



**Direzione Ingegneria
Area Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINARE TECNICO
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA
DI TUBI E RACCORDI
IN POLIETILENE PE 100
PER ACQUEDOTTO**

Redatto da:
Ing. Giuseppe De Stefano

Visto: Il Direttore
Ing. Andrea Volpe

AGGIORNAMENTO GENNAIO 2020

INDICE

1. GENERALITA'	4
2. NORMATIVA PRINCIPALE	4
3. TUBI DI PE100	6
3.1 MATERIA PRIMA UTILIZZATA NELLA FABBRICAZIONE DEI TUBI.....	6
3.2 ASPETTO	6
3.3 COLORE.....	6
3.4 DIAMETRI E SPESSORI	6
3.5 LUNGHEZZE	7
3.6 COLLAUDI IN PRODUZIONE.....	7
3.7 CERTIFICAZIONI DI PRODOTTO – MARCHIO DI CONFORMITÀ.....	8
3.8 MARCATURE	8
3.9 ESCLUSIONI.....	9
4. GIUNZIONI.....	9
4.1 GENERALITÀ	9
4.2 SALDATURA PER ELETTROFUSIONE	10
4.2.1 SALDATURA DI MANICOTTI.....	10
4.2.2 SALDATURA DI COLLARI E SELLE DI PRESA.....	11
4.3 SALDATURA PER ELEMENTI TERMICI DA CONTATTO.....	12
5. RACCORDI.....	12
5.1 RACCORDI FORMATI (O SEGMENTATI).....	12
5.1.1 GENERALITÀ.....	12
5.1.2 GIUNZIONE DI RACCORDI FORMATI CON TUBI	13
5.2 RACCORDI ELETTROSALDABILI.....	13
5.2.1 GENERALITÀ.....	13
5.2.2 TIPI DI RACCORDI.....	13
5.2.3 MATERIA PRIMA UTILIZZATA NELLA FABBRICAZIONE DEI RACCORDI	13
5.2.4 PROGETTAZIONE DEI RACCORDI	14
5.2.5 REQUISITI PRESTAZIONALI - PROVE DI TIPO.....	14
5.2.6 COLLAUDI IN PRODUZIONE	14
5.2.7 ALTRI REQUISITI GENERALI	14
5.2.8 MARCHIO DI CONFORMITÀ.....	15
5.3 RACCORDI SALDABILI PER FUSIONE (TESTA A TESTA)	15

5.3.1 GENERALITÀ.....	15
5.2.2 TIPI DI RACCORDI	15
5.3.3 MATERIA PRIMA UTILIZZATA NELLA FABBRICAZIONE DEI RACCORDI	15
5.3.4 REQUISITI PRESTAZIONALI.....	16
5.3.5 COLLAUDI PERIODICI	16
5.3.6 COLLAUDI FINALI - ESCLUSIONI	16
5.3.7 MARCHIO DI CONFORMITÀ.....	16
5.4 MARCATURE DEI RACCORDI.....	16
6. ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI.....	17
7. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI.....	17
7.1 TRASPORTO DEI TUBI.....	17
7.2 CARICO, SCARICO E MOVIMENTAZIONE	17
7.3 ACCATASTAMENTO DEI TUBI	18
7.4 CONSERVAZIONE DEI MATERIALI.....	18
7.5 TRASPORTO E IMMAGAZZINAMENTO DEI RACCORDI PER SALDATURE TESTA A TESTA ...	18
7.6 TRASPORTO E IMMAGAZZINAMENTO DEI RACCORDI ELETTROSALDABILI	18
8. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA.....	18
8.1 SCAVI	18
8.2 LETTO DI POSA	19
8.3 POSA IN OPERA.....	19
8.4 RIEMPIMENTO DELLO SCAVO	20
8.5 CURVABILITÀ DEI TUBI.....	20
8.6 DANNI.....	21
9. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA	21
9.1 GENERALITÀ	21
9.2 COLLAUDO TRADIZIONALE	21
9.3 COLLAUDO AGGIORNATO.....	22

1. GENERALITA'

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene PE100, conformi alle norme EN 12201, da utilizzare per la realizzazione di tronchi idrici urbani, da posare in luoghi caratterizzati da spazi esigui e traffico non intenso e non pesante (es. centri storici).

Il tipo di polietilene adoperabile è il PE100, sigma 80, del tipo Rc (notch test > 8670 ore), nelle classi di pressione PN 10 (SDR 17) e PN 16 (SDR 11).

