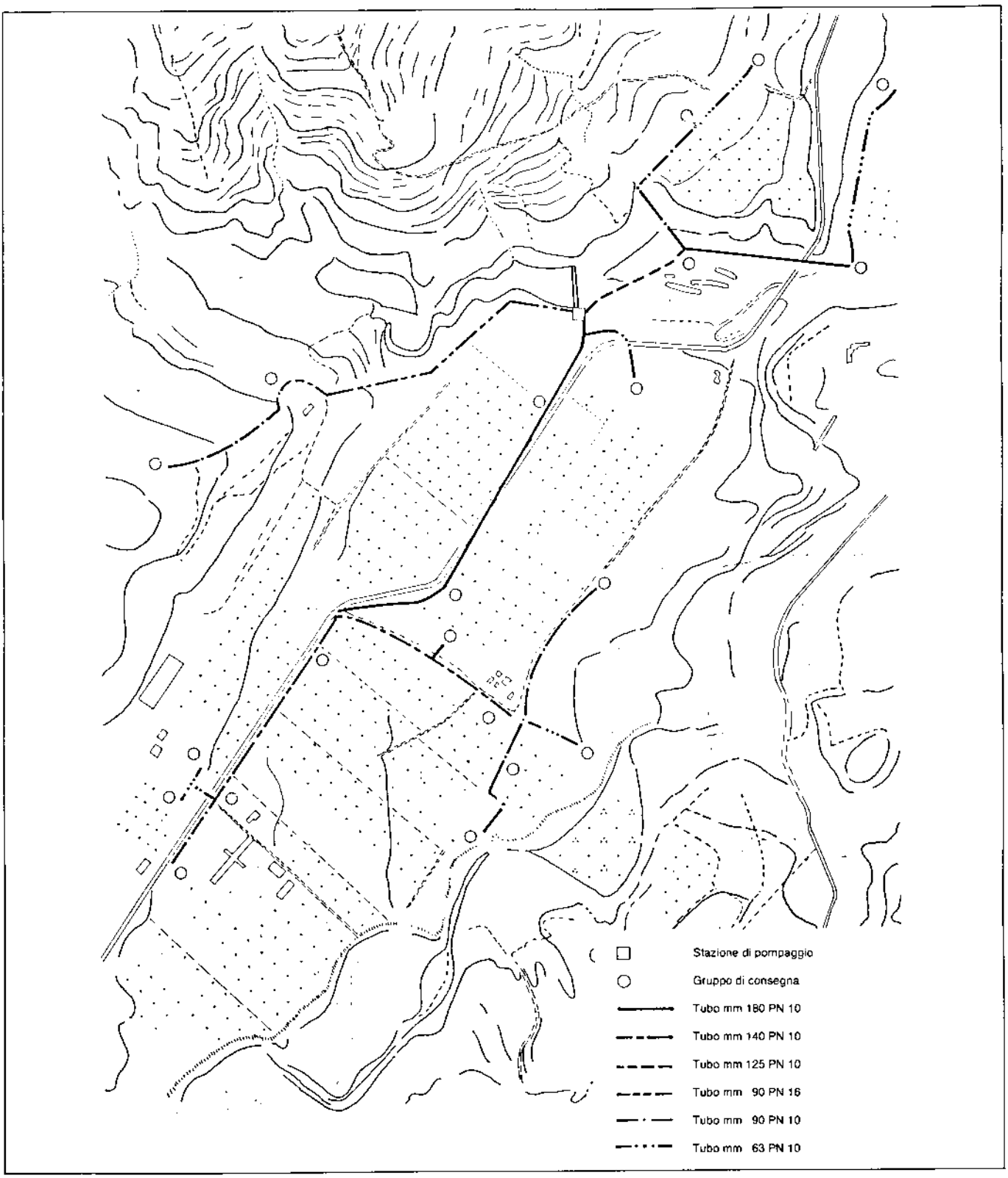
Una planimetria con riportati i dati agronomici delle particolari colture: tipi di coltura, sesto d'impianto, direzione dei filari ed andamento altimetrico (fig. 6), dovrà essere in scala 1:1000 o 1:2000 e servirà, soprattutto, per effettuare una valutazione del corpo idrico richiesto e per confrontare quest'ultimo con le risorse idriche e quindi settorizzare o meno l'impianto.

Sulla stessa planimetria è possibile valutare lo sviluppo delle tubazioni che formano l'impianto e le relative sezioni in funzione delle portate e delle perdite di carico disponibili.

Dopo le considerazioni sopra esposte si deve tenere conto di questi fattori:

- altimetria (v. velocità di deflusso);
- collocamento geografico (costiero, collinare, ecc.);
- esposizione;
- destinazione agricola;
- capacità di apporto dell'acqua (per es: sostanze disciolte o dissolvibili);
- composizione chimica dei terreni (per es: capacità di ritenere elementi nutrizionali).

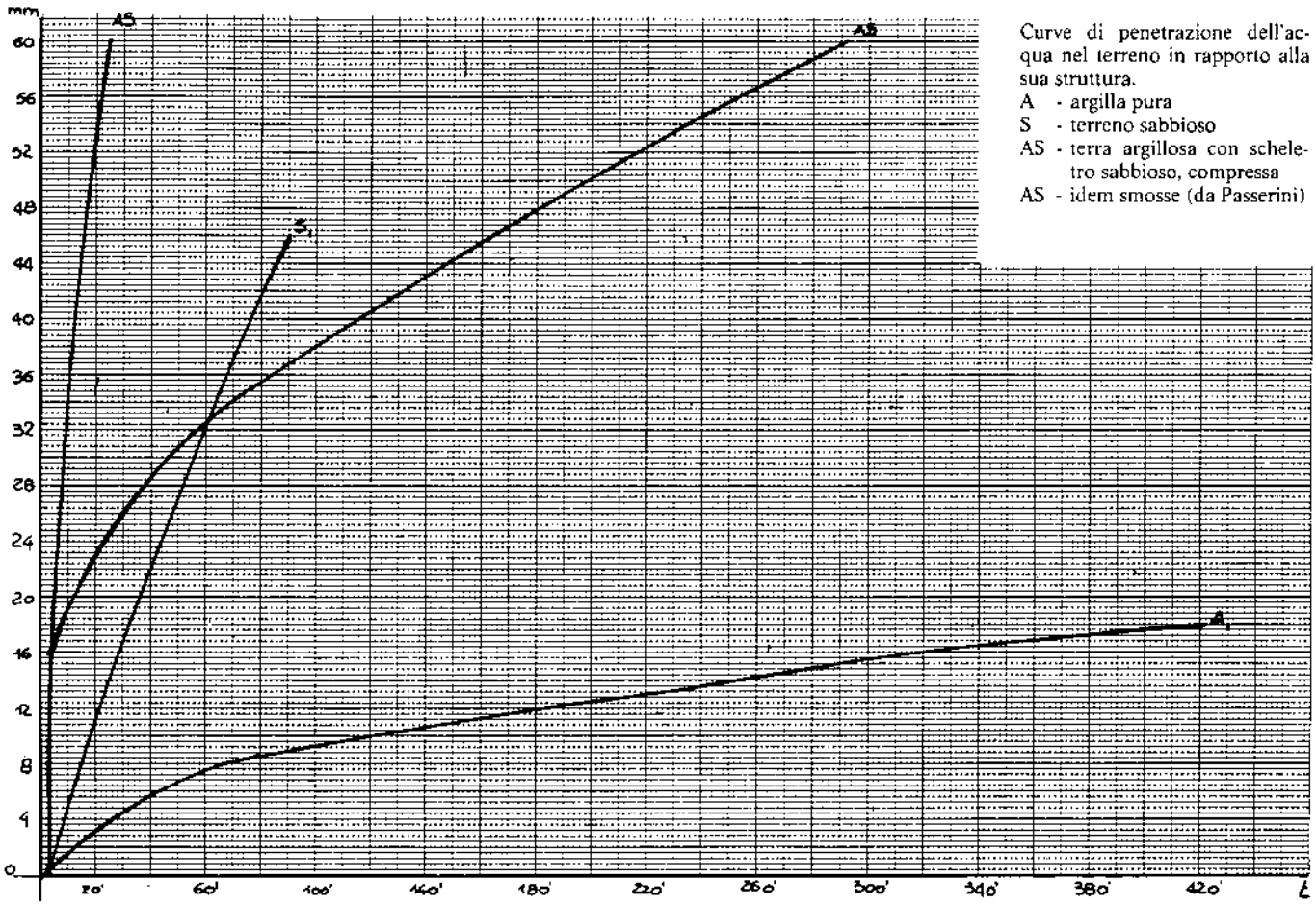
Fig. 6 - Esempio di planimetria per la valutazione del corpo idrico richiesto.



Capitolo 5
TIPO DI TERRENO

La conoscenza del tipo di terreno è fondamentale soprattutto per la determinazione del volume di adacquamento, del tipo di erogatori da adottare e della distanza tra gli stessi.

