



**REGIONE  
PUGLIA**



**acquedotto  
pugliese**  
l'acqua, bene comune

**Autorità idrica  
pugliese**

Acquedotto Pugliese S.p.A. - 70121 Bari Via Cognetti, 36 - www.aqp.it - Telefono +39.080.5723111 C.F. e P.IVA 00347000721 REA C.C.I.A.A. di Bari n. 414092

CUP: E87B15000620005

PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI 2016 - 2019  
A CARICO DEI PROVENTI TARIFFARI GIUSTA DELIBERA DEL CONSIGLIO DIRETTIVO AIP N. 31 DEL 28/06/2018

## **REALIZZAZIONE DELLA RETE IDRICA NELL'ABITATO DI CASTELLANETA E POTENZIAMENTO DEL SERBATOIO - PROGETTO DEFINITIVO-**

Il Responsabile del Procedimento  
*ing. Gaetano jr BARBONE*

### **PROGETTAZIONE**

Il Coordinatore del progetto,  
Progettista parti idrauliche e opere elettriche/elettromeccaniche e  
Coordinatore della Sicurezza in fase progettuale  
*ing. Michele Alessandro SALIOLA*

Il Progettista delle strutture  
*ing. Tommaso DI LERNIA*

Il Geologo e Progettista ambientale  
*dott. Alfredo DE GIOVANNI*

Collaboratori  
*ing. Antonio DISCIPIO*  
*geom. Ruggiero LANOTTE*  
*ing. Francesco Pellegrino PAPEO*  
*Ing. Francesco RUCCIA*  
*ing. Francesco SARCINA*  
*geom. Pietro SIMONE*

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione  
*ing. Massimo PELLEGRINI*



**acquedotto  
pugliese**  
l'acqua, bene comune

Direzione Ingegneria

Il Direttore  
*ing. Andrea VOLPE*

Elaborato

**C.9**

## **Disciplinare tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale per acquedotto**

Codice Intervento: P1388

Codice SAP: 21/19073

Prot. 33246  
Data 10/04/2019

Scala:

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	APR.2019	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	/	/	/



**Direzione Ingegneria  
Area Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINARE TECNICO  
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA  
DI TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI  
IN GHISA SFEROIDALE  
PER ACQUEDOTTO**

*A cura di:  
Ing. Giuseppe De Stefano  
ing. Massimo Pellegrini  
ing. Anna Maria Memoli*

*Visto: Il Direttore Ingegneria  
ing. Andrea Volpe*

***Edizione ottobre 2017***

## INDICE

1. GENERALITA' .....	3
2. NORMATIVA PRINCIPALE.....	3
3. PRESSIONI NOMINALI, CLASSI DI PRESSIONE E SPESSORI DI PARETE.....	4
4. RIVESTIMENTI .....	5
4.1 RIVESTIMENTI DEI TUBI .....	5
4.2. RIVESTIMENTI DEI RACCORDI.....	7
4.3. ACCETTAZIONE DEI RIVESTIMENTI .....	7
5. GIUNZIONI .....	8
6. LUNGHEZZA DEI TUBI.....	8
7. GUARNIZIONI ELASTOMERICHE.....	9
8. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI.....	9
9. COLLAUDO IN FABBRICA.....	9
10. ACCETTAZIONI DEI PRODOTTI - CERTIFICAZIONI E DICHIARAZIONI .....	10
11. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI.....	11
11.1. TRASPORTO.....	11
11.2. CARICO E SCARICO .....	12
11.3. ACCATASTAMENTO E IMMAGAZZINAMENTO.....	12
11.3.1. TUBI, RACCORDI ED ACCESSORI.....	12
11.3.2. GUARNIZIONI.....	12
12. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA.....	13
12.1. SCAVO .....	13
12.2. LETTO DI POSA .....	13
12.3. POSA IN OPERA.....	14
12.4. RIEMPIMENTO DELLO SCAVO.....	14
12.5. CONDIZIONI DI POSA PARTICOLARI.....	14
12.5.1. POSA AEREA .....	14
12.5.2. POSA IN IMMERSIONE .....	15
12.5.3. POSA IN PENDENZA.....	15
13. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI .....	15
13.1. MONTAGGIO DEI TUBI CON GIUNTO ELASTICO AUTOMATICO .....	15
13.2. ESECUZIONE DI UNA GIUNZIONE A SERRAGGIO MECCANICO .....	16
13.3. PRECAUZIONI DOPO IL TAGLIO DI UN TUBO .....	16
13.4. MONTAGGIO DEI PEZZI SPECIALI CON FLANGE ORIENTABILI .....	17
14. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA.....	17
15. MESSA IN ESERCIZIO DELLE CONDOTTE .....	20

## 1. GENERALITA'

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di ghisa sferoidale per acquedotto, conformi alla vigente norma UNI EN 545.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla vigente norma UNI EN ISO 9001, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.

Le Ditte produttrici devono possedere la Certificazione di Prodotto, rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che attesti la conformità dei tubi e dei pezzi speciali alla norma UNI EN 545.

Per quanto non specificato nel disciplinare, si fa riferimento alla vigente norma UNI EN 545, nonché a tutte le norme tecniche citate nel presente documento.

## 2. NORMATIVA PRINCIPALE

- UNI EN 545: Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Prescrizioni e metodi di prova.
- UNI 9163: Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto.
- DIN 28603: Ductile iron pipes and fittings - Push-in joints - Survey, sockets and gaskets (N.B. Questa norma definisce le dimensioni del giunto Tyton).
- UNI 9164: Giunto elastico a serraggio meccanico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto (N.B. norma ritirata senza sostituzione, ma ancora norma di riferimento per contro-flange utilizzate in AQP).
- UNI EN 1092-2: Flange e loro giunzioni- Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa.
- UNI EN 681-1: Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- UNI ISO 10802: Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale – Prove idrostatiche dopo posa.
- EN 197-1: Cement - Composition, specifications and conformity criteria for common cements.