Le tubazioni DN 40 in PE100, da utilizzare per la realizzazione degli allacciamenti di utenza idrica, sono disciplinate in altro specifico documento aziendale.

La giunzione tra tubazioni e raccordi di PE100 deve essere realizzata mediante saldatura testa a testa (preferibilmente) oppure, in alternativa, mediante saldatura per elettrofusione per mezzo di manicotti elettrosaldabili in PE, aventi lo stesso PN della tubazione e dei raccordi.

I tubi ed i raccordi di PE100 possono essere adoperati, in particolare, nelle seguenti circostanze:

- condotte idriche urbane posate in siti interessati da importante presenza di falda;
- condotte idriche urbane posate in siti ad alta pendenza;
- condotte idriche interessate da interferenze elettro-magnetiche (definite dalla norma CEI 9-139).
- condotte idriche per attraversamenti ferroviari;
- condotte idriche da posare con tecniche del tipo TOC.

I tubi ed i raccordi di PE100 non devono essere adoperati nelle seguenti circostanze:

- in siti interessati da carichi stradali particolarmente elevati;
- in posizioni raggiungibili dai raggi solari;
- in presenza di alte concentrazioni di biossido di cloro e di ipoclorito di sodio in concentrazioni elevate (quelle presenti in impianti di disinfezione);
- in siti con presenza di solventi e prodotti chimici pericolosi, quali, ad esempio, gli idrocarburi.

Le tubazioni devono essere fornite sempre in barre.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla vigente norma ISO 9001 certificato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 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 alle norme EN 12201, nonché una Certificazione, rilasciata da Organismo terzo, che attesti la conformità dei prodotti alla specifica tecnica DIN PAS 1075.

2. NORMATIVA PRINCIPALE

Nella fabbricazione di tubi e raccordi e nella progettazione e costruzione di opere in PE100 si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nei seguenti documenti e norme:

- | | |
|-----------------|--|
| UNI EN 12201-1: | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Generalità. |
| UNI EN 12201-2: | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Tubi. |
| UNI EN 12201-3: | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Raccordi. |
| UNI EN 12201-5: | Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema. |
| UNI 9737: | Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica |

- ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10520: Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10521: Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10565: Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10566: Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI EN 921: Sistemi di tubazioni in materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.
- UNI EN 10226-1: Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 1: Filettature esterne coniche e interne parallele - Dimensioni, tolleranze e designazione.
- UNI EN 10226-2: Filettature di tubazioni per accoppiamento con tenuta sul filetto - Parte 2: Filettature esterne coniche e interne coniche - Dimensioni, tolleranze e designazione.
- UNI EN 728: Sistemi di tubazioni e canalizzazioni in materia plastica - Tubi e raccordi di poliolefine Determinazione del tempo di induzione all'ossidazione.
- UNI EN ISO 1133: Materie plastiche - Determinazione dell'indice di fluidità di massa (MFR) e dell'indice di fluidità del volume (MVR) dei materiali termoplastici.
- UNI EN ISO 1183: Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Metodo del picnometro a gas.
- UNI EN ISO 6259-1: Tubi di materiale termoplastico - Determinazione delle caratteristiche a trazione - Metodo generale di prova.
- ISO 6259-3: Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Polyolefin pipes.
- UNI EN 12118: Sistemi di tubazioni in materia plastica - Determinazione del contenuto di umidità nei materiali termoplastici per coulometria.
- UNI EN ISO 3126: Sistemi di tubazioni in materia plastica - Componenti di materia plastica - Determinazione delle dimensioni.
- ISO 6964: Polyolefin pipes and fittings - Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis - Test method and basic specification.
- ISO 18553: Method of the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.

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.

Decreto Ministeriale 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.

3. TUBI DI PE100

3.1 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ($\sigma_c=8,0$ N/mm²) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione).

Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:

Proprietà	Valori	Frequenza	Metodo di prova
Melt Flow Index	5 Kg ; 190°C; 10 min	Ad ogni carico Silos	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno O.I.T.	T = 200°C; ≥ 20 min	Ad ogni carico Silos	UNI EN 728
Densità	≥ 930 Kg/m ³ ; 23°C	Ad ogni carico Silos	ISO 1183
Contenuto di Carbon Black	2 ÷ 2,5 % in massa	Ad ogni carico Silos	ISO 6964
Dispersione del Carbon Black	≤ grado 3	Ad ogni carico Silos	ISO 18553
Contenuto di acqua	≤ 300 mg/Kg	Ad ogni carico Silos	UNI EN 12118

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti esposti nella norma UNI EN 12201.

