



REGIONE DEL VENETO

AREA TUTELA E SVILUPPO DEL TERRITORIO - DIREZIONE INFRASTRUTTURE TRASPORTI E LOGISTICA

UO INFRASTRUTTURE STRADE E CONCESSIONI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Marco d'Elia

SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO REGIONALE

S. F. M. R.

(Atto del 06/12/2016)

LINEE VENEZIA-QUARTO D'ALTINO e MESTRE-TREVISO

ELIMINAZIONE DEI P.L. AL km 1+337 e km 1+445

VENEZIA - Via Gazzera Alta

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO 1.09bis				N° ELABORATO	
ELABORATI TECNICO ECONOMICI				18.12.00.00	
Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche Opere idrauliche e reti tecnologiche				SCALA -	
				NOME FILE 0409E07-18120000-DCT011_E00	
E00	Emissione	10/2019	E. Casotto	E. Casotto	M. Fioratti
Revisione	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
COMMESSA	DOCUMENTO	REV.	TAVOLA		
0409E07	D CT 011	E00	1 di 1		
Il Direttore Tecnico Ing. Stefano Susani		Il Progettista e Responsabile dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche Ing. Michele Fioratti			
 Via Squero, 12 - 35043 Monselice (PD)					



INDICE

1	PRESCRIZIONI GENERALI	5
2	TUBAZIONI.....	9
2.1	PRESCRIZIONI GENERALI	9
2.1.1	Campi di impiego e localizzazione.....	9
2.1.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	9
2.1.3	Materiale e tolleranze dimensionali	9
2.1.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	10
2.1.5	Prove e controlli di accettazione	17
2.2	TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO	22
2.2.1	Campi di impiego e localizzazione.....	22
2.2.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	22
2.2.3	Materiale e tolleranze dimensionali	23
2.2.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	33
2.2.5	Prove e controlli di accettazione	35
2.3	TUBAZIONI IN PVC	38
2.3.1	Campi di impiego e localizzazione.....	38
2.3.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	38
2.3.3	Materiale e tolleranze dimensionali	38
2.3.4	Lavorazione e modalità esecutive	40
2.3.5	Prove e controlli di accettazione	44
2.4	TUBAZIONI IN ACCIAIO	44
2.4.1	Campi di impiego e localizzazione.....	44
2.4.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	44
2.4.3	Materiale e tolleranze dimensionali	45
2.4.4	Lavorazione e modalità esecutive	47
2.4.5	Prove e controlli di accettazione	49
2.5	TUBAZIONI IN POLIETILENE	51
2.5.1	Campi di impiego e localizzazione.....	51
2.5.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	52
2.5.3	Materiale e tolleranze dimensionali	53
2.5.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	56
2.5.5	Prove e controlli di accettazione	60
2.6	TUBAZIONI IN GHISA	63



2.6.1	Campi di impiego e localizzazione.....	63
2.6.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	63
2.6.3	Materiale e tolleranze dimensionali	63
2.6.4	Lavorazione e modalità esecutive	66
2.6.5	Prove e controlli di accettazione	67
2.7	TUBAZIONI IN GRES	68
2.7.1	Campi di impiego e localizzazione.....	68
2.7.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	68
2.7.3	Materiale e tolleranze dimensionali	68
2.7.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	69
2.7.5	Prove e controlli di accettazione	70
2.8	TUBAZIONI IN P.R.F.V.....	72
2.8.1	Campi di impiego e localizzazione.....	72
2.8.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	72
2.8.3	Materiale e tolleranze dimensionali	73
2.8.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	82
2.8.5	Prove e controlli di accettazione	95
2.9	CANALETTE GRIGLIATE E POZZETTI DI RACCOLTA	102
2.9.1	Campi di impiego e localizzazione.....	102
2.9.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	102
2.9.3	Materiale e tolleranze dimensionali	102
2.9.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	104
3	PEZZI SPECIALI, SARACINESCHE, VALVOLE E RUBINETTERIE	105
3.1	CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE	105
3.2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	105
3.3	MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI.....	106
3.4	LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE	111
3.4.1	Diramazioni secondarie per prese d'utenza	115
3.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	118
4	CHIUSINI E CADITOIE	122
4.1	CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE	122
4.2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	122
4.3	MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI.....	122
4.3.1	Marcatura.....	124
4.3.2	Caratteristiche costruttive	124
4.3.3	Aperture di aerazione.....	124

4.3.4	Dimensione di passaggio.....	125
4.3.5	Profondità di incastro	125
4.3.6	Sedi.....	125
4.3.7	Protezione spigoli.....	125
4.3.8	Fessure	126
4.3.9	Cestelli e secchi scoricatori.....	126
4.3.10	Stato della superficie.....	126
4.3.11	Sbloccaggio e rimozione dei coperchi	126
4.4	LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE	127
4.4.1	Rimessa in quota di chiusini e caditoie.....	128
4.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	128
4.5.1	Misura della freccia residua	129
4.5.2	Applicazione del carico di prova	129
5	OPERE IN CALCESTRUZZO	131
5.1	CAMERETTE D'ISPEZIONE	131
5.1.1	Campi di impiego e localizzazione.....	131
5.1.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	131
5.1.3	Materiale e tolleranze dimensionali	131
5.1.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	132
5.2	MANUFATTI PREFABBRICATI.....	134
5.2.1	Campi di impiego e localizzazione.....	134
5.2.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	134
5.2.3	Materiale e tolleranze dimensionali	135
5.2.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	136
5.2.5	Prove e controlli di accettazione	136
5.2.6	Disoleatori e vasche di prima pioggia	137
5.3	RIVESTIMENTI	138
5.3.1	Campi di impiego e localizzazione.....	138
5.3.2	Normative e Raccomandazioni di riferimento	138
5.3.3	Materiale e tolleranze dimensionali	139
5.3.4	Lavorazioni e modalità esecutive.....	139
5.3.5	Prove e controlli di accettazione	139
6	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO PER FOGNATURA.....	141
6.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO.....	141
6.2	MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI.....	141
6.3	LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE	145