*Decr. Min. LL.PP. 12/12/85:* Norme tecniche relative alle tubazioni.

*Circ. n. 27291 Min. LL.PP. 20/3/86:* Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.

*Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute:* Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.

### 3. PRESSIONI NOMINALI, CLASSI DI PRESSIONE E SPESSORI DI PARETE

La norma UNI EN 545, all'Annex A definisce la modalità di calcolo delle PFA, PMA e PEA:

- PFA (*Pressione di funzionamento ammissibile*: pressione interna che un componente può sopportare con sicurezza in servizio continuo, escluse le sovrappressioni improvvise) =  $(20 \times e_{\min} \times R_m) / (D \times S_F)$

dove:

$e_{\min}$  = spessore minimo di parete del tubo, in millimetri;

$R_m$  = carico unitario di rottura della ghisa sferoidale (420 Mpa);

$D$  =  $DE - e_{\min}$ , in millimetri;

$S_F$  = coefficiente di sicurezza pari a 3.

- PMA (*Pressione di funzionamento massima ammissibile*: pressione interna massima che un componente in servizio può sopportare con sicurezza, comprese le sovrappressioni improvvise da colpo d'ariete) = 1,2 x PFA.
- PEA (*Pressione di prova ammissibile*: massima pressione idrostatica che un componente appena installato può sopportare per un periodo di tempo relativamente breve allo scopo di verificare di misurare l'integrità e la tenuta della tubazione) = PMA + 5 bar.

La norma UNI EN 545 al paragrafo 8, tabella 17, indica, per ogni DN e DE, le classi di pressione, "C<sub>xx</sub>", standard (in grassetto) con i relativi spessori di parete standard, nonché le classi di pressione non standard, ma comunque presenti sul mercato. Il progettista dovrà valutare la Classe di spessore da adottare, in base alla PFA (calcolata, assegnato lo spessore di parete, con la formula sopra citata) ed altre valutazioni progettuali al contorno (es. carichi dinamici).

DN	DE		Spessore di parete minimo <i>e</i>						
	nominale	tolleranza	C20	C25	C30	C40	C50	C64	C100
60	77					<b>3,0</b>	3,5	4,0	4,7
80	98					<b>3,0</b>	3,5	4,0	4,7
100	118					<b>3,0</b>	3,5	4,0	4,7
125	144					<b>3,0</b>	3,5	4,0	5,0
150	170					<b>3,0</b>	3,5	4,0	5,9
200	222					<b>3,1</b>	3,9	5,0	7,7
250	274					<b>3,9</b>	4,8	6,1	9,5
300	326					<b>4,6</b>	5,7	7,3	11,2
350	378				<b>4,7</b>	5,3	6,6	8,5	13,0
400	429				<b>4,8</b>	6,0	7,5	9,6	14,8
450	480				<b>5,1</b>	6,8	8,4	10,7	16,6
500	532				<b>5,6</b>	7,5	9,3	11,9	18,3

600	635				<b>6,7</b>	8,9	11,1	14,2	21,9
700	738				<b>6,8</b>	7,8	10,4	13,0	16,5
800	842				<b>7,5</b>	8,9	11,9	14,8	18,8
900	945				<b>8,4</b>	10,0	13,3	16,6	
1000	1048				<b>9,3</b>	11,1	14,8	18,4	
1100	1152		8,2		<b>10,2</b>	12,2	16,2	20,2	
1200	1255		8,9		<b>11,1</b>	13,3	17,7	22,0	
1400	1462		10,4		<b>12,9</b>	15,5			
1500	1565		11,1		<b>13,9</b>	16,6			
1600	1668		11,9		<b>14,8</b>	17,7			
1800	1875		13,3		<b>16,6</b>	19,9			
2000	2082		14,8		<b>18,4</b>	22,1			

## 4. RIVESTIMENTI

### 4.1. Rivestimenti dei tubi

#### Rivestimenti standard:

Come indicato nel documento aziendale denominato “*Disciplinare Tecnico sui rivestimenti interni ed esterni per condotte metalliche*”, si considera “rivestimento standard” un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, ossia condizioni in cui: non siano presenti significative criticità, in termini di aggressività dei terreni; non vi sia presenza di acqua di falda o acqua di mare; non vi sia interferenza elettrica (es. correnti vaganti per presenza di ferrovie, per tratte interrate) e/o elettromagnetica (es. per presenza di elettrodotti in corrente alternata, secondo quanto stabilito dalla norma CEI EN 50443, sia per tratte interrate che fuori-terra); non vi sia ambiente aggressivo (es. esposizione a *spray* marino, per tratte fuori terra).

I tipi di rivestimenti da impiegare sono:

- **rivestimento esterno di lega Zinco-Alluminio**, omogenea, di tipo monofasico (percentuale di Zn: tra 80-90 %; percentuale di Al: 10-20 %) con massa minima pari a 400 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura (resina sintetica compatibile con la lega di zinco) avente spessore medio non minore di 70 µm, con un minimo locale di 50 µm;
- **rivestimento interno di malta cementizia d’altoforno**, conforme alla norma UNI ISO 4179. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla norma EN 197-1 (che impone la marcatura CE) ed alla Direttiva 98/83/CE (che prevede che l’impasto sia realizzato con acqua potabile, oltre che gli eventuali additivi che non alterino le caratteristiche qualitative dell’acqua potabile), entrambe citate nella norma di riferimento EN 545. Il rivestimento interno di malta cementizia, sull’intera superficie interna del tubo, deve presentarsi liscio ed uniforme; a tal proposito la tabella 9 del paragrafo 4.5.3.3 della EN 545 indica, per ciascun diametro nominale, i seguenti spessori di rivestimento e difetti locali ammissibili:

S = 4,0 mm	per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: -1,5);
S = 5,0 mm	per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: -2,0);
S = 6,0 mm	per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: -2,5);
S = 9,0 mm	per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: -3,0).