3.2 Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

3.3 Colore

I tubi di PE100, adoperati per usi acquedottistici, devono essere blu oppure neri con strisce blu.

3.4 Diametri e spessori

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-2) è il “diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale d_n e con il minimo valore del diametro esterno medio $d_{em,min}$.

Il diametro esterno medio d_{em} dei tubi deve avere un valore compreso tra $d_{em,min}$ e $d_{em,max}$.

Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell’ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classi di pressione PN10 e PN16:

DN/OD	dn	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	PN 10 SDR 17		PN 16 SDR 11		Ovalizzazione Massima Ammissibile
				$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	
90	90	90,0	90,6	5,4	6,1	8,2	9,2	1,8
110	110	110,0	110,7	6,6	7,4	10,0	11,1	2,2
125	125	125,0	125,8	7,4	8,3	11,4	12,7	2,5
140	140	140,0	140,9	8,3	9,3	12,7	14,1	2,8
160	160	160,0	161,0	9,5	10,6	14,6	16,2	3,2
180	180	180,0	181,1	10,7	11,9	16,4	18,2	3,6
200	200	200,0	201,2	11,9	13,2	18,2	20,2	4,0
225	225	225,0	226,4	13,4	14,9	20,5	22,7	4,5
250	250	250,0	251,5	14,8	16,4	22,7	25,1	5,0
280	280	280,0	281,7	16,6	18,4	25,4	28,1	9,8
315	315	315,0	316,9	18,7	20,7	28,6	31,6	11,1
355	355	355,0	357,2	21,1	23,4	32,3	35,6	12,5
400	400	400,0	402,4	23,7	26,2	36,3	40,1	14,0
450	450	450,0	452,7	26,7	29,5	40,9	45,1	15,6
500	500	500,0	503,0	29,7	32,8	45,4	50,1	17,5

3.5 Lunghezze

Le tubazioni di PE100 non devono essere fornite in rotoli, bensì solo in barre, generalmente di lunghezze da 6 o 12 metri.

3.6 Collaudi in produzione

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima
Aspetto e dimensioni	Conformità alle norme UNI EN 12201	UNI EN 3126	Una prova ogni 2 h per ogni linea
Resistenza alla pressione interna: 100h - 20°C - 12,4 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna: 165h - 80°C - 5,5 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna: 1000h - 80°C - 5,0 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Indice di fluidità (MFR) 190°C - 5Kg - 10 min	Variazione di MFR a seguito della lavorazione: ± 20 %	UNI EN ISO 1133	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Tempo di induzione all'ossigeno a 200°C	≥ 20 min	UNI EN 728	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Allungamento a rottura	≥ 350 %	UNI EN ISO 6259-1; ISO 6259-3	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia

3.7 Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata.

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della di norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo la suddetta norma UNI CEI EN.

3.8 Marcature

La marcatura dei tubi, deve riportare, in modo leggibile, le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore;
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- serie SDR (17 o 11);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN 10 o PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (UNI EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

3.9 Esclusioni

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (Melt Index, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

4. GIUNZIONI

4.1 Generalità

Sono ammesse solo giunzioni eseguite mediante saldatura.

Potranno essere realizzate le seguenti tipologie di giunzione:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione.

La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni del paragrafo 5 del presente disciplinare.

La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura.

I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati.

Per le tubazioni in PE100, in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08 agosto 1994 Edizione n° 2, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene.

Gli operatori destinati alla realizzazione delle saldature dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa.

Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.

Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.

Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566.

Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri.

4.2 Saldatura per elettrofusione

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare di questa Azienda potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel capitolo 5 del presente disciplinare.

La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.

Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

4.2.1 Saldatura di manicotti

- I raccordi devono essere prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- Evitare la contaminazione della superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliate in maniera ortogonale rispetto al loro asse. Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.
- Pioggia e acqua, eventualmente presenti nello scavo, devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si deve utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo. Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non può aver luogo.
- Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.
- Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.

- Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce. E' preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto.
- Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- Prima di rimuovere i collari allineatori, deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.
- Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da j) a p) compreso. La superficie del raccordo deve ritornare a temperatura ambiente prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura.