6.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	145
7	CAVIDOTTI PER RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE	146
7.1	CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE	146
7.2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	146
7.3	MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI.....	147
7.4	LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE	148
7.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	154
8	OPERE DI DIFESA IDRAULICA	156
8.1	CAMPI DI IMPIEGO, LOCALIZZAZIONE	156
8.2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	156
8.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	158
8.4	LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE	162
8.4.1	Opere di protezione dall'erosione	162
8.4.2	Opere di regolarizzazione dell'alveo	165
8.4.3	Manufatti in rete metallica e pietrame.....	167
8.4.4	Sistemazione dell'alveo ordinario	171
8.4.5	Opere di difesa dalle piene	173
8.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	176
8.5.1	Prove sul filo metallico	178
8.5.2	Prove sui rivestimenti protettivi del filo.....	178
8.5.3	Prove sulla rete metallica.....	180
8.5.4	Prescrizioni per il collaudo	180



1 PRESCRIZIONI GENERALI

L'APPALTATORE dovrà eseguire i lavori per l'adeguamento delle reti tecnologiche (acquedotto, fognatura, linea elettrica, linea telefonica, illuminazione pubblica) nei limiti e secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto, per le quali dovrà provvedere a:

- fornitura e posa in opera dei materiali,
- predisposizione allacciamenti alle utenze,
- collaudo e attivazione della linea,
- rilievo finale e distribuzione di segnaletica identificativa.

Per questi lavori l'APPALTATORE dovrà consentire gli accessi e fornire l'assistenza agli Enti Gestori o a Terzi da essi delegati, predisponendo le opere civili pertinenti agli impianti in base alle prescrizioni progettuali dei medesimi Enti e all'approvazione della DIREZIONE LAVORI del Committente.

E' onere dell'APPALTATORE verificare la corrispondenza fra le mappature di progetto e il reale posizionamento planoaltimetrico delle condutture esistenti. A lavori ultimati sarà cura dell'APPALTATORE eseguire il rilievo e il disegno quotato, con la descrizione delle principali caratteristiche, di tutte le opere di nuova costruzione e delle deviazioni di quelle esistenti e di tutti i sottoservizi ripristinati ricadenti nelle aree di cantierizzazione.

Per ogni tipo di lavoro riguardante le interferenze con sottoservizi, l'APPALTATORE dovrà preventivamente concordare con gli Enti Gestori interessati, Gestori e/o Proprietari, programmi temporali e modalità esecutive. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l' APPALTATORE dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.



Ad ogni modifica delle interferenze esistenti è onere dell'APPALTATORE, laddove non espressamente indicato, ripristinare le opere civili relative ai raccordi con la rete esistente; laddove risulti una configurazione finale diversa dalla precedente è onere dell'APPALTATORE eseguire il rilievo e il disegno quotato del ripristino.

I lavori per la risoluzione di dette interferenze dovranno essere realizzati in modo da garantire la continuità d'esercizio delle linee tecnologiche coinvolte secondo le richieste degli Enti Gestori; è perciò onere dell'APPALTATORE organizzare le fasi di lavoro e le occupazioni di cantiere in modo da consentire la realizzazione delle deviazioni provvisorie, possibilmente minimizzandone la durata e predisponendole al ripristino ottimale. Durante la gestione provvisoria della fognatura nera o mista intercettata dai lavori sarà onere dell'APPALTATORE provvedere all'evacuazione giornaliera dei liquami e al conferimento dei medesimi presso gli impianti di depurazione.

Per quanto riguarda i drenaggi provvisori e permanenti dei cunicoli di servizio e/o delle condutture dedicate a reti tecnologiche, è onere dell'APPALTATORE, dove non espressamente indicato, individuare la fognatura utilizzabile e realizzare l'opera di recapito. La realizzazione delle condotte sotterranee di fognatura nera o mista avverrà normalmente seguendo il profilo idraulico da valle a monte.

Nel realizzare le fognature e l'acquedotto l'APPALTATORE avrà cura di assistere l'ENTE GESTORE nel ripristinare tutti i collegamenti alle tubazioni principali e alle abitazioni interessate. Il collaudo delle fognature sarà eseguito fra pozzetti adiacenti consentendo l'avvio dell'esercizio nei tempi più brevi possibili.

Nell'impossibilità di adottare tecniche di scavo meccanizzato si ricorrerà allo scavo manuale e alla movimentazione del materiale con mezzi tradizionali.

Tutte le operazioni di scavo, tanto in sotterraneo quanto a cielo aperto, saranno monitorate mediante apposita strumentazione geotecnica per rilevare gli effetti deformativi indotti in superficie e sui fabbricati disposti in prossimità dell'opera. In particolare è onere dell'APPALTATORE tenere sotto controllo i cedimenti

indotti in superficie e nel terreno a differenti profondità, nonché i franamenti del cunicolo nelle tratte di scavo in sotterraneo a foro cieco.

Qualora l'APPALTATORE, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o con una lavorazione più accurata, ciò non gli darà diritto ad un aumento dei prezzi e la stima sarà fatta come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto.