Secondo la stessa tabella, per i rivestimenti asciutti sono ammesse crepe e spostamenti radiali delle dimensioni limite opportunamente specificate per fascia di diametro.

per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: 0,4);
per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: 0,5);
per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: 0,6);
per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: 0,8).

**Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni** - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere devono essere rivestite, in accordo con la UNI EN 545, con vernice epossidica (con eventuale sottofondo in zinco) secondo UNI EN 14901. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901.

#### Rivestimenti non standard

Come indicato nel documento aziendale denominato “*Disciplinare Tecnico sui rivestimenti interni ed esterni per condotte metalliche*”, si considera “rivestimento non-standard” un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa non-standard, ossia condizioni in cui vi siano: aggressività dei terreni (per acidità, presenza di sostanze inquinanti, resistività al di sotto dei 1000 ohmxcn); interferenze elettromagnetiche (presenze di ferrovie o elettrodotti); presenza di acque marine o di falda; esposizione allo spray marino per le tratte fuori terra.

I tipi di rivestimenti da impiegare sono:

- **rivestimento esterno di polietilene estruso**, secondo la norma UNI EN 14628. L’utilizzo di tale rivestimento è particolarmente indicato nei casi di presenza di interferenza elettromagnetica e per pose sottomarine. In tali casi, in corrispondenza delle giunzioni, devono essere posati in opera idonei manicotti termorestringenti in polietilene. Gli spessori minimi da adottare sono gli “Increase thickness” prescritti dalla norma UNI EN 14628 ed indicati nella tabella seguente:

Nominal size DN	Minimum coating thickness mm	
	Standard thickness	Increased thickness
80 to 100	1,8	2,5
125 to 250	2,0	2,5
300 to 450	2,2	3,0
500 to 700	2,5	3,5
800 to 1 400	3,0	3,5
1 500 to 2 000	3,5	4,0

oppure:

- **rivestimento esterno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15189, con spessore minimo pari a 700 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15189).
- Il **rivestimento interno** è sempre quello di **malta cementizia d'altoforno**, come definito al precedente punto 3.1.1.

*Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni* - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con le norme UNI EN 545 e UNI EN 15655, possono essere rivestite con vernice epossidica (con eventuale sottofondo di zinco) secondo UNI EN 14901 oppure con vernice poliuretana avente spessore minimo pari a 150 µm. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901, oppure con vernice poliuretana avente spessore minimo pari a 700 µm.

## 4.2. Rivestimenti dei raccordi

### Rivestimenti standard

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, così come definite al punto 4.1 del presente documento.

Nei casi di condizioni *standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alle norme UNI EN 545 e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 µm e conforme alla norma UNI EN 545 e UNI EN 14901

### Rivestimenti non standard

Si considera “rivestimento *non standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, così come definite al punto 4.1 del presente documento.

Nei casi di condizioni *non-standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 545-Annex D e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 µm e conforme alle norme UNI EN 545-Annex D e UNI EN 14901.

Sono ammessi rivestimenti interni e/o esterni in poliuretano, conformi rispettivamente alle norme UNI EN 15189 e UNI EN 15655 ed aventi caratteristiche tecniche minime di cui al punto 3.1.2 del presente documento, solo nei casi particolari in cui anche i tubi siano rivestiti esternamente e/o internamente in poliuretano.

## 4.3. Accettazione dei rivestimenti

Il Direttore dei Lavori deve assicurarsi, pena il rifiuto della fornitura, che:

- la tipologia di rivestimenti interni ed esterni utilizzati sia attestata attraverso specifica

menzione nella Certificazione di Prodotto (o suoi allegati), rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, relativa ai tubi/raccordi sui quali tali rivestimenti vengono applicati;

- nella suddetta Certificazione siano esplicitamente richiamate, oltre alle tipologie di rivestimento, le relative, vigenti, norme di riferimento;
- esista apposita dichiarazione del produttore che attesti che i rivestimenti in malta cementizia siano conformi alle prescrizioni tecniche indicate nelle norme UNI EN 545 e UNI EN 197-1 e nella Direttiva europea 98/83/CE;
- i rivestimenti ricoprono le superfici del tubo con uno strato continuo ed uniforme, abbiano un aspetto liscio e regolare, siano esenti da difetti, quali zone di scarsa aderenza o assenza di rivestimento;
- eventuali prove chimico-fisiche, commissionate da AQP ed effettuate presso Laboratorio terzo accreditato secondo UNI EN ISO/IEC 17025, abbiano dimostrato l'assoluta conformità dei rivestimenti alle vigenti normative di riferimento.

## 5. GIUNZIONI

Il giunto generalmente utilizzato è quello di tipo elastico, realizzato secondo le prescrizioni stabilite dalla norma UNI EN 9163 (tipo elastico automatico) oppure secondo le prescrizioni indicate nella norma DIN 28603 (tipo *Tyton*).

Nei casi in cui le caratteristiche del territorio (es. zone soggetti a cedimenti) e/o le condizioni di posa (es. pendenze elevate) e/o le pressioni previste in condotta possano far ipotizzare degli sfilamenti di giunto, può essere adoperato il giunto elastico del tipo "a serraggio meccanico", realizzato secondo la norma UNI 9164 o il giunto cosiddetto "anti-sfilamento", che può essere del tipo "Vi" (semplice, generalmente per  $PN \leq 10$  bar) oppure "Ve" (con doppia camera, generalmente per  $PN > 10$  bar). In tali casi, possono anche essere utilizzati giunti flangiati, con flange secondo UNI EN 1092-2 e UNI EN 545.