La capacità di trattenimento dell'acqua da parte dei terreni varia enormemente in funzione della natura di questi e così pure la diffusione dell'acqua; in base a ciò si



Curve di penetrazione dell'acqua nel terreno in rapporto alla sua struttura.
A - argilla pura
S - terreno sabbioso
AS - terra argillosa con scheletro sabbioso, compressa
AS - idem smosse (da Passerini)

Fig. 7 - Diagramma diffusione acqua/tempo per vari tipi di terreno

effettua la scelta del sistema irriguo (goccia, microjet, etc.) con la tendenza ad applicare il sistema a goccia in presenza di terreni di medio impasto o tendenzialmente forti e l'applicazione di sistemi a microjet in presenza di terreni sabbiosi e/o ricchi di scheletro.

In relazione alla capacità di trattanimento d'acqua da parte del terreno ed in relazione alle modalità di diffusione dell'acqua (fig. 7), si sceglie il tipo di erogatore e la disposizione dell'impianto.

In presenza di terreni sabbiosi, vulcanici o comunque molto leggeri, saranno adottati impianti con erogatori più ravvicinati ed a portata più alta. Al contrario, in presenza di terreni di medio impasto o tendenzialmente pesanti, si adotteranno impianti con erogatori più distanziati e di minor portata.

Capitolo 6
TIPO DI ACQUA, PORTATA E VOLUME DISPONIBILE

Si riconoscono, fondamentalmente, quattro tipi d'acqua impiegabili per l'irrigazione:
1) acque di pozzo prive di sabbia;
2) acque di pozzo con sabbia;
3) acque superficiali decantate (di invaso o lago);
4) acque superficiali con sabbia (di canale o fiume).

La perfetta conoscenza della natura dell'acqua è molto importante al fine di definire il tipo di filtrazione da adottare ma, soprattutto per stabilire la sua idoneità per usi irrigui.

Benché l'irrigazione localizzata consenta l'uso d'acqua di scarsa qualità, esiste ugualmente un limite di salinità al di sopra del quale è sconsigliabile l'utilizzo dell'acqua[1].

La portata d'acqua disponibile va sempre confrontata con la portata richiesta dell'impianto adottato. Tale raffronto consentirà all'utente di valutare la possibilità di irrigare globalmente l'appezzamento o settorizzarlo.

La localizzazione della sorgente idrica è molto importante perché ad essa sono legati i costi delle condotte di adduzione all'impianto e dell'energia di pompaggio.

La conoscenza della forza motrice già disponibile in azienda è utile per ottimizzare l'impiego di tale risorsa.

[1] La torbidità, in genere, non rappresenta un ostacolo in quanto è sempre abbattibile con procedimenti vari.

Capitolo 7
SCELTA DEL SISTEMA

Si possono individuare ed applicare i seguenti sistemi di irrigazione localizzati:

A) Irrigazione a goccia

Nell'irrigazione a goccia, l'erogazione di acqua avviene attraverso gocciolatori che possono essere connessi alla linea gocciolante direttamente o indirettamente, oppure essere realizzati sulla linea gocciolante stessa. Dai gocciolatori l'acqua fuoriesce, in quantità predeterminata, senza apprezzabile velocità (energia residua trascurabile) dando luogo ad una localizzazione puntiforme dell'apporto idrico.

B) Irrigazione a mucrojet

L'erogazione avviene tramite elementi che, al contrario dei gocciolatori, consentono all'acqua in uscita una certa energia cinetica residua che permette di produrre un getto atto a ricoprire una ben determinata superficie circolare o semicircolare con notevole uniformità di bagnatura.

C) Irrigazione a sorso

Avviene in maniera discontinua e per volumi notevoli attraverso erogatori, con energia cinetica residua e grandi portate, caratterizzati da ampie sezioni di deflusso.

D) Sub-irrigazione capillare

L'erogazione avviene attraverso apposite speciali fessure nell'ala erogatrice che è posta interrata nella zona dell'apparato radicale della coltura. Le ali sono caratterizzate da tubi di elevata elasticità, già fessurati, che consentono l'apertura delle fessure quando il sistema va in carico e la chiusura delle stesse quando il sistema è in fase di riposo: il sistema è pulsante.

La scelta del sistema più indicato dipende essenzialmente dai seguenti fattori:

Natura del terreno

Terreni di medio impasto o tendenzialmente leggeri ad andamento pianeggiante o declive, sono particolarmente adatti per l'irrigazione a goccia qualora il sistema vada bene per la coltura.

Sui terreni molto leggeri (tipo sabbia o terreni vulcanici), che hanno scarsa tendenza al trattenimento dell'acqua, sono più indicati impianti per aspersione a microjet in quanto la maggior superficie bagnata compensa la scarsa capillarità del terreno.

Terreni tendenzialmente pesanti (argillosi e limosi) richiedono preferenzialmente impianti localizzati a bassissima densità d'erogazione ma effettuata frequentemente; ciò permette all'acqua di filtrare nel terreno senza creare zone asfittiche superficiali.

Tipo ed assetto della coltura.

Colture erbacee a solchi o colture arboree a filari sono particolarmente indicate per l'irrigazione a goccia e sub-irrigazione, mentre colture senza sesto d'impianto definiti, tipo bancali di fiori o quadri di verdure a spaglio, sono più adatte per l'irrigazione a microjet. Lo stesso dicasi per bancali di semenzai o di radicazione in genere, dove l'uniformità di bagnatura superficiale è indispensabile per la germogliazione e per il successivo sviluppo dell'apparato radicale.

Tipo di acqua e disponibilità della medesima

Quando si dispone di acque reflue da impianti di depurazione che normalmente sono ancora assai inquinate e quindi non devono andare a contatto con la parte commestibile delle colture, l'impianto più indicato è quello per sub-irrigazione capillare, o a sorso. La sub-irrigazione è l'unico sistema che, una volta installato, non crea più ostacoli superficiali alle operazioni colturali, quali sarchiatura e trattamenti vari.

Gli impianti di irrigazione localizzata, in genere, richiedono cicli d'irrigazione frequenti, se non giornalieri; di ciò si deve tener conto in caso di disponibilità idrica turnata.

Ventosità

L'azione del vento crea disomogeneità di bagnatura e notevole evaporazione qualora si adottino sistemi ad aspersione. Per le zone ventose, se le colture lo consentono, sono consigliabili impianti a goccia o a sub-irrigazione.

Capitolo 8
REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Per garantire il buon funzionamento dell'impianto nel tempo, è indispensabile prevedere, oltre ai componenti predetti, anche quei componenti che spesso, erroneamente, vengono considerati superflui. La loro mancanza può pregiudicare irreversibilmente il rendimento dell'impianto stesso.

Stazione di approvvigionamento idrico

Si distinguono due casi:
a) l'Azienda dispone di potenza installata ed intende avvalersene,
b) l'Azienda non dispone di potenza installata.

Nel caso a) l'impianto sarà dimensionato tenendo conto della potenza disponibile ed eventualmente si dovrà settorizzare e gestire in maniera sequenziale.

Nel caso b) si è liberi nella scelta perché sarà la stazione di pompaggio da dimensionare in funzione dell'impianto che sarà scelto nella maniera più razionale.

Le stazioni di pompaggio consistono, generalmente, in pompe centrifughe orizzontali o verticali a seconda del tipo di presa; qualora si utilizzi acqua di pozzo con falda profonda (> 7 m) è necessario adottare pompe verticali sommerse. La potenza della stazione di pompaggio è funzione della portata richiesta dell'impianto e della pressio-

ne di esercizio del medesimo sulla quale influiscono fattori diversi. Possono essere utilizzate, indifferentemente, elettropompe o moto-pompe sottolineando, però, la necessità di disporre, comunque, di un margine di potenza pari al 20-30%; in ogni caso, inoltre, si dovrà prevedere l'installazione di un pressostato «salvamotore» nel gruppo di pompaggio.

Stazione di filtraggio

La stazione di filtraggio, posta dopo la stazione di pompaggio, deve essere prevista anche quando si ha l'impressione di trovarsi ad usare acque perfettamente limpide perché anche piccoli corpuscoli trasportati dal corpo idrico non filtrato potrebbero ostruire i piccoli passaggi degli erogatori e compromettere l'efficienza dell'impianto.

Le stazioni di filtraggio si differenziano enormemente a seconda della natura e della provenienza dell'acqua. Nel caso di acque di pozzo che non trasportano sabbia è sufficiente una filtrazione con filtri a maglie di adeguate dimensioni; normalmente vengono utilizzate reti con maglie da 100 ÷ 160 mesh (numero di maglie di un setaccio contenute in un pollice).

In presenza di sabbia occorre installare, prima delle filtrazioni a rete, un sistema di abbattimento della sabbia a idrocicloni. Se si tratta, invece, di acqua di superficie (invaso, canale, fiume, consortile) oltre ai due tipi di filtrazione sopra descritti, dovranno essere previsti, tra l'abbattimento ad idrocicloni e la filtrazione a rete, dei filtri a graniglia per arrestare eventuali alghe o impurità organiche. Questi ultimi filtri devono essere attrezzati per effettuare manualmente o automaticamente il controlavaggio per espellere dall'alto le impurità organiche depositate.

Nel caso di portate notevoli o di acque particolarmente sporche, è senza dubbio conveniente adottare sistemi automatici di spurgo e di lavaggio dei filtri.