Qualora venga ammessa dalla Stazione appaltante - in quanto non pregiudizievole all'idoneità dell'opera - qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o qualità dei materiali, ovvero una minor lavorazione, la DIREZIONE LAVORI può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

Se l'APPALTATORE, senza autorizzazione scritta della DIREZIONE LAVORI, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'APPALTATORE sarà tenuto a rimuovere a sua cura e spese detti materiali e a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare e a sottostare a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni presso laboratori ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.



I risultati ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle due Parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

2 TUBAZIONI

2.1 PRESCRIZIONI GENERALI

2.1.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni si rimanda al capitolo relativo alla specifica tipologia di materiale utilizzato.

2.1.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- Decreto del Ministero Lavori Pubblici del 12-12-1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- UNI EN 1610:2015 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174
- Circolare n° 27291 del 20-3-1986.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.1.3 Materiale e tolleranze dimensionali

In accordo con il Decreto del Ministero Lavori Pubblici del 12-12-1985 “Norme



tecniche relative alle tubazioni”, che qui s’intende integralmente richiamato e vigente insieme alla Circolare n° 27291 del 20-3-1986, si definisce tubazione il complesso dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali costituenti l’opera di adduzione e/o distribuzione di acqua ad uso, ovvero l’opera di fognatura Nel caso specifico si può estendere la definizione anche alle condutture destinate a usi diversi dal trasporto di fluidi.

Per “diametro” delle tubazioni di qualunque tipo o materiale deve intendersi – qualora non sia espressamente indicato in modo diverso – il diametro interno nominale della tubazione stessa.

Su richiesta della DIREZIONE LAVORI, L’APPALTATORE è tenuto a fornire, se indicato dalla DL, i calcoli di verifica statica delle tubazioni redatti in conformità alle leggi vigenti; inoltre, a richiesta della DL eseguirà il prelievo e l’invio dei campioni di materiale al laboratorio indicato dalla DL per le prove di accettazione previste.

2.1.4 Lavorazioni e modalità esecutive

La posa in opera delle condotte avviene sulla base dei dati di progetto relativi al loro tracciato, al loro profilo, al materiale di cui debbono essere formate, al tipo di tubazione, di giunti e di pezzi speciali che sono stati previsti.

Durante la posa in opera delle condotte nelle strade, nei centri abitati o nelle zone di transito l’Impresa dovrà provvedere a proprie spese alla difesa e segnalazione sia diurna che notturna degli scavi eseguiti allo scopo salvaguardare l’incolumità ai passanti in transito e la sicurezza dei veicoli.

Per la continuità del transito dovranno essere disposti adeguati passaggi carrai provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra l’impresa e gli interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito. L’Impresa assume la completa responsabilità e relativi oneri e spese per eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.



Prima di ogni intervento l'Impresa deve ottenere, a suo onere e spesa, tutte le autorizzazioni tecniche e amministrative da parte delle Autorità competenti e dei privati proprietari, attenendosi alle eventuali prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardi nelle procedure a cui conseguano temporanee sospensioni e/o trasferimenti di cantiere; sempre a suo onere e spesa l'Impresa deve assumere tutte le informazioni sullo stato di consistenza dei siti di lavoro, anche mediante sopralluoghi e assaggi; tutto ciò vale in particolare per le operazioni preliminari all'apertura dei cantieri, la manomissione delle strade e piazze, la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, la continuità d'esercizio degli scolli d'acqua, la difesa di tutte le reti tecnologiche, delle opere sotterranee e dei fabbricati adiacenti al tracciato.

I dati di posa delle condotte debbono risultare da appositi disegni e tabelle preventivamente redatti dall'Impresa ed approvati dalla Direzione Lavori, i quali, per ogni determinato tronco del tracciato, debbono contenere gli elementi per lo scavo della fossa, il montaggio delle tubazioni, la costruzione delle murature e dei pozzetti, ecc. Nei predetti disegni e tabelle debbono essere particolarmente indicati:

- i vertici, i picchetti ed i capisaldi di livellazione posti sul terreno per individuare il tracciato;
- le profondità a cui deve spingersi lo scavo della fossa in corrispondenza dei vertici, dei picchetti e dei punti di variazione delle livellette;
- la lunghezza e le dimensioni delle curve, dei pezzi speciali e delle apparecchiature da montare, sia in planimetria che in altimetria;
- la posizione, le dimensioni e le modalità costruttive delle murature di contrasto e di ancoraggio;
- le caratteristiche tecniche ed esecutive dei passaggi delle tubazioni sotto e sopra strade, cavi, condotti, corsi d'acqua, cunicoli o ponti esistenti;



- l'ubicazione dei pozzetti di scarico, di sfiato o per saracinesche con le dimensioni dei manufatti da costruire.

Tutti i cantieri istituiti per lo scavo delle fosse e la posa in opera delle condotte debbono essere studiati, attrezzati e condotti con ogni cura e con il necessario personale specializzato, tenendo soprattutto presente che tali cantieri, per le esigenze del lavoro, si debbono spostare continuamente.

In particolare gli allacciamenti delle condotte da eseguire con quelle esistenti dovranno essere effettuati, a completo onere e spese dell'impresa, contemporaneamente e nel più breve tempo possibile, in maniera da ridurre al minimo l'interruzione del funzionamento di acquedotto e fognatura.

2.1.4.1 SCAVO DELLA TRINCEA PER CONDOTTE D'ACQUEDOTTO

Gli scavi delle trincee per la posa delle tubazioni saranno eseguiti con mezzi meccanici o a mano, in base ad autorizzazione od ordine della Direzione Lavori.