## 6. LUNGHEZZA DEI TUBI

I tubi con bicchiere ed estremità liscia sono forniti nelle lunghezze unificate seguenti:

DN [mm]	Lunghezza unificata ( $L_u$ ) [m]
da 60 a 600	5 - 5,5 - 6
da 700 a 800	5,5 - 6 - 7
da 900 a 1400	6 - 7 - 8,15
da 1600 a 2000	8,15

Gli scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata  $L_u$  dei tubi devono essere pari a  $\pm 150$  mm, se  $L_u = 8,15$ ; devono essere pari a  $\pm 100$  mm per tutte le altre lunghezze unificate.

## 7. GUARNIZIONI ELASTOMERICHE

I requisiti dei materiali elastomerici e le prove di controllo sono prescritti dalla norma UNI EN 681-1 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle guarnizioni è subordinata all'esibizione di certificazione ufficiale relativa alle prove di migrazione secondo quanto previsto dal Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute.

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.

Le guarnizioni devono riportare le seguenti marcature previste dalla norma EN 681-1:

- la dimensione nominale;
- l'identificazione del fabbricante;
- il numero della norma EN 681-1, con il tipo di applicazione (WA) e la classe di durezza;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione;
- l'indicazione abbreviata della gomma (per esempio EPDM).

## 8. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI

I tubi e i raccordi devono riportare almeno le seguenti informazioni:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- la designazione della ghisa sferoidale;
- il diametro nominale;
- per le flange, la classificazione secondo la PN;
- il riferimento alla norma UNI EN 545;
- classe di pressione.

I primi cinque dati di marcatura sopra elencati devono essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto, oppure stampati a freddo; gli altri due dati di marcatura possono essere applicati anche con verniciatura sul getto oppure fissati all'imballaggio.

## 9. COLLAUDO IN FABBRICA

Il collaudo in fabbrica quando richiesto dalla Direzione dei Lavori, è di regola eseguito in fase di produzione e prima del rivestimento dei materiali; esso deve essere effettuato presso la fabbrica del produttore che deve fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessari. Il collaudatore deve essere avvisato in tempo utile dell'inizio delle operazioni di collaudo; può assistere al prelievo, alla preparazione delle provette ed alle relative prove idrauliche. Se il collaudatore non è presente per assistere a tali operazioni al momento convenuto, il fabbricante può procedere al collaudo senza la presenza del collaudatore. In tal caso, il fabbricante deve rilasciare il certificato di collaudo della fornitura secondo la norma UNI EN 10204 contenente i risultati delle prove prescritte dalla norma EN 545. Tale certificato deve pervenire alla D.L. prima della spedizione dei materiali.

Il numero di pezzi da prelevare e le prove da eseguire sono così stabiliti:

- verifica dimensioni: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;

- prova idraulica: n. 3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di durezza Brinell: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di trazione: n.1 pezzo per ogni lotto o frazione di lotto.

Salvo diversi accordi all'ordine, i lotti si intendono costituiti da:

- n. 1000 tubi per  $DN \leq 100$ ;
- n. 500 tubi per  $DN 125 \div 300$ ;
- n. 200 tubi per  $DN \geq 350$ ;
- n. 5000 pezzi speciali per figura.

Le prove ed i controlli devono essere effettuati secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 545 e dalla norma UNI EN 1559-3.

In particolare, le prove meccaniche dovranno avere i seguenti risultati:

#### Prova di durezza

La prova di durezza Brinell, eseguita secondo UNI EN ISO 6506-1, utilizzando una sfera di acciaio di diametro 2,5 mm o 5 mm o 10 mm, deve fornire i valori seguenti:

- per tubi:  $HB \leq 230$ ;
- per raccordi ed accessori:  $HB \leq 250$ .

Le misure si eseguono sulle superfici esterne dei pezzi, dopo leggera molatura.

#### Prove di trazione

Devono fornire i seguenti risultati:

- carico unitario di rottura per i tubi:  $R_m \geq 420$  MPa;
- carico unitario di rottura per i raccordi:  $R_m \geq 420$  MPa;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi:  $A \geq 10\%$ , per DN fino a 1000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi:  $A \geq 7\%$ , per DN da 1200 a 2000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i raccordi:  $A \geq 5\%$ , per tutti i DN;
- carico unitario di scostamento dalla proporzionalità:

$R_{p0,2} = 270$  Mpa, se  $A \geq 12\%$ , per DN fino a 1000 mm oppure  $A \geq 10\%$  per  $DN > 1000$ ;

$R_{p0,2} = 300$  Mpa negli altri casi.

Le caratteristiche dimensionali delle provette da adoperare nelle prove di trazione sono riportate nella norma UNI EN 545.

## **10. ACCETTAZIONI DEI PRODOTTI - CERTIFICAZIONI E DICHIARAZIONI**

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, oltre ad effettuare le opportune verifiche visive e dimensionali, deve accertare che ciascuna fornitura sia corredata dalla seguente documentazione:

- **Certificazione di conformità del sistema qualità aziendale:** La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma UNI EN ISO 9001 (relativamente alla produzione di tubi e raccordi di acciaio), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.
- **Certificazione di conformità del sistema di gestione ambientale (solo su richiesta della D.L.):** La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema di Gestione Ambientale* conforme alla UNI EN ISO 14001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.