4.2.2 Saldatura di collari e selle di presa

- I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- Si deve evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una tenda sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- Pulire il tubo nella zona ove sarà effettuata la saldatura, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- Raschiare il tubo nella zona della saldatura.
- Posizionare il collare sul tubo utilizzando i metodi di fissaggio previsti dal produttore del raccordo. Nel caso di selle presa queste devono essere posizionate sul tubo utilizzando gli appositi posizionatori provvisti di dinamometro e indicatore di carico.
- Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- Prima di rimuovere il posizionatore dalle selle di presa, attendere il tempo di raffreddamento indicato dal produttore del raccordo.
- Prima di forare il tubo, attendere almeno 20 minuti dopo il completo raffreddamento del raccordo; comunque non forare prima di aver effettuato una prova di tenuta in pressione per la derivazione.
- Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da g) a l) compreso.
Prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura, la superficie del raccordo deve essere ritornata a temperatura ambiente.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura, che, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

4.3 Saldatura per elementi termici da contatto

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi.

Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata.

Lo stesso responsabile deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
- i cavi elettrici non siano danneggiati;
- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;
- il corpo macchina non sia distorto.

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita.

Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso.

Elementi che possono contaminare la saldatura quali, fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.

Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia.

Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento.

Se il termoelemento non può essere pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo.

Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare.

Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520.

Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni.

Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata.

La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura, che, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

5. RACCORDI

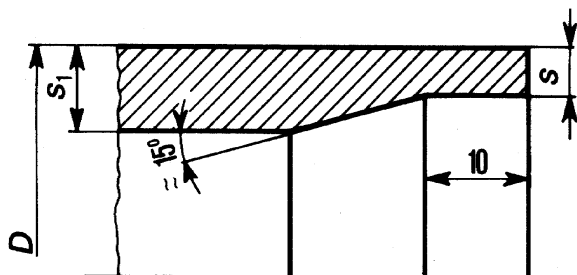
5.1 RACCORDI FORMATI (O SEGMENTATI)

5.1.1 Generalità

I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti nel capitolo 11.4 della raccomandazione di posa n.10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P. I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto al capitolo 3 del suddetto documento.

5.1.2 Giunzione di raccordi formati con tubi

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo 4 del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s_1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



5.2 RACCORDI ELETTROSALDABILI

5.2.1 Generalità

I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati da questa Azienda, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali.

I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

5.2.2 Tipi di raccordi

I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 e PN16.

Le figure ed i diametri più ricorrenti sono:

- manicotti;
- gomiti a 90° - 45° - $22,5^\circ$;
- tee a 90° ;
- collari di presa.

5.2.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento.

In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3, prospetto 6;
- Tempo di Induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura, prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI EN 12201-3, prospetto 6;
- Densità, secondo la norma UNI EN 12201-1, prospetto 1.

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

5.2.4 Progettazione dei raccordi

I raccordi dovranno essere progettati in conformità ai requisiti indicati dalla norma UNI EN 12201-3.

5.2.5 Requisiti prestazionali - Prove di tipo

I raccordi devono essere PN16.

Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 921.

I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C.

La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nelle norme UNI EN 12201-3, prospetto 5.

I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

5.2.6 Collaudi in produzione

Resistenza alla pressione interna

Il metodo di prova è specificato nella norma UNI EN 921.

La prova di accettazione è effettuata secondo le prescrizioni indicate nelle norme UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

Collaudo del valore della resistenza del filamento interno dei raccordi

Ogni raccordo deve essere collaudato al fine di assicurare a questa Azienda la continuità elettrica del filamento.

Deve essere effettuato il collaudo del valore della resistenza elettrica del filamento interno del raccordo effettuato sul campionamento minimo determinato dal produttore.

Collaudo visivo

Ogni raccordo deve essere ispezionato visivamente nel suo aspetto generale.

Collaudi dimensionali

Devono essere svolti in accordo con il piano di campionamento interno del produttore.

Caratteristiche fisiche

I raccordi devono superare le prove indicate nella norma UNI EN 12201-3, prospetto 6.

5.2.7 Altri requisiti generali

I raccordi devono essere saldabili anche su tubi PN 10 e PN 6; per quest'ultima pressione nominale valgono i limiti di saldabilità dichiarati dal produttore. La tensione di saldatura deve essere inferiore a 40 Volts nominali e il diametro degli spinotti di attacco deve essere di 4,7 mm.