La profondità dello scavo dovrà essere regolata in modo che la generatrice superiore del tubo si trovi a quella profondità che verrà precisata od autorizzata dalla Direzione Lavori, salvo quelle maggiori o minori profondità che si rendessero necessarie per il superamento di ostacoli incontrati lungo il tracciato o in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno o delle esigenze di posa delle saracinesche, pozzetti, scarichi ed altri apparecchi.

La larghezza delle fosse dovrà essere la minima compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni si dovranno scavare, all'atto della posa dei tubi e se le dimensioni della fossa non rendono possibile la formazione dei giunti, nicchie tali da permettere di effettuare, con le comodità necessarie, la loro perfetta esecuzione e la loro ispezione durante le prove.

In corrispondenza delle curve, diramazioni, saracinesche e comunque laddove si rendesse necessario, dovranno essere eseguiti gli scavi per la costruzione di

adeguati blocchi di contrasto, di ancoraggio o di sostegno in calcestruzzo, scavi e blocchi che sono a completo onere dell'Impresa in quanto si intendono compensati dai prezzi d'elenco delle tubazioni e dei relativi pezzi speciali. Il fondo dello scavo dovrà essere costituito da terreno uniforme, sgombro, asciutto, costipato e livellato, in modo che i tubi vi poggino per tutta la loro lunghezza. Nel caso che il fondo della fossa fosse roccioso o sassoso il tubo dovrà poggiare per tutta la sua lunghezza sopra uno strato di sabbia pestonata dell'altezza di 15 cm se il tubo da posare ha i diametri fino a 100 mm e di cm 30 per i diametri superiori, naturalmente previo corrispondente aumento della profondità dello scavo. Il materiale di scavo dovrà essere deposto lateralmente alla fossa lasciando una congrua banchina tra il ciglio del cavo ed il piede del cumulo del materiale di scavo, per consentire il passaggio degli operai e dei mezzi d'opera.

Nei tratti in cui lo scavo deve attraversare strade pubbliche o private, le materie di scavo debbono essere diligentemente raccolte e depositate ai margini della strada in modo da garantire la libertà e sicurezza del transito. In ogni caso, ad evitare che il dissesto dipendente dalla apertura delle trincee e conseguenti depositi temporanei dei materiali di risulta, si estenda a tratte di eccessiva lunghezza e larghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea di estensione superiore ai 500 m.

L'estremità di ciascun tratto di condotta collocate in opera e da provare dovrà essere mantenuta costantemente chiusa con flange cieche o altri adeguati tappi, onde evitare l'ingresso di materie o corpi estranei nell'interno dei tubi.

L'asse delle tubazioni, lungo le sedi stradali, dovrà cadere il più vicino possibile al ciglio di destra o di sinistra e sotto i marciapiedi, in base alle prescrizioni della Direzione Lavori.

2.1.4.2 MOVIMENTAZIONE E DEPOSITO DEI TUBI E DEGLI ACCESSORI

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e delle dimensioni dei tubi e adottando tutti gli accorgimenti necessari ad

evitare danneggiamenti; sono perciò da evitare urti, inflessioni, eccessive sporgenze, strisciamenti, contatti con corpi che possano indurre deterioramento e/o deformazione dei tubi; allo scopo si dovrà predisporre nel cantiere un'area dedicata esclusivamente allo stoccaggio e alla movimentazione dei tubi e delle componenti accessorie.

Detta area dovrà essere preferibilmente piana e comunque stabile, protetta al fine di evitare pericoli d'incendio e riparata dai raggi solari nel caso in cui i materiali costituenti i tubi e/o i rivestimenti siano sensibili alla escursioni termiche.

Per l'accatastamento dei tubi sarà di regola predisposto un letto di appoggio o un tavolato con elementi opportunamente distanziati e sarà realizzato adeguato bloccaggio con cunei o altri dispositivi, adatti a evitare il rotolamento dei tubi; l'altezza delle cataste sarà contenuta entro i limiti consentiti dai diametri e dai materiali al fine di evitare deformazioni nelle tubazioni di base e consentire un agevole prelievo.

Le testate dei tubi saranno adeguatamente protette da danneggiamenti di sorta e dall'accumulo di polveri; per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisorie.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie e i materiali accessori in genere saranno depositati, fino al momento del loro impiego, in ambienti in cui non siano sottoposti a carichi e protetti da raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con grassi, olii e polveri.

La distribuzione dei tubi lungo il ciglio dello scavo avverrà seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico e il trasporto, evitando perciò qualsiasi manovra di strisciamento; il deposito a piè d'opera dovrà essere in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza.

2.1.4.3 POSA IN OPERA DEI TUBI

Prima di dare inizio ai lavori concernenti la posa dei tubi e dei pezzi speciali relativi, l'impresa dovrà avere in deposito una congrua parte del quantitativo



totale dei tubi previsti dal progetto al fine di evitare ritardi nei lavori. I tubi che l'impresa intenderà porre in opere dovranno corrispondere per forma e caratteristiche ai campioni prelevati dalla direzione lavori. I tubi che non corrisponderanno ai campioni approvati, non confezionati in base alle prescrizioni saranno rifiutati e l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato allontanamento a sua cura e spese.

La posa in opera dei tubi dovrà avvenire previo assenso della direzione lavori.

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; quelli danneggiati in modo da compromettere la qualità e la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, su rilevato o su appoggi, si adotteranno gli stessi criteri sopra richiamati per la movimentazione dei tubi, con particolare cura nell'evitare deterioramenti delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Durante le operazioni di posa si deve evitare che all'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

La posa in opera dei tubi avverrà di regola su fondo cavo spianato e livellato, privo di asperità che possano danneggiare tubi e/o rivestimenti e tale da garantire l'assoluta continuità dell'appoggio. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando appoggi discontinui (pietre, mattoni o altro).