- *Certificazione di conformità dei prodotti*: certificazione, rilasciata alla Ditta produttrice da un Organismo terzo accreditato secondo la norma ISO/IEC 17065, che attesta che le tubazioni e i raccordi sono conformi ai requisiti della vigente norma UN EN 545.
- *Certificato di collaudo*: Certificazione del tipo 3.1 conforme alla norma UNI EN 10204, rilasciata dai produttori dei materiali riportante i controlli e le prove di cui al presente disciplinare e alla norma UNI EN 545 effettuate sui tubi e sui raccordi.
- *Certificato di collaudo sui giunti*: Certificazione, rilasciata da Organismo terzo accreditato secondo la norma EN ISO 17065, che attesti l'esecuzione delle prove di prestazione sui giunti elastici secondo le prescrizioni di cui ai punti 5 e 7 della norma UNI EN 545.
- *Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute*: Dichiarazione rilasciata da Laboratori terzi accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, relativa ai rivestimenti interni, agli elastomeri e in generale a tutti i materiali che devono entrare in contatto con l'acqua potabile.
- *Dichiarazione di prestazione*, a firma del produttore del cemento utilizzato per il rivestimento interno, che attesti la sua conformità alla norma EN 197-1 ed al Regolamento Europeo 305/2011.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione Lavori sottoporre a prove uno o più campioni, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alle norme di riferimento e al presente disciplinare tecnico.

## 11. RIPROVE E MOTIVI DI RIFIUTO

Non sono accettati:

- i materiali privi di tutte o di alcune delle marcature prevista dalla norma EN 545;
- i materiali non accompagnati da tutti i documenti richiesti al precedente punto 10;
- i materiali che non superano anche uno solo dei controlli e prove atti a verificarne la rispondenza alle norme di riferimento ed al presente disciplinare.

Nel caso di effettuazione da parte di AQP di prove presso un Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, qualora i risultati delle prove si discostino, anche per una sola caratteristica, dai requisiti richiesti dalle norme tecniche di riferimento, la fornitura sarà rifiutata.

## 12. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

### 12.1. Trasporto

I veicoli o i rimorchi devono presentare un'attrezzatura laterale adeguata per rendere stabile il carico trasportato; devono, cioè, essere dotati di sponde sufficientemente dimensionate su ciascun lato del fondo.

Sui veicoli deve essere impedito ogni contatto tra elementi di condotta e superfici metalliche, onde evitare il danneggiamento dei rivestimenti; deve essere impedito ogni contatto diretto dei tubi con il fondo del rimorchio e, per ricercare l'orizzontalità dei tubi, possono essere sistemate due file parallele di assi di legno di buona qualità fissate al fondo stesso.

Durante il trasporto deve essere garantita la sicurezza del carico, che deve essere stivato mediante cinghie tessili e sistemi tenditori a leva.

## **12.2. Carico e scarico**

Durante queste fasi è necessario:

- utilizzare apparecchiature di sollevamento di potenza sufficiente;
- accompagnare il carico alla partenza e all'arrivo;
- evitare le oscillazioni, i colpi o lo sfregamento dei tubi contro le pareti, il suolo e le fiancate dell'automezzo.

I pacchi di tubi con diametri da 60 a 300 mm devono essere sollevati uno alla volta; il sollevamento si effettua mediante cinghie tessili e non mediante ganci o ventose.

I tubi con diametro maggiore di 300 mm possono essere sollevati dalle estremità, mediante dei ganci di forma appropriata e rivestiti di una protezione in gomma

Possono essere, inoltre, sollevati dalla canna, mediante l'utilizzazione di cinghie piatte e larghe mantenute strette attorno al tubo da un a fibbia, al fine di impedirne il possibile scorrimento. In quest'ultimo caso, non si devono utilizzare cinghie metalliche che rischiano di danneggiare i rivestimenti.

Salvo prescrizioni contrarie, i tubi devono essere disposti lungo lo scavo dalla parte opposta al materiale di risulta, con i bicchieri rivolti nella direzione del montaggio.

È necessario evitare di:

- trascinare i tubi per terra, in quanto potrebbero danneggiarsi i rivestimenti esterni;
- posare i tubi su grosse pietre; lasciare cadere i tubi a terra senza interporre pneumatici o sabbia;
- sfilare i tubi in luoghi a rischio, come quelli molto trafficati o quelli in cui si debba usare l'esplosivo.

## **12.3. Accatastamento e immagazzinamento**

### **12.3.1. Tubi, raccordi ed accessori**

L'area di immagazzinamento deve essere piana.

Devono essere evitati i terreni paludosi, i terreni instabili e i terreni corrosivi.

Al loro arrivo sul luogo di immagazzinamento le forniture devono essere controllate e riparate in caso di danni.

I pacchi possono essere immagazzinati in cataste, omogenee e stabili, utilizzando intercalari in legno (tavole e cunei) sufficientemente resistenti e di buona qualità, aventi le dimensioni di 80x80x2600 mm con tre o quattro pacchi per fila e non oltrepassando l'altezza di 2,50 m.

È necessario verificare periodicamente lo stato dei carichi e, in particolare, lo stato e la tensione della moietta, nonché la stabilità generale delle cataste.

I tubi possono essere anche immagazzinati a catasta continua, mediante l'uso di ganci per il sollevamento dei tubi alle estremità.

Una serie di ganci sostenuti dallo stesso cavo permette il sollevamento simultaneo di più tubi.

Gli stessi criteri valgono per raccordi ed accessori.

È sempre auspicabile ridurre al minimo la durata del tempo di immagazzinamento.

### **12.3.2. Guarnizioni**

La temperatura di immagazzinamento deve essere inferiore a 25°C.

Le guarnizioni non devono essere deformate a bassa temperatura.

Prima di utilizzarle la loro temperatura deve essere riportata a circa 20°C per qualche ora (immergendole, ad esempio, in acqua tiepida), affinché esse riacquistino la loro morbidezza originale.

Occorre immagazzinare le guarnizioni in un ambiente di media umidità e al riparo dalla luce, sia solare che artificiale, vista la sensibilità degli elastomeri ai raggi ultravioletti all'azione dell'ozono.

È consigliato di utilizzare le guarnizioni immagazzinate secondo la norma ISO 2230 entro un termine di circa sei anni dalla data di fabbricazione.

## **13. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA**

### **13.1. Scavo**

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata.

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio. Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere pari a  $DN + 70$  cm.