L'intervento degli automatismi è comandato dalla differenza di pressione tra ingresso ed uscita dalla stazione di filtraggio. Normalmente tale valore è dell'ordine di 0,3 ÷ 0,7 atm.

Apparecchiature di controllo e di comando

Con questa denominazione si intendono quegli elementi che assicurano funzionalità, certezza di gestione e sicurezza dell'impianto; in particolare sono necessarie:

- valvole volumetriche: servono per la predeterminazione dei turni di adacquamento;
- valvole regolatrici di pressione: servono per mantenere costante la pressione nelle linee distributrici;
- valvole di intercettazione manuali o servocomandate: servono per indirizzare o interrompere il flusso idrico;
- valvole di sfiato: servono per espellere l'aria in fase di riempimento delle condotte o per l'immissione nel caso di svuotamento; vengono installate nei punti più alti delle condotte;
- valvole di sfogo: servono per lo svuotamento o drenaggio dell'impianto; vengono installate nei punti più bassi dell'impianto;
- valvole di sicurezza: sono valvole di massima pressione che vengono installate sull'impianto per proteggerle da eventuali dannose sovrapressioni;
- pressostati di massima e di minima: sono elementi sensibili alla pressione che hanno la capacità di interferire sull'alimentazione dei motori delle stazioni arrestandoli qualora la pressione raggiunga valori massimi o minimi indesiderati;
- valvole di ritegno: servono per evitare l'inversione di flusso dell'impianto fermo;
- centralina o programmatore di irrigazione.

Fertirrigazione

Gli impianti di irrigazione localizzata si prestano agevolmente alla pratica della fertirrigazione.

Tale pratica, che consiste nel distribuire fertilizzanti insieme all'acqua d'irrigazione, è resa possibile per i seguenti motivi:

- questi impianti sono realizzati completamente in materiali plastici e quindi inattaccabili chimicamente dal fertilizzante;
- i fertilizzanti chimici sono solubili in acqua e non presentano particolari problemi di ostruzione.

Nella fig. 8 sono illustrate schematicamente le installazioni relative alla filtrazione e alla fertirrigazione in funzione dei tipi di acqua disponibile (cap. 6).

I vantaggi della fertirrigazione sono notevoli:

1) ottima uniformità di distribuzione;
2) tempestività dell'intervento;
3) risparmio di fertilizzante (data la localizzazione e la diminuzione delle perdite per percolazione in falda profonda e dilavamento superficiale);
4) eliminazione del fenomeno della lisciviazione;
5) riduzione del costo di manodopera e dei mezzi meccanici ausiliari;
6) non coinvolgimento della fertilizzazione nell'interfilare con inibizione della nascita di erbe infestanti;
7) possibilità di automazione e programmazione.

Linee di adduzione

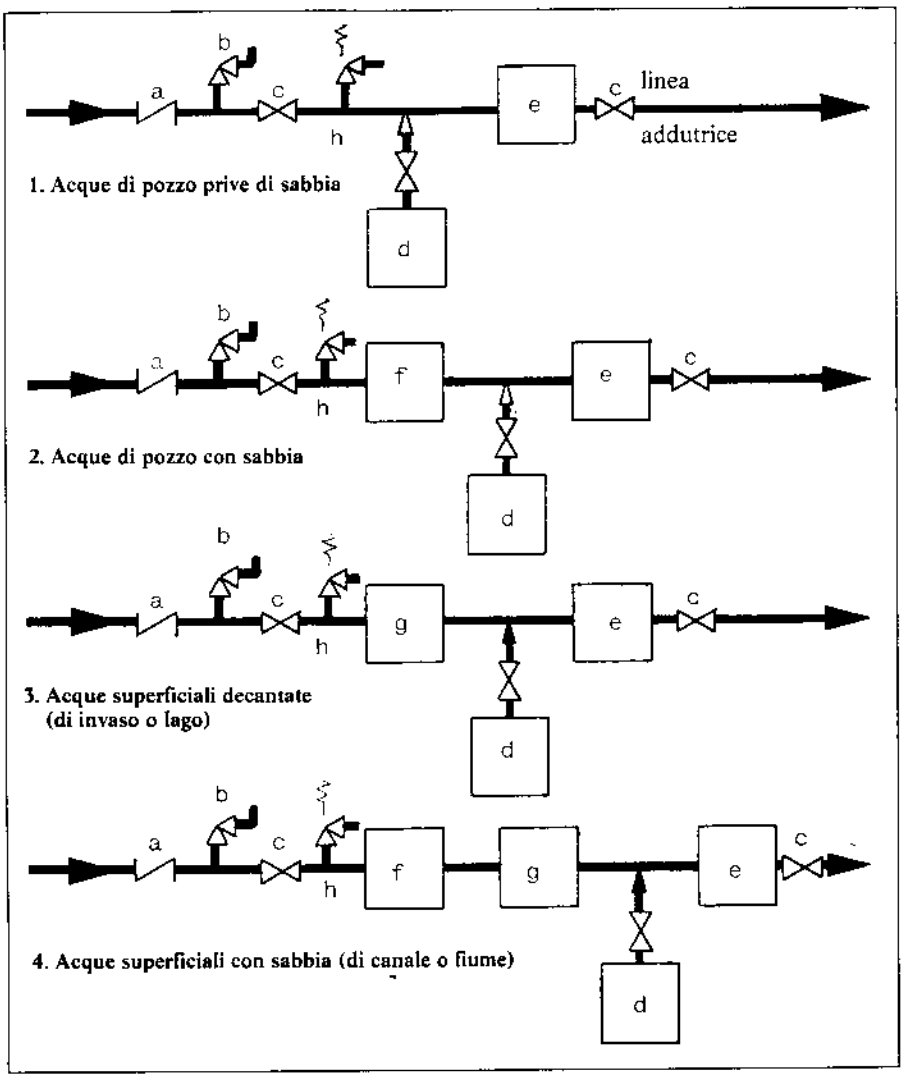
Per linea di adduzione si intende la tubazione che parte dalla sorgente idrica e, attraverso le stazioni di pompaggio e filtraggio, convoglia l'acqua alle linee distributrici.

Per piccoli impianti, data l'esiguità delle portate, i tubi maggiormente impiegati sono quelli di diametro esterno compreso tra 40 e 200 mm.

Come classi di pressione si utilizzano prevalentemente tubi PN 2,5 - PN 4 - PN 6 - PN 10 e PN 16.

La velocità dell'acqua all'interno del tubo deve essere possibilmente compresa tra 1 e 2 m/s.

Questi valori consigliati di velocità scaturiscono da un compromesso di economicità dell'impianto e della gestione del medesimo; infatti velocità più elevate porterebbero ad elevate perdite di carico e quindi ad elevati costi energetici in fase di gestione. Velocità più basse richiedono se-



Legenda

a – valvola di ritegno
b – valvola di sfiato
c – valvola di intercettazione a sfera
d – fertirrigatore
e – filtro di sbarramento a maglie
f – filtro a gravità - idrocicloni
g – filtro a granaglia
h – valvola di sicurezza

Fig. 8 - Esempi di schemi di testate d'impianto

zioni di condotte maggiori e quindi maggior costo d'impianto.

Il calcolo della sezione più idonea delle condotte si può effettuare con l'abaco delle perdite di carico (fig. 9).

Per gli impianti più sofisticati occorre tener presente le perdite localizzate, in maniera analitica.

Linee di distribuzione

Sono quelle tubazioni che, diramandosi dalle linee di adduzione, vanno ad alimentare a loro volta le linee erogatrici.

Diametri e pressioni nominali dei tubi sono gli stessi di quelli previsti per l'adduzione, mentre, al fine di ridurre per quanto possibile le perdite di carico e quindi mantenere una pressione uniforme lungo tutta la linea, le velocità dovranno essere sensibilmente inferiori (0,6 ÷ 0,8 m/s).

Con l'adozione di erogatori autocompensanti possono essere ammesse velocità superiori.

Linee erogatrici

Sono quelle linee che si diramano dalla linea distributrice e su cui vanno inseriti gli erogatori. Tali linee devono essere dimensionate in modo tale che, per la portata prevista e per la lunghezza della linea, la perdita di carico sia la minima accettabile per assicurare la massima uniformità di erogazione lungo l'intera linea.

Le tubazioni impiegate per queste linee hanno diametri esterni compresi tra 12 e 32 mm.

I materiali impiegati sono ancora PVC rigido, PE ad, PE bd.

La lunghezza massima di queste linee è legata all'uniformità di erogazione richiesta. Su queste linee, naturalmente vanno inseriti gli erogatori che sono stati scelti in funzione del tipo di terreno e del tipo di coltura.

Le linee erogatrici vengono normalmente installate a cielo aperto per cui sono soggette ad invecchiamento dovuto agli agenti atmosferici ed ai raggi UV. Per ovviare a questo inconveniente la concessione del marchio IIP per i tubi e per i raccordi di PE è subordinata a un contenuto di nero fumo non inferiore al 2%.