Verificata la pendenza e l'allineamento secondo i disegni di progetto si procederà alla giunzione dei tubi, che avranno le estremità e le eventuali guarnizioni perfettamente pulite, come pure i pezzi speciali da giuntare.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto nel progetto e sarà realizzata in conformità alle Norme esecutive dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati e dalle condizioni di esercizio;

anche il controllo sistematico dei giunti eseguiti seguirà i criteri indicati nelle specifiche Normative.

Al termine delle operazioni di giunzione e di eventuale ancoraggio si procederà al rinterro parziale dei tubi fino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti. Il rinterro sarà effettuato come indicato nei disegni di progetto oppure con materiale proveniente da cava di prestito (sabbia) e, se ritenuto idoneo dalla DL, con materiale proveniente dagli scavi adeguatamente selezionato e vagliato.

Il materiale sarà disposto nella trincea in modo uniforme, a strati di spessore opportuno e comunque non superiore a 30 cm, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo. Ove occorra il rinfiamento potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Prima di procedere al rinterro definitivo il tronco di condotta eseguito sarà sottoposto a prova idraulica con pressione, durata e modalità stabilite dalla Normativa in funzione del tipo di tubo e giunto e delle condizioni di esercizio; se necessario si predisporranno prima della prova i necessari contrasti e/o gli ancoraggi della condotta.

All'esito positivo delle prove seguirà il completamento del rinterro con le modalità sopra descritte.

Qualora l'APPALTATORE procedesse al rinterro di un tratto di collettore senza previo assenso della DIREZIONE LAVORI esso sarà tenuto, interamente a sua cura e spese, a scoprirlo, consentire le necessarie verifiche e a ricoprirlo.

2.1.4.4 RINTERRO DELLE FOSSE E DELLE TRINCEE

Salvo contrarie disposizioni della Direzione Lavori, le fosse e le trincee saranno riempite solo a seguito di esito favorevole della prima prova di resistenza e di tenuta delle condotte.

I rinterri dovranno eseguirsi disponendo dapprima uno strato di 30 cm di materiale

fino, costipando lo strato con mazzaranghe e con getti d'acqua ed eseguendo successivamente rimesse stratificate e pigiate di materiale fino a completa sistemazione del piano stradale.

Durante e dopo avvenuto il ritombamento, tutto l'asse dello scavo dovrà venire ripercorso ripetutamente da un costipatore o vibratore meccanico la cui efficienza dovrà preventivamente essere riconosciuta ed accettata dalla Direzione Lavori. Eguali norme saranno osservate per i ritombamenti a tergo di opere murarie a posa compiuta. Effettuato il ritombamento, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese e cure e con continuità, alla manutenzione dei riporti, effettuando le necessarie ricariche e riprese di materiali, curando lo sgombrò dell'acqua dalle strade ed assicurando la continuità e la sicurezza del transito fino al completo ripristino delle sedi. Qualora ultimato il ritombamento e ripristinate le sedi rimanesse del materiale eccedente, questo dovrà essere trasportato e sistemato ove e come sarà prescritto dalla Direzione Lavori a tutta cura e spese dell'Impresa.

Si precisa inoltre che, salvo quanto possa essere diversamente prescritto dalle competenti Autorità, tutti i manufatti e le condotte interessanti le strade pubbliche dovranno resistere al carico ed agli effetti conseguenti al transito di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando fra quelli possibili i casi più sfavorevoli.

2.1.5 Prove e controlli di accettazione

La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di rifiutare i tubi approvvigionati in cantiere che a suo insindacabile giudizio si presentino difettosi.

Tutti i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la Ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale o la classe di impiego, il numero di matricola, la classificazione delle flange secondo la PN, l'anno di fabbricazione.

Le singole partite della fornitura dovranno avere la documentazione dei risultati delle prove eseguite nello stabilimento di produzione.



Tutte le forniture di tubazioni e relativi pezzi speciali dovranno essere corredate da idoneo certificato di conformità rilasciato dalla ditta fornitrice delle tubazioni in originale. Tale certificato di conformità dovrà avere i riferimenti del documento di trasporto relativo alla fornitura, dovrà riportare inoltre i numeri di matricola delle tubazioni fornite.

I tubi potranno essere rifiutati quando:

- non rispondenti alle prescrizioni di dimensionamento e a quelle di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- le prove d'accertamento hanno esito negativo;
- si manifestino difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o di mancanza di tenuta dei giunti;
- i danneggiamenti delle testate non consentono di effettuare giunzioni a regola d'arte.

In tal caso l'APPALTATORE sarà tenuto a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non vi provveda tempestivamente, l'Amministrazione potrà procedere d'ufficio, avvalendosi del deposito cauzionale, fatta salva ogni altra azione legale per qualsiasi danno diretto e indiretto possa derivare all'Amministrazione Appaltante dall'inadempienza del contratto.

2.1.5.1 COLLAUDO DEI TUBI IN OPERA

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

Le prove in opera non hanno lo scopo di controllare le caratteristiche dei materiali (tubi, giunti, raccordi, apparecchi vari) dato che tali caratteristiche devono essere state verificate tramite le prove d'accettazione da eseguirsi presso le fabbriche



prima della spedizione. Con esse s'intende invece verificare la perfetta esecuzione delle giunzioni e controllare se qualche tubo, giunto, raccordo o apparecchio abbia subito danni durante le operazioni di trasporto e di posa.