La profondità minima di interrimento deve essere di 110 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla D.L.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

### **13.2. Letto di posa**

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del

tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di materiale incoerente e costipabile quale sabbia, ghiaietto, o misto, ben compattato, con particelle aventi diametro massimo di 20 mm.

Il letto di posa così costituito deve avere uno spessore di almeno 20 cm.

### **13.3. Posa in opera**

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee.

### **13.4. Riempimento dello scavo**

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di materiale arido di cava o sabbia, che giunga ad una altezza di almeno 20 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo, al fine di assicurarne le funzioni di protezione e mantenimento.

Il successivo rinterro viene effettuato mediante materiali di apporto compattati, nel caso di posa di condotte in sede stradale, oppure con terreno presente sul posto non compattato, nei casi di posa al di fuori di carreggiate.

È necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

### **13.5. Condizioni di posa particolari**

#### **13.5.1. Posa aerea**

Per ogni tubo si realizza un supporto realizzato in calcestruzzo, posto dietro ogni bicchiere.

Il supporto è dotato di un incavo in cui si poggia la condotta, al fine di renderla più stabile.

Il tubo è ancorato al supporto mediante un collare di fissaggio dotato di una protezione in elastomero.

Le condotte di ghisa sferoidale hanno il vantaggio di evitare l'installazione dei giunti di dilatazione.

Il ruolo di compensatore delle dilatazioni termiche è svolto dal giunto automatico presente fra ogni supporto; allo scopo ogni collare di fissaggio deve essere sufficientemente serrato per costituire un punto fisso.

Ogni elemento soggetto ad una spinta idraulica, come curve, ti e riduzioni, deve essere stabilizzato mediante un blocco di ancoraggio.

Possono essere realizzati cambiamenti di direzione a grande raggio di curvatura con la semplice deviazione dei giunti, nei limiti delle tolleranze ammissibili; in tal caso, bisogna avere cura di rinforzare l'ancoraggio dei supporti interessati, dopo aver valutato le spinte idrauliche agenti sui giunti deviati.

### **13.5.2. Posa in immersione**

La posa in immersione, eseguita ad esempio nei casi di attraversamenti di corsi d'acqua imposti dal tracciato di progetto, richiede l'impiego di tecniche collaudate ed esige una particolare cura.

La condotta può essere assemblata fuori acqua, mediante giunti antisfilamento, e poi trascinata in acqua mediante un cavo di trazione e l'ausilio di alcuni galleggianti; ma può anche essere assemblata in immersione, manualmente o meccanicamente a seconda dei diametri, con o senza giunto antisfilamento, utilizzando delle gru con dei cavi guida, per la discesa dei tubi, e della zavorra di cemento, per la stabilità sul fondo.

La soluzione tecnica adottata, comunque, dovrà tenere conto della pressione interna ed esterna, della garanzia di tenuta interna ed esterna a lungo termine, della resistenza meccanica delle condotte alle sollecitazioni esterne e della rapidità di posa rispetto alle variazioni talvolta brusche del livello dell'acqua.

### **13.5.3. Posa in pendenza**

La posa di una condotta in ghisa sferoidale, in tratti di pendenza superiore al 20%, può essere eseguita in due modi:

- per le pose aeree, realizzando dei blocchi di ancoraggio per ogni tubo, avendo cura di orientare i bicchieri verso monte per favorire l'appoggio sui blocchi;
- per le pose interrate, realizzando un tratto di tubi dotati di giunti antisfilamento e ponendo un blocco di ancoraggio in testa a tale tratto.

Il massimo sforzo assiale è sopportato dal primo giunto antisfilamento a valle del blocco ed è funzione della pendenza e del tratto antisfilamento.

La massima lunghezza ammissibile del tratto, quindi, deve essere definita considerando la massima resistenza del giunto antisfilamento.

Se la lunghezza del pendio è superiore a quella considerata ammissibile per il tratto antisfilamento, è possibile realizzare la posa dividendo il tratto totale di condotta in pendenza in più tratti indipendenti, ognuno dei quali ancorato in testa da un blocco di cemento; in tal caso, l'antisfilamento deve essere interrotto tra ogni tratto.

## **14. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI**

### **14.1. Montaggio dei tubi con giunto elastico automatico**

Per realizzare tale tipo di giunzione occorre:

- pulire il bicchiere e la punta con una spazzola d'acciaio e un pennello, eliminando ogni traccia di materiale estraneo;
- lubrificare l'estremità liscia del tubo da imboccare, con la pasta lubrificante a corredo dei tubi, nella quantità necessaria a formare un sottile velo lubrificante, evitando accumuli.

- Non usare mai altri lubrificanti quali grassi, oli minerali, ecc.; se non si dispone della pasta, può essere eventualmente adoperata solo la vaselina industriale;
- introdurre la guarnizione nella sua sede con le labbra rivolte verso l'interno del tubo. Verificare che l'intradosso della guarnizione non presenti rigonfiamenti. Appositi utensili facilitano le operazioni di introduzione della guarnizione;
  - lubrificare la superficie interna conica della guarnizione con gli stessi criteri di cui al punto 2. La sede della guarnizione nel bicchiere non deve essere lubrificata, tranne che per i tubi di piccolo diametro;
  - tracciare sull'esterno del tubo una linea di fede distante dal bordo di una lunghezza pari alla profondità del bicchiere diminuita di circa 10 mm;
  - imboccare la punta del tubo e verificare il centraggio, adoperando un righello metallico calibrato nello spazio tra l'interno del bicchiere e la punta del tubo, fino a toccare la guarnizione;
  - mettere in tiro il tubo da imboccare mediante gli appositi apparecchi di trazione (leve, tirfort) o macchine operatrici; introdurre il tubo fino a far coincidere la linea di fede con il piano frontale del bicchiere. Se si verificano forti resistenze alla penetrazione occorre interrompere la manovra e controllare l'assetto della guarnizione oppure migliorare la smussatura della punta del tubo.