Nei raccordi devono essere presenti le "zone fredde", sia all'imboccatura che al centro del raccordo.

Le spire della resistenza non devono interessare la zona del foro dei raccordi a "collare" o a "settore".

La superficie interna e quella esterna del raccordo, esaminate visivamente senza ingrandimenti, devono risultare lisce, uniformi ed esenti da fessurazioni, bolle, ammaccature, distorsioni ed altri difetti che potrebbero influenzare le sue caratteristiche funzionali.

Ogni raccordo dovrà essere contenuto in un involucro protettivo trasparente e termosigillato, innocuo per il prodotto, come richiesto dalla norma UNI 10521 punto 7.1.1.2.

Per ragioni di sicurezza operativa i raccordi, tutte le figure di tutti i diametri ad esse riferiti, devono essere in grado di funzionare con la medesima tensione di 39,5 Volt.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. Il fermo deve essere facilmente asportabile per consentire la possibilità, una volta rimosso, di ottenere il manicotto di riparazione scorrevole sul tubo.

Le dimensioni e le tolleranze di accoppiamento devono essere conformi alla norma UNI 8850.
Le prese per derivazioni devono essere fornite complete di dadi, bulloni e quant'altro occorre al loro montaggio, comunque in maniera da evitare smarrimenti di parti non pre-assemblate.
La larghezza delle loro zone di saldatura non deve essere inferiore a 20 mm misurati in senso radiale.
Durante l'operazione di foratura non si devono produrre trucioli o particelle metalliche e il fondello risultante dalla foratura del tubo deve essere trattenuto dal dispositivo del perforatore.
Le parti dei raccordi di transizione filettate in ottone devono essere realizzate con ottoni resistenti alla perdita di zinco, compatibili per il contatto con acqua potabile o da potabilizzare.
Tutti i raccordi devono essere realizzati mediante il solo processo di stampaggio per iniezione, senza processi di lavorazioni meccaniche.

5.2.8 Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065.

5.3 RACCORDI SALDABILI PER FUSIONE (TESTA A TESTA)

5.3.1 Generalità

I raccordi saldabili per fusione (o testa a testa) realizzati in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento. Per garantire la qualità dei prodotti acquistati dall'AQP, sono stati adottati riferimenti a norme di prodotto nazionali e internazionali.

I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

5.2.2 Tipi di raccordi

I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16.

Le figure più ricorrenti sono:

- riduzioni;
- gomiti a 90° e 45°;
- tee a 90°.

5.3.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm², in conformità alle norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3, prospetto 6;
- Tempo di Induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura, prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI EN 12201-3, prospetto 6.

5.3.4 Requisiti prestazionali

I raccordi devono avere pressione nominale PN 16 o PN 10, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti.

Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nella norma UNI EN 12201-3, prospetto 4.

5.3.5 Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

- Diametro esterno medio, con la frequenza di 1 volta/h;
- Spessore, con la frequenza di 1 volta/8h;
- Ovalizzazione, con la frequenza di 1 volta/h;
- Angolo tra codoli, con la frequenza di 1 volta/8h;
- Aspetto visivo, con la frequenza di 1 volta/h;
- Verifica marcatura, con la frequenza di 1 volta/h.

5.3.6 Collaudi finali - Esclusioni

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

- Resistenza alla pressione interna, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 921;
- Tempo di Induzione all'ossidazione, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 728;
- Indice di Fluidità di Massa (MFR), secondo le norme UNI EN 12201-3 e ISO 1133.

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto 3.9.

5.3.7 Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065.

5.4 MARCATURE DEI RACCORDI

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, in modo leggibile la seguente marcatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi oppure su apposite etichette, devono essere riportate, in modo leggibile, anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione (PN10 o PN16);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi.

6. ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI

Il Direttore dei Lavori o il Responsabile degli acquisti AQP, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla vigente norma ISO 9001, approvato da Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021;
- la Ditta produttrice possieda 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 alle norme UNI EN12201, nonché una Certificazione, rilasciata da analogo Organismo terzo, che attesti la conformità dei prodotti alla norma tecnica DIN PAS 1075.
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei *test* interni;
- sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;
- la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà dell'AQP dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà all'AQP, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata al punto 11 del presente disciplinare.

7. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985.