In linea generale le prove in opera verranno eseguite con le modalità e le prescrizioni di cui al D.M. 12-12-1985 "Norme Tecniche relative alle tubazioni".

Tutte le prove saranno verbalizzate e saranno conservate dalla DIREZIONE LAVORI per l'esame finale del Collaudatore; La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di far ripetere le prove descritte, nell'ipotesi di risultato negativo, le quali saranno eseguite a cura e spese dell'APPALTATORE.

2.1.5.2 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA PROVA DELLE CONDOTTE D'ACQUEDOTTO

La prima prova delle condotte posate consisterà nel sottoporre a pressione interna singole tratte parzialmente interrato, ma in modo da lasciare perfettamente in vista i giunti, per una lunghezza che verrà determinata di volta in volta dalla Direzione Lavori, secondo le caratteristiche del tracciato, la stagionatura delle eventuali murature eseguite, l'ubicazione degli scavi ed il tipo di tubazione posto in opera.

Ogni tratto di condotta da provare sarà munito all'estremità di flange cieche.

Le prove, anche se relative a vari e disgiunti cantieri di lavoro, debbono essere eseguite tempestivamente nei tratti dove è stata rilevata la necessità di effettuarle, senza attendere che questi tratti siano collegati tra di loro salvo ripetere le prove stesse a collegamenti avvenuti.

In ogni caso le prove non potranno interessare tratti di condotta di lunghezza maggiore a 1.000 m.

Nel riempimento delle condotte con l'acqua di prova sarà posta particolare cura nel farne uscire tutta l'aria contenuta attraverso provvisori dispositivi di sfiato che l'Impresa dovrà mettere in opera a sua cura e spese.

L'Impresa, a mezzo di propria pompa munita di manometro tarato e del quale dovrà esibire il certificato di taratura redatto da un Laboratorio Ufficiale, di



rubinetti, raccordi e tubazioni a ciò necessari, porrà in pressione il tratto da provare in modo da ottenere entro le tubazioni una pressione idraulica di prova pari a una volta e mezza quella massima di esercizio, con un minimo di 10 atmosfere e per una durata di almeno 5 ore. Se durante tutto questo periodo la pressione di prova si manterrà costante e con scarti non superiori al 10% e le giunzioni non presenteranno le benché minime perdite, la prova si potrà ritenere ben riuscita ed in conseguenza verrà provveduto al reinterro completo della fossa, da eseguire con strati successivi di materiale di scavo di altezza non superiore a 30 cm l'uno, regolarmente spianati e pestonati fino a raggiungere il piano di campagna, lasciando un sufficiente colmo per compensare successivi costipamenti, mentre contemporaneamente la pressione verrà ridotta a quella di esercizio con un minimo di 6 atmosfere.

Si inizia così la seconda prova della condotta che dovrà avere la durata di almeno 8 ore fino ad ottenere la costanza della suddetta pressione di prova con scarti non superiori al 10%.

Nel caso di perdite dovute a difetto di giunzioni, imperfezioni o rotture di tubi, ogni onere di riparazione, rifacimento, o sostituzione è a carico dell'Impresa, come pure per qualsiasi guasto o rottura delle condotte o di pezzi speciali che si dovesse verificare dopo il riempimento finale della fossa. Le materie sovrabbondanti dello scavo, dopo che questo sarà stato completamente colmato e sistemato, dovranno essere trasportate a rifiuto a cura e spese dell'Impresa, oppure - se possibile - distribuire uniformemente, con opportuni paleggiamenti, entro la striscia occupata durante i lavori per la posa della condotta, fino a raccordarsi con il terreno circostante.

Per le tubazioni in acciaio la Direzione Lavori potrà autorizzare l'Impresa ad eseguire solo la seconda delle prove suddette, ma alla pressione minima di 10 atmosfere e per la durata di almeno 10 ore, con l'impiego eventuale di aria compressa invece dell'acqua.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio e di ogni prova si stenderà verbale

firmato dalle parti. Ogni tratta si intenderà collaudata solo a verbale favorevole; in caso contrario l'impresa dovrà rifare il manufatto a tutte sue spese sino a nuova prova favorevole. Entro i limiti stabiliti per il collaudo, la Direzione si riserva inoltre il diritto di provare ulteriormente, per qualunque tratta e per qualsiasi estesa, le tubazioni.

Verificandosi la rottura di qualche tubo questo dovrà essere ricambiato, non ammettendosi alcuna riparazione e restando a carico dell'Impresa anche i pezzi speciali che fosse necessario inserire.

Tutte le spese occorrenti per le prove, comprese quelle di fornitura dell'acqua pura occorrente e apparecchiature e manufatti provvisori per misure, sfiati e scarichi sono a carico dell'Impresa, come pure quelle per la disinfezione ed il lavaggio delle condotte, da effettuare dopo l'esito favorevole delle prove, con soluzioni adeguate di ipocloriti fino ad ottenere l'esito favorevole degli esami richiesti dalla Direzione Lavori e che verranno eseguiti da Laboratori Ufficiali.

2.1.5.3 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA PROVA DELLE CONDOTTE DI FOGNATURA

Le prove in opera saranno eseguite con le modalità e le prescrizioni di cui alle norme UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

Dopo le prove di tenuta si procederà alla prova di scorrimento mediante vuotamento delle tubazioni; per verificare che il deflusso dell'acqua sia regolare e che non si formano ristagni lungo il tracciato, la DIREZIONE LAVORI si riserva la possibilità di ordinare l'ispezione televisiva di tutti i condotti fognari posti in opera; dovrà essere fornita alla DIREZIONE LAVORI copia cartacea e su supporto magnetico (CD, DVD o cassetta VHS) della registrazione di quanto ispezionato e dei grafici che riportano l'effettiva pendenza rilevata.