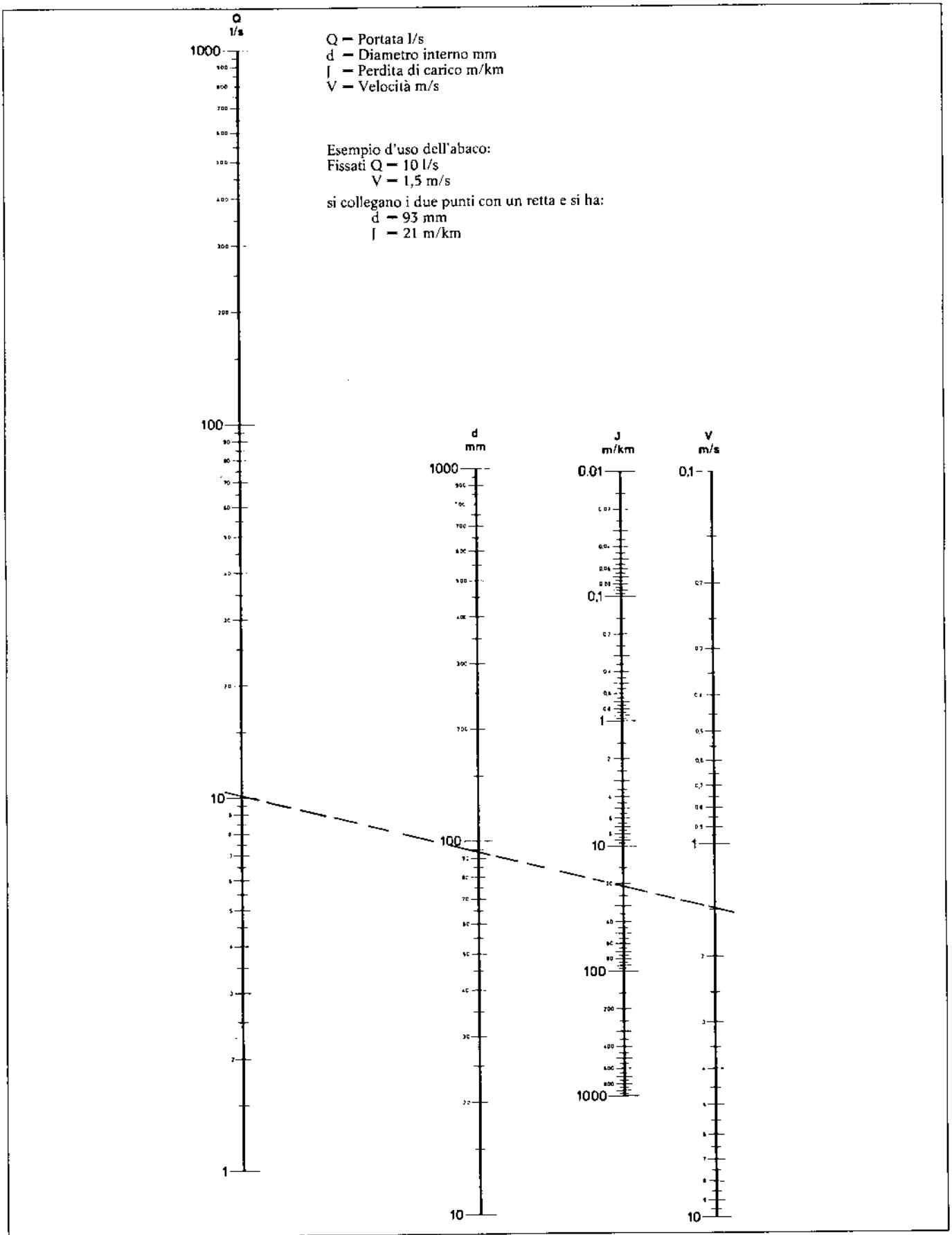


Fig. 9 - Abaco delle perdite di carico nei tubi di PVC rigido, di PE a.d., di PE b.d. ricavato dalla formula di Blasius.

Capitolo 9
POSA IN OPERA

Per quanto riguarda la posa in opera delle tubazioni ed accessori in materiale plastico, occorre tener presente i seguenti principi basilari:

1. Tubazioni di PVC

Le tubazioni di PVC sono eccellenti per essere installate interrate: le fasi più delicate nell'installazione sono quelle di movimentazione, trasporto e reinterro perché il materiale è deteriorabile qualora subisca urti violenti. Nel caso di giunzioni con bicchiere ad incollaggio, occorre tener presente il tempo di presa del collante prima di sollecitare l'impianto. Nel caso di giunzioni a bicchiere con anello elastomerico, è necessario considerare le inevitabili spinte prevedendo gli opportuni blocchi di ancoraggio. I blocchi di ancoraggio sono consigliati anche nei casi di giunzione ad incollaggio. Durante il montaggio e prima del collaudo è necessario bloccare il tubo in maniera discontinua lasciando scoperti i giunti fino a collaudo avvenuto e positivo (incavallottamento).

2. Tubi di PE

Questi tubi possono essere installati sia interrati che aerei. Fino al D 110[2] mm sono forniti in rotoli di lunghezza da 50 a 200 metri a seconda del diametro. Per le loro movimentazioni, trasporto ed accatastamento, vedi il capitolo 3. Inoltre, essendo forniti in rotoli di notevole lunghezza, è richiesto un minor numero di giunzioni. La flessibilità delle tubazioni di PE consente di attuare variazioni di direzione senza dover ricorrere a pezzi speciali aggiuntivi.

È necessario prevedere valvole di sfiato nei punti più alti dell'impianto e valvole di drenaggio nei punti più bassi.

Le tubazioni dovranno essere posate ad una profondità di almeno 80 cm dalla generatrice superiore per permettere lavorazioni colturali di superficie.

a) Letto di posa

Una certa cura dovrà essere dedicata alla rifinitura della trincea di posa: dovranno essere evitate punte rigide a contatto con il tubo quali pietre, inerti vari ecc.

I tubi non dovranno essere posati sul fondo dello scavo, ma su un letto di posa con altezza minima di 10 cm, costituito da sabbia o da altro materiale fine. Il letto di posa dovrà essere compattato (fig. 10).

b) Fase iniziale di riempimento

La prima fase del ricoprimento è bene eseguirla a mano con materiale fine, possibilmente sabbioso.

Il materiale di rivestimento direttamente a contatto con il tubo, fino ad un'altezza uniforme di 30 cm misurati a partire dalla generatrice più alta del tubo, deve essere costituito da sabbia o da altro materiale fine e compattato a mano (fig. 11).

c) Riempimento dello scavo

Il riempimento dello scavo viene effettuato con il materiale estratto dallo scavo stesso, spurgato delle parti di dimensioni superiori a 100 mm dei detriti vegetali, animali, ecc. e scegliendo, di preferenza materiali contenenti meno

Per ulteriori notizie sulla posa in opera dei tubi confronta la Raccomandazione n. 9 - cap. 5. «Impianti di irrigazione realizzati con tubazioni di materia plastica» edita dall'Istituto Italiano dei Plastici - Via C.I. Petitti, 16 - 20149 Milano.

[2] Per il diametro 110 mm si può incontrare qualche difficoltà nello svolgimento del rotolo a bassa temperatura.

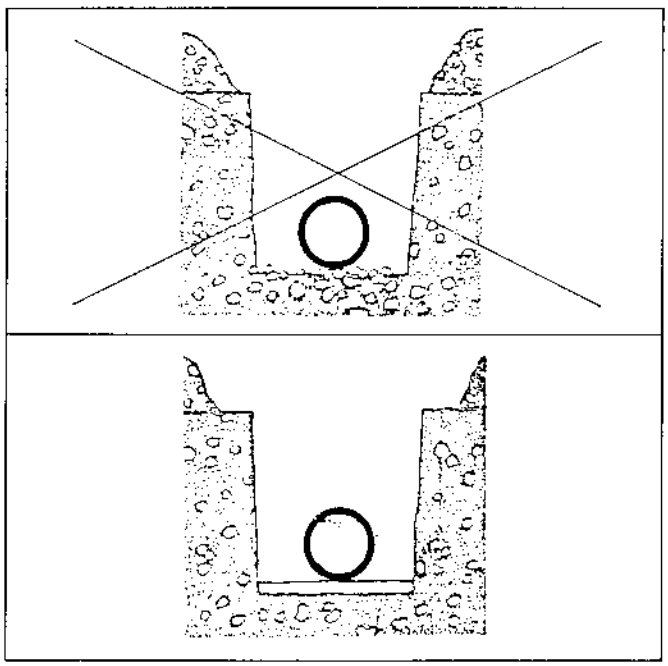


Fig. 10 - Letto di posa

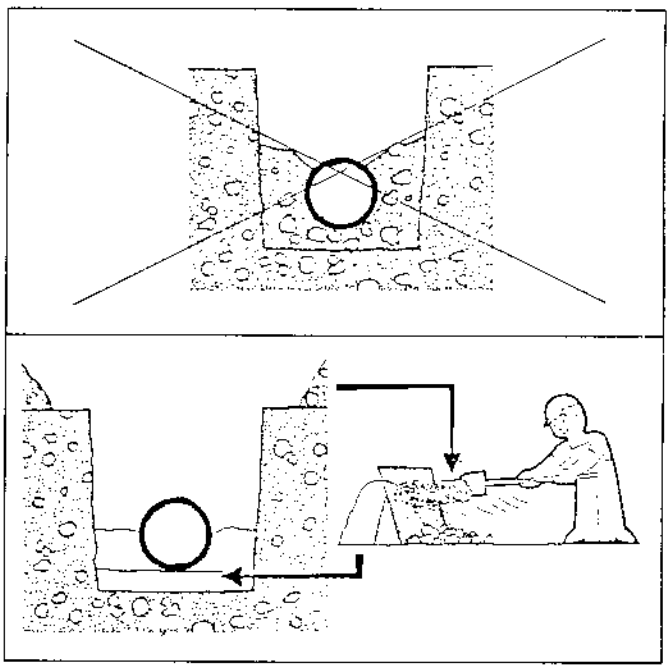


Fig. 11 - Fase iniziale di riempimento

del 30% di elementi superiori a 20 mm ad eccezione di torba, coccio e suoli molto organici.