Nota - Si deve eseguire interamente la suddetta procedura anche nel caso in cui uno dei due elementi da congiungere è un imbocco (pezzo speciale) e l'altro è un tubo.

#### **14.2. Esecuzione di una giunzione a serraggio meccanico**

Per realizzare tale tipo di giunzione occorre:

- pulire il bicchiere e la punta con una spazzola d'acciaio o un pennello, eliminando ogni traccia di materiale estraneo;
- infilare la contro-flangia sulla punta da imboccare;
- infilare la guarnizione sulla punta con lo smusso opposto alla contro-flangia;
- imboccare la punta nel bicchiere, verificandone il centraggio;
- tracciare sull'esterno del tubo una linea di fede distante dal bordo di una lunghezza pari alla profondità del bicchiere diminuita di circa 10 mm;
- verificare che la linea di fede preventivamente tracciata coincida con il piano frontale del bicchiere; assicurare, dopo di ciò, che la punta imboccata non subisca spostamenti;
- far scorrere la guarnizione sulla punta, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere, avendo cura che sia ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti o fuoriuscite;
- spostare la contro-flangia sulla punta, fino a farla combaciare con la guarnizione su tutta la circonferenza;
- sistemare i bulloni e avvitarli a mano, fin quando possibile; assestare la contro-flangia e, quindi, procedere al serraggio dei dadi per passate successive e per coppie diametralmente opposte, con chiavi da 30 o da 34, a seconda che i bulloni siano del diametro di 22 mm o del diametro di 27 mm; le coppie di serraggio devono essere rispettivamente di 12 kgm e di 30 kgm circa.

#### **14.3. Precauzioni dopo il taglio di un tubo**

Dopo il taglio di un tubo, se si deve eseguire una giunzione a serraggio meccanico con bulloni, è sufficiente eliminare le bave dal bordo tagliato. Se, invece, dopo il taglio si deve

eeguire una giunzione automatica, è necessario ripristinare la smussatura sull'estremità liscia tagliata, altrimenti l'introduzione forzata dell'estremità senza smusso potrebbe danneggiare seriamente la guarnizione, provocando perdite future. La smussatura può essere realizzata rapidamente con una mola a disco; successivamente, con una spazzola metallica montata su flessibile, occorre asportare la vernice e la scaglia su tutta la zona interessata alla giunzione.

#### **14.4. Montaggio dei pezzi speciali con flange orientabili**

Una flangia orientabile è costituita da due mezze flange aventi un idoneo profilo circolare interno che ne permette il corretto posizionamento sulla estremità del pezzo speciale opportunamente sagomata a forma di collare di ancoraggio.

Sulle parti terminali, le due mezze flange sono sagomate e dimensionate in modo da permettere l'accoppiamento ad incastro sulla coppia di fori diametralmente opposti.

Questa flangia può essere orientata a piacimento sul piano perpendicolare al proprio asse.

Sul corpo di uno stesso pezzo speciale possono essere applicate flange orientabili con diversi diametri di foratura.

La procedura consigliata per il montaggio è la seguente:

- si posiziona la mezza flangia inferiore, lasciando liberi dai bulloni i due fori di estremità. Per un corretto montaggio, la mezza flangia deve avere la scanalatura circolare interna rivolta verso la flangia a cui si deve accoppiare;
- fissare con un bullone la mezza flangia superiore, aprendola poi verso l'interno;
- si posiziona l'estremità sagomata del pezzo speciale nella scanalatura circolare all'interno della mezza flangia inferiore;
- richiudere la mezza flangia superiore, fissandola con un bullone all'altro punto di articolazione. Per richiudere la mezza flangia superiore può essere necessario sollevare leggermente il pezzo speciale;
- sistemare la guarnizione sollevando leggermente il pezzo speciale; controllarne, quindi, il corretto posizionamento;
- inserire gli altri bulloni della mezza flangia superiore;
- effettuare l'avvitamento definitivo di tutti i bulloni, per passate successive e per coppie diametralmente opposte.

### **15. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA**

#### Generalità

La prova idraulica deve essere effettuata secondo le prescrizioni del presente disciplinare e del CSA, nel rispetto di quanto indicato nel D.M. LL.PP. del 12.12.1985 e nella Circolare del Ministero dei LL.PP. n.27291 del 20.03.1986.

#### Puntellamenti ed ancoraggi

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale; tutti i punti singolari della condotta (estremità, curve planimetriche e/o altimetriche, diramazioni, variazioni di diametro, ecc.) devono essere saldamente ancorati per mezzo di blocchi di ancoraggio e/o giunti antisfilamento, in modo da evitare spostamenti della condotta.

Nel caso di ricorso ai blocchi di ancoraggio, deve essere accertata la stagionatura degli stessi e, ove occorra, devono essere predisposti i contrasti necessari.

Gli eventuali puntellamenti provvisori devono essere effettuati sulle pareti dello scavo, a mezzo di carpenteria in legno o in ferro, per facilitare lo smontaggio della condotta in caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tal caso si deve prevedere, nel blocco stesso, un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvole di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante staffe metalliche, collegate a loro volta alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte - valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Il dimensionamento dei dispositivi di ancoraggio e di puntellamento deve essere effettuato in funzione della pressione di prova.

### Lunghezza dei tronchi

La valutazione della lunghezza delle condotte da collaudare dipende da condizioni locali, dalla disponibilità di acqua, dal numero di giunti ed accessori, dal dislivello tra i punti di estremità del tratto considerato. Comunque, se non diversamente specificato, le prove devono essere effettuate per tronchi via via completati, della lunghezza mediamente di 500 m, restando però facoltà della Direzione dei Lavori di aumentare o diminuire tale lunghezza.

### Sezionamento della condotta e apparecchi di sfiato

Il sezionamento deve essere fatto mediante flange cieche o altre apparecchiature.