7.1 Trasporto dei tubi

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

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

7.2 Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità. Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura “da non usare” e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l’esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori dell’AQP; quest’ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

Nell’impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l’operatore al comando della gru e l’operatore che si trova a terra.

7.3 Accatastamento dei tubi

Nell’accatastamento il piano d’appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

L’altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore.

Per i tubi con diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Dopo l’accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all’interno dei tubi.

7.4 Conservazione dei materiali

È indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, necessari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico - meccaniche.

7.5 Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa

Questi raccordi vengono generalmente forniti in appositi imballaggi.

Se sono forniti sfusi, si deve avere cura, nel trasporto e nell’immagazzinamento, di non accatastarli disordinatamente e si deve evitare che possano essere danneggiati per effetto di urti.

7.6 Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili

Questi raccordi devono essere sempre forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggerli da polvere, umidità, salsedine, raggi UV, ecc.

Devono essere conservati in magazzini, posati su scaffalature o comunque sollevati dal suolo, lontano da fonti di luce e di calore.

In cantiere si deve aver cura che i raccordi elettrosaldabili non vengano esposti agli agenti di cui sopra e conservati nella loro confezione originale fino al momento d’uso.

8. MODALITA’ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

8.1 Scavi

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligatoria.

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 di 20 cm superiore al diametro del tubo da posare.

La profondità minima di interrimento deve essere di 100 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 Direzione Lavori.

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.

8.2 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 sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore maggiore di $(10 + 0,1 D)$ centimetri, dove D è il diametro esterno del tubo in cm.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

8.3 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, con particolare riguardo alle testate, 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; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda diappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità già descritte nel presente disciplinare, si provvede alla posa in opera, che viene effettuata, in generale, per mezzo di

capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non deve subire urti contro corpi duri o eccessive deformazioni.

Le condotte di PE100, la cui saldatura viene effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro 15÷20 metri, per non più di 1,20÷1,30 metri.

Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano. Inizialmente i tubi si allineano ricalzandoli in vicinanza dei giunti; in seguito si fissa la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi controtendenze rispetto al piano di posa.

Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione. Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.

8.4 Riempimento dello scavo

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di sabbia che giunga ad una altezza di almeno 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Il compattamento dello strato fino a 2/3 del tubo, a partire dal letto di posa, deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente e senza spostamenti del tubo stesso.

La sabbia compattata deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiancando il tubo da ogni lato.

Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20-30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavora su tre tratte consecutive e viene eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15-20 cm) nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costanti;
- una delle estremità della tratta della condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

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.

8.5 Curvabilità dei tubi

Per non sollecitare il materiale in maniera eccessiva, le barre di tubo di PE possono essere curvate ai seguenti raggi di curvatura (R) alla temperatura di 20°C:

PN 10	R = 20 De	per tubi semplici;	R = 45 De	per tubi con giunzioni;
PN 16	R = 20 De	per tubi semplici ;	R = 25 De	per tubi con giunzioni.

Qualora i raggi di curvatura richiesti fossero inferiori a quelli sopra menzionati, si dovranno utilizzare curve stampate o formate a settori (realizzate in fabbrica).

La curvatura a caldo della tubazione è assolutamente vietata.

8.6 Danni

Ai fini della resistenza ai danni che possono originarsi durante la fase della posa in opera, le prestazioni dei tubi (PN per 50 anni di vita) non diminuiscono se il valore del danno (intaglio) arrecato ai tubi non supera, in profondità, il 10% del valore dello spessore del tubo.

La forma del danno non è rilevante (longitudinale o circonferenziale, ecc.); tuttavia il Direttore dei Lavori ed il Responsabile di Cantiere si devono assicurare che il danno non penetri per un valore superiore al 10% dello spessore del tubo in nessun punto della parete dello stesso.

Nel caso che ciò accada, la parte del tubo interessata dal danno deve essere rimossa.

9. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA

9.1 Generalità

La prova di collaudo si deve eseguire sulla condotta installata compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione.

Si può effettuare indifferentemente la prova di collaudo tradizionale oppure quella di tipo aggiornato.

9.2 Collaudo tradizionale

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si crea nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che ha come risultato un aumento di volume nella condotta.

La prova idraulica in opera dei tubi in PE è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 metri per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento della linea).

La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.

La quasi totale copertura del tubo da collaudare evita sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte consentendo la definizione più precisa della quantità dell'acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si riempie la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.

Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato si procede con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare il valore PN + 5 bar.

Nel punto di pompaggio deve essere installato oltre ad un manometro di pressione anche un manometro registratore (pressione e tempo), che permette di documentare l'andamento delle prova idraulica, ed un contatore volumetrico.

La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova, mentre il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto.

Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo.

Durante le 6 ore il tubo si dilata sotto la pressione interna e raggiunge una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.

Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione ha valori più contenuti.

Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni; i raccordi flangiati sono da rinserrare ciclicamente.

Si deve prestare attenzione, durante queste operazioni, al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo per l'operatore adeguate protezioni.

Al termine della prova preliminare, nella quale non si deve riscontrare alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN, che non deve superare il valore $PN + 3$ bar.

Questa prova dura 6 ore; ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova.

Il collaudo si ritiene positivo quando risulta $\Delta p \leq 1,8$ bar (Δp = differenza tra pressione iniziale e pressione finale).

Durante la prova principale l'operatore deve controllare che non si riscontrino perdite visibili da tutte le giunzioni.

Terminato il collaudo si redige un verbale che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

9.3 Collaudo aggiornato

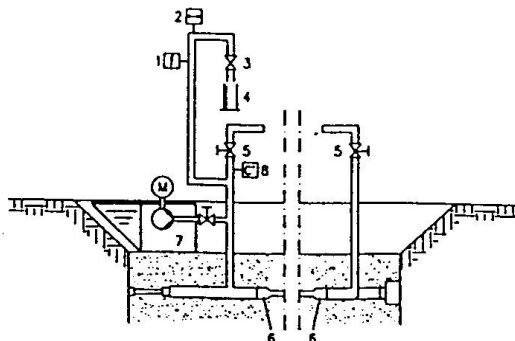
Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il Metodo a Contrazione.

Il principio di tale metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene, in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo.

Gli elementi necessari per il collaudo sono: l'unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio del liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contaltri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione $\leq 5\%$ del volume richiesto).

Nella figura seguente è riportato lo schema per il collaudo a pressione.

1. Manometro registratore
2. Manometro di precisione
3. Valvola di regolazione
4. Contaltri
5. Valvole di sfiato
6. Condotta in PE
7. Unità di prova idraulica
8. Termometro



Prova preliminare

Si riempie la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s, sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria.

Si chiude la valvola di alimentazione dell'acqua e si lascia assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Si mette in pressione la condotta alla pressione di collaudo P_{coll} di 1,5 PN, non superando $PN + 5$ bar, in un tempo massimo di 10 minuti.

Si mantiene la P_{coll} per 0,5 h ripristinando la caduta di pressione al valore di P_{coll} (fase di mantenimento).

Si controlla nella successiva 1 h (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla P_{coll} , che non devono essere superiori al 30%.

Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite e, dopo un riposo delle tubature di almeno 1 h, si riprende il collaudo.

È necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.

L'andamento della curva di pressione è indicato nella corrispondente sezione della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (P_{abb}), agendo sulla valvola di regolazione per alcuni minuti.

I valori dell'abbassamento di pressione in funzione del PN della linea sono riportati nella seguente tabella:

PN	P _{abb} (bar)
10	2,0
16	2,5
25	3,0

Per la successiva 0,5 h si controlla l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 h per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione dopo 0,5 h è $\leq 0,25$ bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume d'acqua scaricato (V_{abb}) durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore o pari al valore calcolato V_{amm} , il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.

Il valore V_{amm} si calcola applicando la seguente formula:

$$V_{amm} = 0,1 \cdot F \cdot \left[\sum_{i=1}^n (A_i \cdot L_i) \right] \cdot P_{abb} \cdot \left[\frac{1}{E_A} + \frac{1}{E_T} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{d}{s} \right)_i \right]$$

dove:

V_{amm} = massimo volume di acqua scaricabile (ml);

P_{abb} = abbassamento di pressione (bar);

d = diametro interno dei vari tubi (mm);

E_A = modulo di compressione dell'acqua (pari a 2000 N/mm²);

E_T = modulo di elasticità a breve durata del PE (pari a 800 N/mm²);

s = spessori dei vari tubi (mm);

L = lunghezze dei vari tubi (m);

F = coefficiente di correzione per presenza di aria nella condotta (pari a 1,2);

A = sezioni interne dei vari tubi (mm²).