È consigliata l'eliminazione di argilla e limo. Il riempimento viene attuato per strati successivi di spessore ≤ 30 cm da compattare l'uno sull'altro (fig. 12).

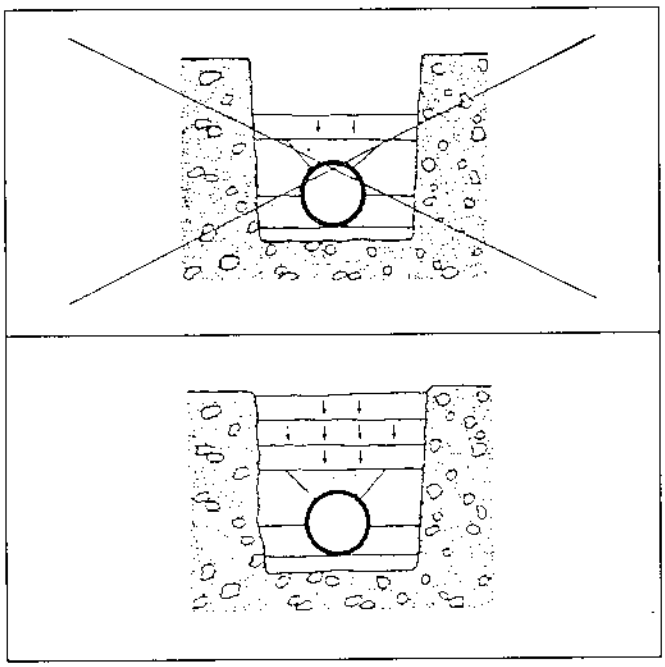


Fig. 12 - Riempimento dello scavo

d) Prova di tenuta idraulica

La prova deve essere effettuata su due tronconi di lunghezza massima pari a 500 m, nel più breve tempo possibile dalla posa, rispettando, tuttavia, un tempo pari a 48 ore dall'ultimo assiemaggio in caso di incollaggio di tubi con diametro minore di 200 mm (fig. 13).

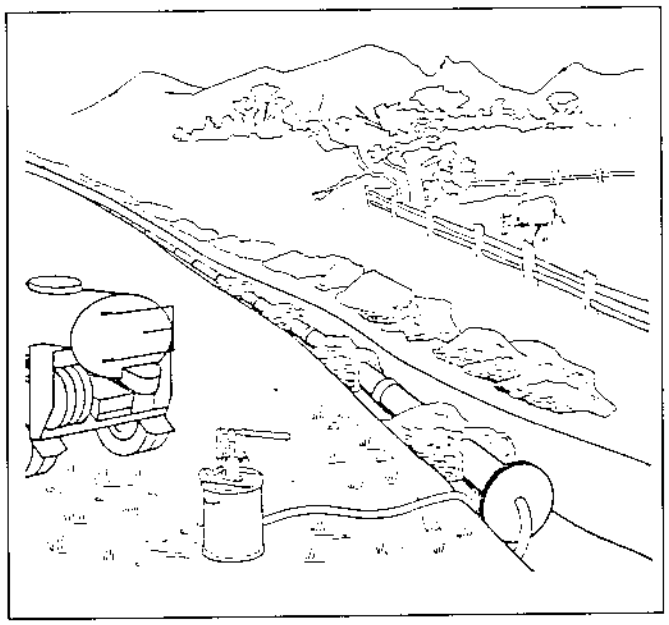


Fig. 13 - Prova di tenuta idraulica

Capitolo 10

SISTEMI DI GIUNZIONE E LORO ESECUZIONE

Esiste in commercio una vasta gamma di manufatti con le relative attrezzature per la giunzione di tutti i tipi di tubi previsti.

1. Per le tubazioni di PVC rigido possono essere usati:

A - *Giunti a bicchiere e a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio* (fig. 14-15-16)[3].

a) Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI citate;

b) verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

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

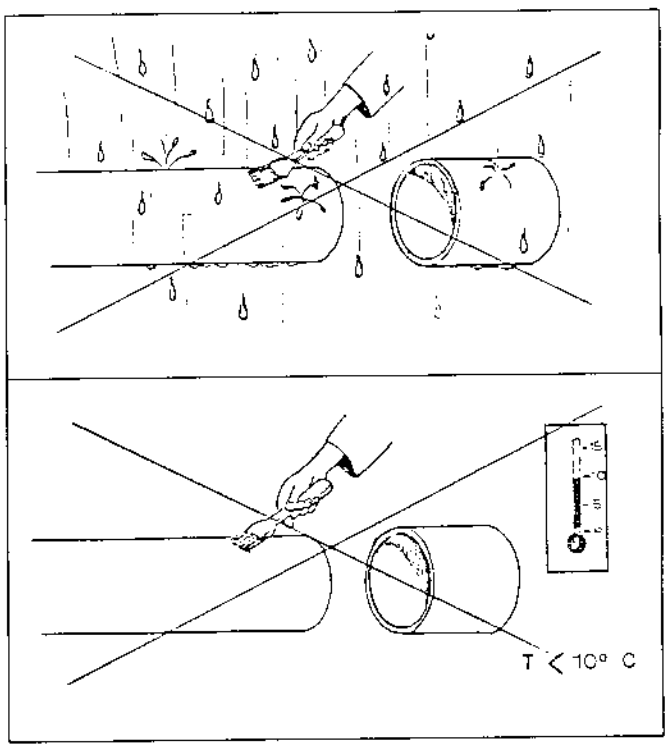


Fig. 14 - Incollaggio sconsigliabile per i tubi di PVC

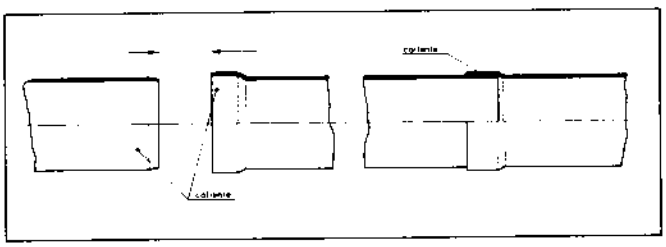


Fig. 15 - Giunto semplice del tipo rigido per incollaggio

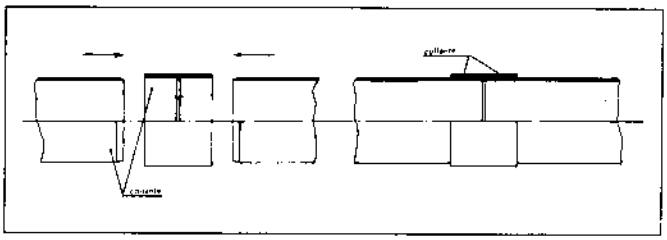


Fig. 16 - Giunto a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio

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 e all'esterno ad inserimento avvenuto;

g) introdurre *immediatamente* il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

Si consiglia di evitare le operazioni di incollaggio in presenza di pioggia e di temperatura ambiente inferiore ai 10°C.

B - *Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche* (fig. 17-18)[3].

[3] Come si utilizza il verricello per tubi di PVC ad incollaggio o ad anello elastomero.

a) Verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

b) provedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere 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 non 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