Se vengono utilizzate valvole come sistemi di chiusura, la pressione di prova non deve superare quella di esercizio della valvola e la misura della perdita ammessa per le valvole deve essere presa in considerazione dopo aver stabilito la perdita complessiva ammessa per la tratta provata.

Il piatto di chiusura dell'estremo inferiore della tratta da provare deve essere forato nel punto più basso corrispondentemente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto per il riempimento.

Il piatto di chiusura dell'estremo superiore della tratta da provare deve essere forato nel punto più alto corrispondentemente alla sezione interna del tubo e munito rubinetto per lo sfiato. Occorre inoltre munire eventuali punti di colmo intermedi della tratta da provare di idonei sfiati per assicurare lo spurgo completo dell'aria durante la fase di riempimento.

### Preparazione della prova

L'impresa é strettamente obbligata ad eseguire, al più presto possibile, le prove dei tronchi di condotta posata e, pertanto, deve seguire immediatamente le murature di sostegno e di ancoraggio; non appena scaduti i termini di stagionatura delle suddette murature di calcestruzzo, o di c.a., deve attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Deve, dunque, preparare l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori (muniti di certificato di taratura di un Laboratorio Ufficiale), e anche i materiali per sbadacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura.

Il Direttore dei Lavori può richiedere all'Impresa che venga assicurata in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Il Direttore dei Lavori può prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione.

L'Impresa deve provvedere, a sue cure e spese, a tutto quanto necessario per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione Lavori.

#### Riempimento della condotta

L'acqua deve essere immessa nella condotta preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco con velocità sufficientemente bassa da permettere la completa evacuazione dell'aria dagli sfiati (la portata durante il riempimento non deve superare il 10% della portata di esercizio).

Per assicurare il completo spurgo dell'aria è necessario tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato ubicati in corrispondenza sia del piatto di chiusura dell'estremità più alta del tronco che degli eventuali punti di colmo intermedi della tratta da provare,

L'immissione dell'acqua deve essere effettuata ad un'ideale pressione, pari ad almeno 2 bar.

#### Tempo di assorbimento

Le tubazioni rivestite internamente in malta di cemento richiedono, dopo il riempimento, un certo intervallo di tempo affinché avvenga l'assorbimento.

Generalmente, 24 h sono sufficienti per permettere la saturazione del rivestimento interno.

#### Collocazione della pompa e messa in pressione

Avvenuto il riempimento della condotta, devono essere lasciati aperti, per un certo tempo, gli sfiati, al fine di consentire l'uscita di ogni residuo d'aria; successivamente deve essere disposta, preferibilmente nel punto più basso della condotta stessa, la pompa di prova munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato.

Si mette in carico la condotta, attivando la pompa fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che deve essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto.

Specialmente nel periodo estivo e per condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si deve controllare il manometro, scaricando se necessario con apposita valvola della pompa, l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, deve essere ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi, in corrispondenza dei punti caratteristici della stessa.

#### Le prove

Il collaudo idraulico della condotta consiste in due prove: l'una a giunti scoperti, a condotta parzialmente interrata, l'altra a scavo semichiuso, per un'altezza di 80 cm sulla generatrice superiore del tubo.

I rinterri devono essere eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 13 del presente disciplinare.

La pressione di collaudo dovrà essere pari a 1,5 la pressione di esercizio.

Per pressione di esercizio si intende il valore massimo della pressione che si può verificare in condotta per il più gravoso funzionamento idraulico del sistema, ivi comprese le massime

sovrappressioni di moto vario conseguenti a prevedibili condizioni di esercizio, quando anche di carattere temporaneo e/o accidentale.

La pressione di prova non deve superare la pressione massima di prova indicata nella norma, in base alla quale i tubi, i raccordi e le flange sono stati costruiti, né la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

La pressione di prova minima nel punto più alto del tratto esaminato non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in tale punto.

La prima prova avrà la durata di 8 h, la seconda di 4 h.

Durante il periodo nel quale la condotta è sottoposta alla prima prova, quando la pressione della tratta che si sta esaminando si è stabilizzata al valore di esercizio, il Direttore dei lavori, in contraddittorio con l'Impresa, deve eseguire l'esame visivo di tutti i giunti dei raccordi e delle tubazioni in vista.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere ben aperte e sgombrate tutte le nicchie, ed i singoli giunti devono risultare perfettamente puliti e asciutti.

Qualsiasi difetto (giunti che perdono, supporti o ancoraggi insufficienti, ecc.) deve essere eliminato prima di proseguire la prova.

Se necessario, la sezione in esame deve essere prosciugata in modo da facilitare le eventuali riparazioni.

Il buon esito della prova a giunti scoperti è dimostrato dalla concordanza tra i risultati dell'esame visivo dei giunti dei raccordi, ecc. e quelli del grafico del manometro registratore; non può essere accettata una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti e delle tubazioni in vista.

Accertato il risultato favorevole della prima prova, si procede alla seconda prova, a cavo semichiuso, il cui buon esito risulta dal grafico del manometro registratore.

Ottenuto un risultato favorevole dalla I e dalla II prova, il Direttore dei lavori deve redigere il "*verbale di prova idraulica*"; quindi, viene completato il rinterro.

## **15. MESSA IN ESERCIZIO DELLE CONDOTTE**

Prima della messa in esercizio della condotta, questa deve essere correttamente lavata al fine di eliminare la terra o altre impurità eventualmente rimaste all'interno della condotta durante la posa.

Successivamente si deve provvedere a disinfettare la condotta con i sistemi e i prodotti di disinfezione richiesti dalla stazione appaltante.

Nessun compenso spetta all'Assuntore per questa operazione di disinfezione il cui onere è compreso nei prezzi di elenco per la posa in opera delle tubazioni.