2.1.5.4 PULIZIA E LAVAGGIO DELLE TUBAZIONI

E' della massima importanza che prima e durante la messa in opera delle tubazioni non finiscano in essa corpi estranei. Durante l'accatastamento, prima della messa



in opera, le testate dei tubi dovranno essere tenute chiuse con appositi tappi o coperchi di lamiera, legno o plastica (non con stracci o carta).

Prima della posa, l'interno del tubo dovrà comunque essere controllato ed eventualmente pulito da ogni deposito.

Analoghe precauzioni dovranno essere adottate durante la posa, per evitare entrate di terriccio, di sassi, di animali ecc.

Al termine dei lavori e prima dell'entrata in servizio delle condotte idriche, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire un completo energico lavaggio di tutte le condotte con acqua pulita, con l'aggiunta di una soluzione adatta di ipoclorito di sodio o di calcio oppure mediante altro sistema alternativo.

E' responsabilità e onere dell'Impresa lo smaltimento dell'acqua o soluzione di lavaggio nonché la scelta dei componenti e delle percentuali di reagente necessari ai lavaggi.

L'Impresa al termine dei lavaggi sopraccitati dovrà a sua cura e spese far eseguire delle analisi di potabilità dell'acqua dal laboratorio dall'Azienda Per i Servizi Sanitari locale (analisi tipo C3 completo) locale; in caso di esito negativo delle analisi di potabilità si dovranno ripetere i lavaggi sino ad ottenere un esito positivo.

2.2 TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO

2.2.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in calcestruzzo, si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.2.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:



- Decreto del Ministero Lavori Pubblici del 12-12-1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- UNI EN 1610:2015 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”;
- UNI EN 1916:2004 “Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali”;
- DIN n. 1045, DIN n. 4030, DIN n. 4032 e DIN n. 4035.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.2.3 Materiale e tolleranze dimensionali

Le tubazioni in **calcestruzzo turbovibrocompresso a base piana** d'appoggio ad alta resistenza, conformi alle norme DIN 4035 e al D.M. 12-12-85, idonei a sopportare carichi di 1° Categoria, con giunto a bicchiere e guarnizioni in neoprene per la perfetta tenuta dei giunti, confezionati con cemento pozzolanico tipo 42.5R, dovranno corrispondere a dimensioni, forma e caratteristiche delle tipologie riportate nelle tavole di progetto, avranno la marcatura della data di fabbricazione e saranno accompagnati da calcoli statici forniti dalla Ditta costruttrice.

Le tubazioni, che devono avere una stagionatura di almeno 30 (trenta) giorni, presenteranno geometria regolare rettilinea con sezione interna esattamente circolare esente da fori passanti, fessurazioni e/o sbavature, perfetta calibratura con gargami ben profilati e pareti lisce ed esenti da scabrosità e/o da affioramenti

di ghiaietto sia nella parte interna che in quella esterna.

La lunghezza di ciascun tubo varierà da un minimo di 2.00 m ad un massimo di 3.60 m. Lo spessore dovrà essere pari ad almeno 1/10 del diametro interno e le tolleranze sulle dimensioni nominali saranno di $\pm 0.5\%$ per il diametro interno, da -1% a $+5\%$ per lo spessore e di $\pm 1\%$ per la lunghezza.

I tubi saranno ben calibrati e di spessore uniforme con i seguenti valori minimi:

diámetro interno cm	20	30	40	50	60	70	80	100
spessore minimo mm	30	35	40	50	60	70	80	100

I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

I getti saranno tolti dalle forme solo quando il conglomerato sia in grado di superare agevolmente le sollecitazioni conseguenti.

La stagionatura potrà avvenire entro vasche d'acqua a temperatura non inferiore a 10°C per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni; per i tubi di grande diametro, sistemati in posizione verticale, con continua aspersione d'acqua. In alternativa si potrà adottare il trattamento a vapore, purché l'impianto di stagionatura sia attrezzato in modo da garantire il costante rispetto del trattamento programmato.

Su ciascun tubo dovranno essere marcati in modo indelebile i seguenti dati:

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- data della produzione del tubo;
- diametro nominale.



Gli inerti dovranno essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate.

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, almeno di tre granulometrie (per es. da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm e sopra i 7 mm) con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 15 mm. La composizione granulometrica dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa e dosata in modo da ottenersi un impasto con un rapporto acqua-cemento non superiore a 0.35.

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione: il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume, le ceneri volanti in peso come pure gli additivi.

Il rapporto acqua-cemento dovrà essere controllato con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con la macchina di tipo appropriato per un tempo non inferiore a 3 minuti primi.

La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni.

Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici da 10 cm di lato e 4 travetti parallelepipedi, di dimensioni 10x10x40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua-cemento ottenuto nei manufatti e stagionati naturalmente in sabbia umida.

I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento

costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane; le prove di rottura verranno eseguite a 7 giorni ed a 28 giorni di stagionatura.

Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze, in N/mm², determinate come media dei tre risultati migliori:

- resistenza unitaria a compressione a 7 giorni 27.5, a 28 giorni 40.0;
- resistenza unitaria a flessione semplice a 7 giorni 4.0, a 28 giorni 5.5.

E' tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere, con materiale di tenuta costituito da guarnizioni in neoprene. Il disegno del giunto e le dimensioni saranno quelle previste nei disegni di progetto.