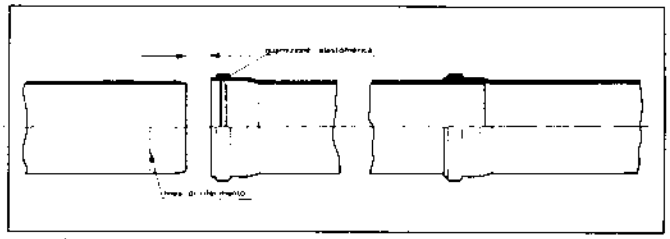


Fig. 17 - Giunto semplice del tipo elastico con guarniz. elastomera

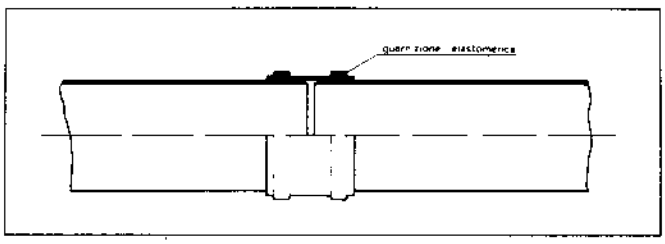
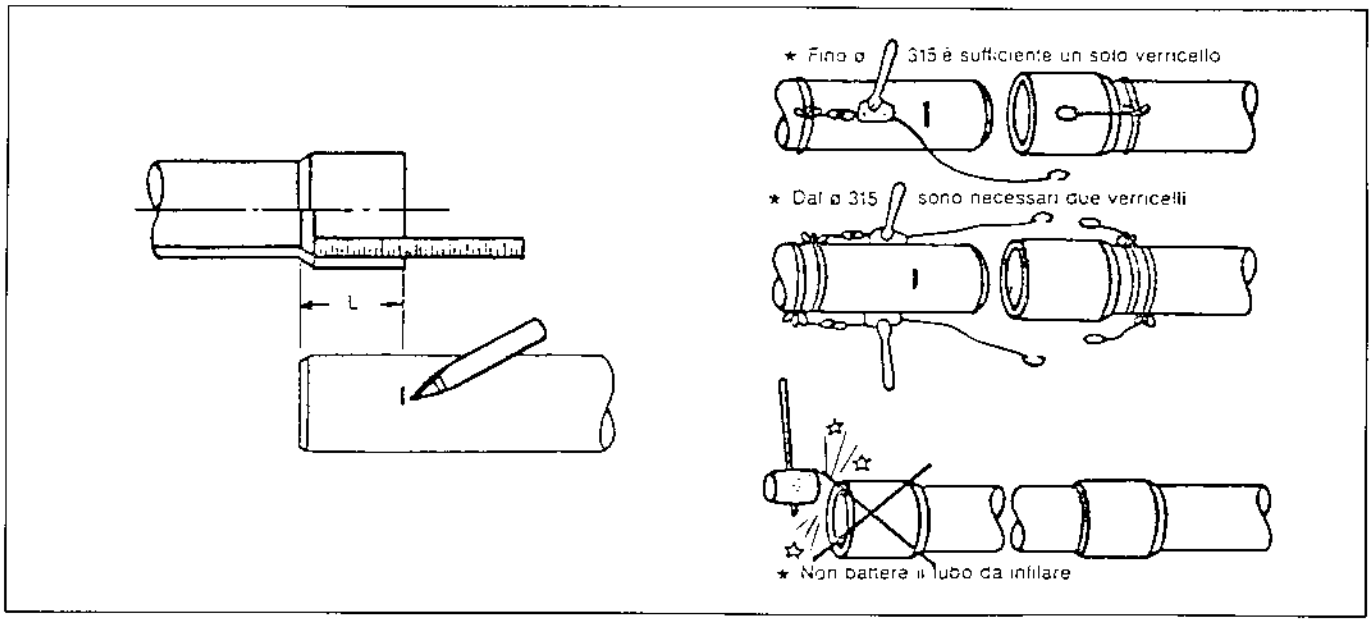


Fig. 18 - Giunto a manicotto del tipo elastico con guarniz. elastom.



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.

C - *Sistemi a vite*

È 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 (fig. 19).

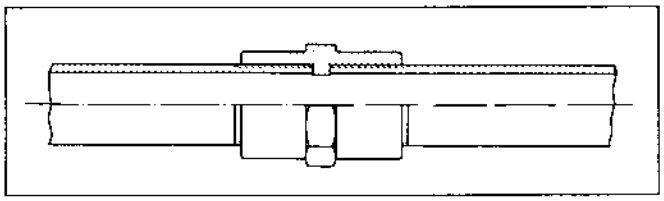


Fig. 19 - Giunto a vite e manicotto per tubi di PVC

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.

2. Per le tubazioni di PE b.d. e PE a.d. sono possibili i seguenti sistemi:

- giunti a compressione (fig. 20);

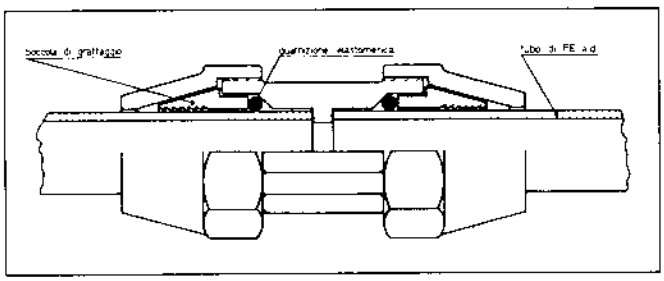


Fig. 20 - Raccordi di materia plastica a compressione

Per maggiori dettagli sulle giunzioni di tutti i tipi si rimanda alla già citata Raccomandazione n. 9.

- giunti con ancoraggio a tenuta mediante compressione del tubo (fig. 21);
- giunzioni con portagomma (fig. 22);
- giunti a flangia libera (fig. 23);
- saldatura testa a testa (fig. 24);
- manicotto con elettroresistenza incorporata (fig. 25).

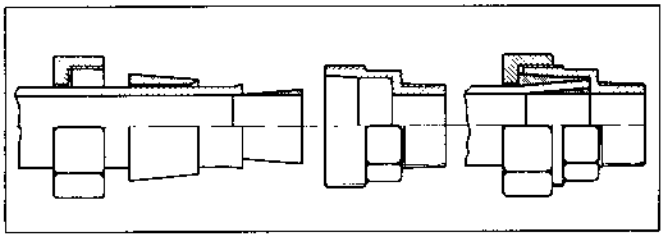


Fig. 21 - Giunto con ancoraggio a tenuta mediante compressione del tubo di PE

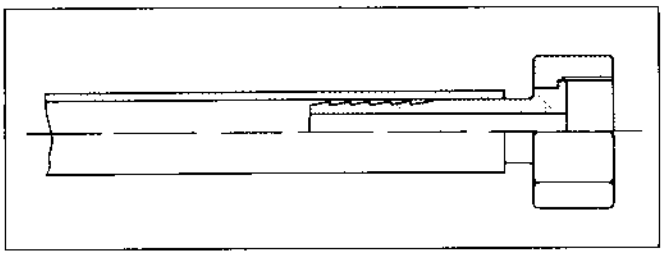


Fig. 22 - Giunzione con portagomma per tubi di PE

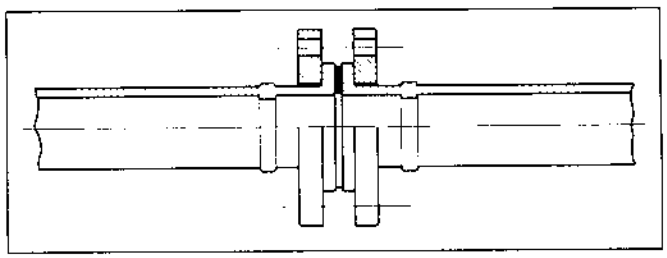


Fig. 23 - Giunto a flangia libera per tubi di PE

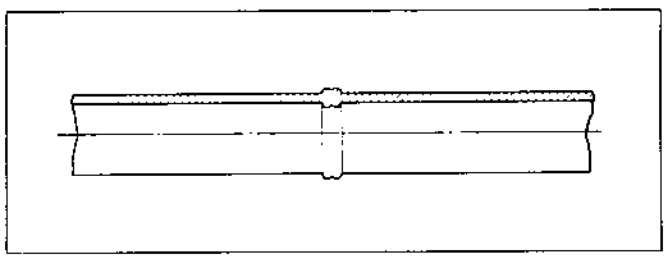


Fig. 24 - Saldatura testa a testa con tubi di PE a.d.

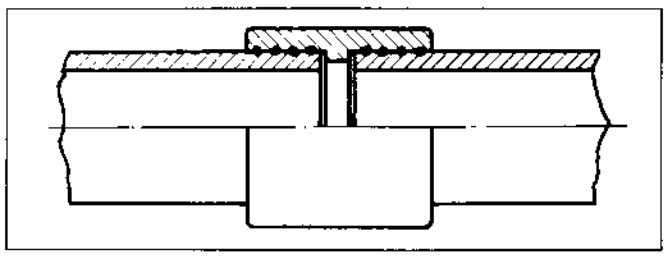


Fig. 25 - Manicotto di PE a.d. con elettroresistenza incorporata

Capitolo 11

GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto di irrigazione localizzata, se gestito bene, consente di mantenere il terreno nelle condizioni ottimali di umidità, secondo le esigenze della coltura.

Le condizioni ottimali di umidità sono rappresentate dalla *Capacità Idrica di Campo (C.I.C.).*

Approssimativamente, per capacità idrica di campo, si intende l'umidità residua del terreno quando sono terminati i processi di percolazione dopo che il terreno stesso è stato portato in condizioni di sovra saturazione idrica.

Approssimativamente in queste condizioni i macropori del terreno sono pieni di aria mentre i micropori sono pieni di acqua.

In tali condizioni la tensione del terreno[4] è molto bassa e le colture non sono soggette a stress per l'asportazione dell'acqua. Quindi l'acqua è disponibile nelle condizioni migliori per la coltura.

La gestione dell'impianto dovrà tendere al mantenimento di tali condizioni.

Dalla fig. 26 (diagramma degli adacquamenti) si può dedurre che ciò è assai facile con l'irrigazione localizzata mentre risulta arduo con l'irrigazione tradizionale.

Infatti, con l'irrigazione tradizionale che prevede turni di 10-12 giorni, si passa da condizioni di asfissia iniziale a condizioni di appassimento a fine turno con notevoli periodi di sofferenza per le colture.

Con l'irrigazione localizzata, una volta raggiunte le condizioni di capacità idrica di campo, mediante adacquate brevi e frequenti, si riesce a mantenere l'umidità a questo livello senza generare sofferenza nelle colture, ottenendo, inoltre, notevoli vantaggi economici sia di resa della coltura che di risparmio di gestione.

Quando intervenire?

Appositi tensiometri, installati oculatamente nel terreno irrigato, segnalano quando intervenire in funzione del-

[4] Resistenza del terreno a cedere umidità all'apparato radicale.

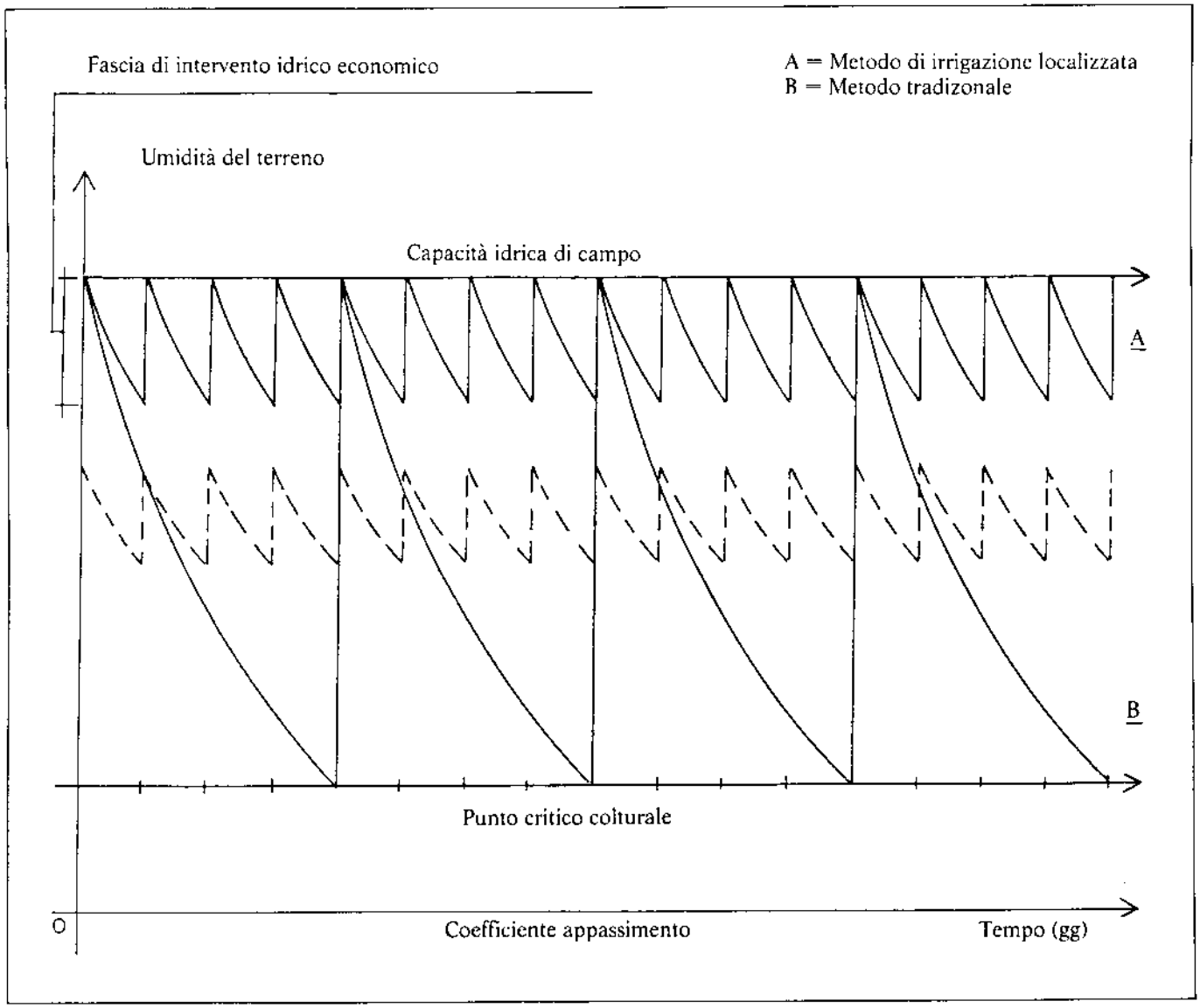


Fig. 26 - Diagramma degli adacquamenti

la tensione dell'acqua nel terreno.

Esistono, comunque, altri metodi scientifici e per ultimo l'esperienza dell'agricoltore.

Come intervenire?

Per mantenere nel terreno il grado di umidità ideale (C.I.C.), con l'irrigazione dovremo apportare esattamente l'acqua che è andata perduta per evapo-traspirazione dal terreno e dall'apparato fogliare.

La bacinella «Classe A» consente di valutare l'entità della evapo-traspirazione qualora si conosca il coefficiente colturale della coltivazione; tale coefficiente, normalmente, è inferiore a 1 e dipende da diversi fattori quali lo sviluppo dell'apparato fogliare, l'assetto agronomico, l'età della coltura, etc.

Esempio: nel caso si abbia un evaporato giornaliero pari a 9 mm con coefficiente colturale di 0,3, alla coltura dovranno essere riforniti:
9 x 0,3 = 2,7 mm di piovosità, corrispondenti a 27 m^3/ha di acqua nel turno.

Esistono altri metodi scientifici più sofisticati quali, ad esempio, l'analisi sul campione di terreno e la foglia elettronica. Anche in questo caso, però, la sensibilità dell'agricoltore, molte volte, è sufficiente per decidere come intervenire.

Capitolo 12
ERRORI DA EVITARE

Evitare di risparmiare a scapito della qualità e della garanzia del buon funzionamento dei manufatti.

Evitare di sottovalutare l'importanza dell'indispensabile stazione di filtraggio; la sua mancanza, anche parziale, può pregiudicare irreversibilmente il funzionamento dell'impianto.

Evitare di installare tubazioni in acciaio a valle della stazione di fertirrigazione. L'azione chimica dei fertilizzanti le compromette in breve tempo.

Evitare sottodimensionamenti delle condotte e delle linee erogatrici. Ciò andrebbe a scapito della funzionalità e dell'economicità dell'impianto.

Evitare assorbimenti idrici superiori alle possibilità delle stazioni filtranti e di pompaggio. Operare in tali condizioni, oltre agli evidenti scompensi di funzionamento, può portare all'inconveniente di danneggiare il motore della stazione di pompaggio.

Per l'inserimento di gocciolatori sulle ali di erogazione, evitare di eseguire il foro con punteruoli, chiodi od altri oggetti diversi dall'apposita fustella. Un foro a contorno frastagliato origina un inizio di rottura del tubo. Un foro irregolare può originare, inoltre, sgradite perdite e/o l'espulsione del gocciolatore.

Capitolo 13
MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

All'inizio di ogni campagna irrigua è bene provvedere allo spurgo totale dell'impianto, facendo scorrere in esso abbondante acqua e tenendo tutte le valvole di spurgo ed i terminali delle ali gocciolanti aperti. Si suggerisce inoltre di verificare il buon funzionamento delle valvole attenendosi alle prescrizioni del fornitore. Durante la gestione dell'impianto è buona norma provvedere all'accurata pulizia periodica dei filtri ed alla revisione di tutti gli organi di controllo e di comando.

A fine campagna è utile effettuare il lavaggio dell'impianto con apposita soluzione disincrostante qualora si siano verificati depositi calcarei e ferrosi, spurgo e scaricamento dell'impianto tramite le apposite valvole di spurgo.

Capitolo 14
CONCLUSIONI

Quanto sopra esposto non ha la pretesa di essere un trattato di impiantistica e, quanto meno d'agronomia, ma ha, quale unico intento, quello di meglio indirizzare chi si trova in procinto di installare un impianto di irrigazione localizzata.

I consigli sopraripportati consentiranno una scelta autonoma del sistema e saranno di sufficiente aiuto per installare e gestire da soli l'impianto con garanzia di buon funzionamento e di durata.

Qualora sussistano ulteriori perplessità, sarà bene consigliarsi con esperti del settore.

Capitolo 15
CARATTERISTICHE GENERALI (appendice)

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

I simboli adottati nelle tabelle 1 e 2 sono i seguenti:
S = soddisfacente
L = limitata

Tabella 1 - 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	–

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%

Materie plastiche di impiego corrente e loro caratteristiche

La tabella n. 3 che segue, pone a raffronto le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei vari materiali plastici. Esse influiscono su alcuni tra i più importanti parametri dei relativi manufatti (peso a metro, pressione nominale, diametro interno).

Tabella 2 - 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	S	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	—

Tabella 3 - Caratteristiche fisico-meccaniche delle materie plastiche di impiego corrente

Caratteristiche	Unità di misura	Materiali			
		PVC	PEad	PEbd	PP
1) resistenza a trazione					
a) snervamento	kgf/cm² (Mpa)	⩾480 (48)	~210 (21)	~140 (14)	~300 (30)
b) sollecitudine ammessa p esercizio continuo	kgf/cm² (Mpa)	100 (10)	50 (5)	32 (3,2)	50 (5)
2) Massa volumica	kg/dm³	1,37 ÷ 1,45	0,94 ÷ 0,96	0,92 ÷ 0,93	0,90 ÷ 0,96
3) Modulo elastico a flessione	kgf/cm² (Mpa)	~30.000 (3.000)	~9.000 (900)	~2.000 (200)	~12.000 (1.200)
4) Dilatazione lineare termica	mm/m °C	0,06-0,08	0,2	0,2	0,10-0,15

Dimensioni e pesi dei tubi di PVC, PE a.d., PE b.d.

Nelle tabelle n. 4-5-6 che seguono sono riportati dimensioni e pesi dei tubi di PVC, di PE a.d. e di PE b.d. previsti per gli impianti di irrigazione. Si sono considerati i diametri fino a 200 mm, misura ritenuta coerente con le modeste dimensioni degli impianti irrigui in oggetto.

I simboli riportati nelle tabelle che seguono corrispondono a:

D = diametro esterno
PN = pressione nominale
s = spessore
d = diametro interno
P = peso

I tubi maggiormente impiegati e reperibili sul mercato sono quelli contenuti nel retino grigio.

Tabella 4 - Dimensioni e pesi dei tubi in PVC rigido

PN / D	PN 4			PN 6			PN 10			PN 16		
	s	d	P	s	d	P	s	d	P	s	d	P
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	0,04
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10	0,05
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	12,8	0,11
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	16,8	0,14
25	—	—	—	—	—	—	1,6	21,8	0,18	1,9	21,2	0,21
32	—	—	—	—	—	—	1,6	28,8	0,24	2,4	27,2	0,34
40	—	—	—	1,8	36,4	0,33	2,0	36,0	0,47	3,0	34,0	0,52
50	—	—	—	1,8	46,4	0,43	2,4	45,2	0,56	3,7	42,6	0,87
63	1,8	59,4	0,54	1,9	59,2	0,57	3,0	57,0	0,87	4,7	53,6	1,40
75	1,8	71,4	0,64	2,2	70,6	0,72	3,6	67,8	1,25	5,6	63,8	1,75
90	1,8	86,4	0,80	2,7	84,6	1,10	4,3	81,4	1,80	6,7	76,6	2,60
110	2,2	105,6	1,20	3,2	103,6	1,70	5,3	99,4	2,70	8,2	93,6	1,00
125	2,5	120,0	1,30	3,7	117,6	2,20	6,0	113,0	3,30	9,3	106,4	5,10
140	2,8	134,4	1,90	4,1	131,8	2,70	6,7	126,6	4,30	10,4	119,2	6,60
160	3,2	153,6	2,40	4,7	150,6	3,60	7,7	144,6	5,60	11,9	136,2	8,20
180	3,6	172,8	3,00	5,3	169,4	4,40	8,6	162,8	7,00	13,4	153,2	10,50
200	4,0	192,0	3,90	5,9	188,2	5,60	9,6	180,8	8,50	14,9	174,2	13,10

NB. - I pesi riportati sono puramente teorici. Possono presentare delle variazioni dovute alla massa volumica (1,42 kg/dm^3), alle materie prime utilizzate e alle tolleranze dimensionali (maggiorate di metà della massima tolleranza ammessa).

Tabella 5 - Dimensioni e pesi dei tubi di PE a.d.

PN / D	PN 2,5			PN 4			PN 6			PN 10			PN 16		
	s	d	P	s	d	P	s	d	P	s	d	P	s	d	P
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	6,8	0,04
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7	8,6	0,06
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	12,8	0,08	2,3	11,4	0,10
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9	16,2	0,11	2,8	14,4	0,15
25	—	—	—	—	—	—	1,6	21,8	0,13	2,3	20,1	0,17	3,5	18,0	0,24
32	—	—	—	—	—	—	1,9	28,2	0,19	3,0	26,0	0,29	4,5	23,0	0,39
40	—	—	—	1,6	36,8	0,21	2,3	35,4	0,28	3,7	32,6	0,43	5,6	28,8	0,62
50	—	—	—	2,0	46,0	0,32	2,9	46,2	0,44	4,6	40,8	0,67	6,9	36,2	0,94
63	1,6	59,8	0,33	2,5	58,0	0,49	3,6	55,8	0,70	5,8	51,4	1,10	8,7	45,6	1,5
75	1,9	71,2	0,46	2,9	69,2	0,67	4,3	66,4	1,0	6,9	61,2	1,50	10,4	54,2	2,1
90	2,2	85,6	0,63	3,5	83,0	1,0	5,1	79,8	1,4	8,2	73,6	2,10	12,5	65,0	3,1
110	2,7	104,6	0,94	4,3	101,4	1,6	6,3	97,4	2,1	10,0	90,0	3,20	15,2	79,6	4,6
125	3,1	118,8	1,2	4,9	117,2	1,8	7,1	110,8	2,7	11,4	102,2	4,10	17,3	90,4	5,9
140	3,5	133,0	1,6	5,4	129,2	2,3	8,0	124,0	3,4	12,8	114,4	5,10	19,4	101,2	7,4
160	3,9	152,2	2,0	6,2	147,6	3,1	9,1	141,8	4,4	14,6	130,8	6,70	22,1	115,8	9,6
180	4,4	171,2	2,5	7,0	166,0	3,8	10,2	159,6	5,5	16,4	147,2	8,50	24,9	130,2	12,2
200	4,9	190,2	3,1	7,7	184,6	4,7	11,4	177,6	6,8	18,2	163,6	10,6	27,6	144,8	15,0

NB. - I pesi riportati sono puramente teorici. Possono presentare delle variazioni dovute alla massa volumica (0,955 kg/dm^3), alle materie prime utilizzate e alle tolleranze dimensionali (maggiorate di metà della massima tolleranza ammessa).

Tabella 6 - Dimensione e pesi dei tubi di PE b.d./32

PN / D	PN 4			PN 6			PN 10		
	s	d	P	s	d	P	s	d	P
10	—	—	—	—	—	—	1,6	6,6	0,044
12	—	—	—	—	—	—	1,7	8,6	0,055
16	—	—	—	1,6	12,8	0,074	2,2	11,6	0,096
20	1,6	16,8	0,095	1,7	16,6	0,095	2,7	14,6	0,146
25	1,7	21,6	0,127	2,2	20,6	0,160	3,4	18,2	0,229
32	1,9	28,2	0,182	2,8	26,4	0,260	4,4	23,2	0,376
40	2,4	35,2	0,287	3,5	33,0	0,399	5,4	29,2	0,576
50	3,0	44,0	0,441	4,3	41,4	0,612	6,8	36,4	0,900
63	3,7	55,6	0,685	5,4	52,2	0,964	8,6	45,4	1,457
75	4,5	66,0	0,988	6,5	62,0	1,374	10,2	54,6	2,022
90	5,3	79,4	1,396	7,8	74,4	1,970	12,2	65,6	2,899
110	6,5	97,0	2,081	9,5	91,0	2,932	14,9	80,2	4,313
125	7,4	110,2	2,688	10,8	103,4	3,778	16,9	91,2	5,558
140	8,3	123,4	3,372	12,0	116,0	4,698	19,9	100,2	7,247
160	9,5	141,0	4,399	13,8	132,4	6,168	21,7	116,6	9,123
180	10,6	158,8	5,516	15,5	149,0	7,796	24,4	131,2	11,486
200	11,8	176,4	6,810	17,2	165,6	9,376	27,0	146,0	14,182

NB. - I pesi riportati sono puramente teorici. Possono presentare delle variazioni dovute alla massa volumica (0,950 kg/dm^3), alle materie prime utilizzate e alle tolleranze dimensionali (maggiorate di metà della massima tolleranza ammessa).

La presente pubblicazione è stata elaborata da un gruppo ristretto di studio (GS 9) della Sottocommissione (SC T 8) dell'Uniplast presieduta da Piero Mulas.

Vi hanno partecipato:

- Marino Bernabini
- Giampiero Marchese
- Gianni Poggio
- Aldino Rivi

in rappresentanza di:

- Enichem Polimeri S.p.A.
- F.I.P. S.p.A.
- Montedipe S.p.A.
- Montedison Eslon S.p.A.

La revisione e l'aggiornamento sono stati elaborati da:

- Marino Bernabini
- Ermanno Codecasa
- Sebastiano D'Urso
- Gianfranco Gastaldo
- Adriano Pozzati
- Maurizio Rossi

in rappresentanza di:

- Dalmine S.p.A.
- Enichem Polimeri S.p.A.
- F.I.P. S.p.A.
- Istituto Italiano dei Plastici

presso la sede dell'Istituto Italiano dei Plastici

L'Istituto Italiano dei Plastici ricorda a produttori e utilizzatori di tubi e raccordi di materia plastica che il suo marchio di conformità IIP garantisce la costante rispondenza dei materiali prodotti dai propri concessionari alle norme UNI vigenti (vedi capitolo 2 del manuale).

NB - Tutti i disegni riportati nel testo sono puramente indicativi.

© ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI - Via Petitti, 16 - 20149 MILANO