Le superfici dei tubi devono essere perfettamente lisce e prive di asperità irregolari; inoltre le prove di impermeabilità e di rottura devono essere eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

Le **condotte scatolari in c.a.v. a sezione rettangolare** dovranno corrispondere per dimensioni, forma e caratteristiche alle tipologie riportate nelle tavole di progetto e nell'elenco prezzi unitari.

Dovranno presentare geometria regolare rettilinea con sezione interna rettangolare, essere esenti da fori passanti, fessurazioni e/o sbavature, con pareti perfettamente lisce e calibrate aventi spessore costante, esenti da scabrosità e/o da affioramenti di ghiaietto sia nella parte interna che in quella esterna.

La lunghezza minima di ciascun elemento corrisponderà a quella riportata nelle voci di elenco prezzi relative ai vari tipi di elemento ed in ogni caso non dovrà essere inferiore a 1.00 m.

I condotti dovranno essere staticamente idonei a resistere alle azioni di esercizio, quali i carichi stradali propri della viabilità sovrastante e quelli relativi al riempimento di prima fase, tenendo anche conto della larghezza dello scavo e

della modalità di rinterro. A seconda dei carichi previsti i condotti saranno provvisti di idonea armatura costituita da barre e/o rete elettrosaldata in acciaio B450C, le quali armature saranno opportunamente disposte nel numero e nelle dimensioni forniti dalle Ditte costruttrici e approvati dalla DIREZIONE LAVORI.

Il calcolo di proporzionamento di ogni manufatto e della relativa armatura è a carico dell'APPALTATORE e dovrà essere approvato dalla DIREZIONE LAVORI. A tale scopo l'impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica dei vari manufatti, firmati da un ingegnere iscritto all'albo e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente.

I condotti dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. A tal fine le operazioni costituenti il processo di lavorazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

I condotti dovranno essere realizzati mediante vibro compressione, in maniera conforme alle norme UNI 8520/2:2016, impiegando calcestruzzo confezionato con cemento ferrico pozzolanico, o pozzolanico, o Portland speciale e comunque tale da appartenere alla classe "alta" o "altissima" resistenza ai solfati come da norma UNI- 9156:2015 “Cementi resistenti ai solfati”.

Gli inerti dovranno essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate. Dovranno essere perfettamente lavati, con granulometria assortita di almeno tre pezzature (per es. da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm e sopra i 7 mm), con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 15 mm. La composizione granulometrica dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa e dosata in modo da ottenere un impasto con rapporto acqua-cemento < 0.35 .

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione: il cemento

sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume, le ceneri volanti in peso come pure gli additivi.

Il rapporto acqua-cemento sarà controllato con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con la macchina di tipo appropriato per un tempo non inferiore a 3 minuti primi.

La qualità del conglomerato dovrà essere controllata sistematicamente su provini preparati con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni.

L'approvvigionamento dei manufatti in cantiere non potrà aver luogo prima che sia trascorso un periodo di stagionatura pari ad almeno 30 (trenta) giorni.

I manufatti dovranno essere controllati nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto nelle tabelle dalla I° alla V° della Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo e dovranno inoltre garantire il rispetto della vigente normativa recante norme per la tutela delle acque dell'inquinamento.

Per le giunzioni tra i vari elementi le loro estremità saranno sagomate con incastri del tipo maschio-femmina e la tenuta sarà garantita mediante un'apposita guarnizione in gomma sintetica di tipo SBR con durezza di 40 IRHD conforme alle norme UNI EN 681-1:2006. Le guarnizioni dovranno essere conservate in luogo protetto e relativamente fresco, facendo attenzione a non esporre le stesse alle intemperie ed all'irradiazione solare diretta.

Per i tubi in **calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato** l'impasto dovrà essere dosato con almeno 350 kg di cemento tipo 425 alto forno o 325 ferrico pozzolanico, pozzolanico o Portland per m³, a seconda delle precisazioni della DIREZIONE LAVORI, 0,800 m³ di ghiaia e 0,400 m³ di sabbia, oppure in base a granulometrie prescritte dalla DIREZIONE LAVORI.

I giunti saranno del tipo a bicchiere ottenuto per centrifugazione, monoliticamente



con la canna. Qualunque sia il sistema di lavorazione per la fabbricazione prescelta dall'APPALTATORE il conglomerato dovrà essere compresso in modo da raggiungere la massima compattezza, uniformità e impermeabilità. La superficie interna dei tubi dovrà risultare perfettamente liscia.

Essi saranno tolti dalle forme non prima delle 24 ore dalla loro ultimazione e per 15 giorni successivi dovranno subire una conveniente stagionatura in apposite vasche oppure con frequenti ed abbondanti aspersioni di acqua.

Nel caso di costruzione di tubi a mezzo di impianti che consentano l'estrazione di tubi dalle forme in tempi più brevi di quelli indicati, l'APPALTATORE dovrà fornire documentazione atta a dimostrare che il procedimento usato non provoca alcun danno ai manufatti.

In ogni caso i tubi non potranno essere trasportati e collocati in opera prima che siano trascorsi 30 giorni dalla loro fabbricazione.

Gli spessori dei tubi dovranno essere pari ad almeno 1/10 del diametro interno, con le seguenti tolleranze ammesse sulle dimensioni nominali:

- diametro interno : $\div 1\%$
- spessore : 1% in meno e 5% in più
- lunghezze : $\div 1\%$

A seconda dei carichi previsti i tubi centrifugati o turbocentrifugati saranno armati con fili longitudinali di acciaio trafilato e con spirale di armatura di uguale materiale, oppure con rete di acciaio B450C elettrosaldato, opportunamente disposti e nel numero e nelle dimensioni forniti dalle Ditte costruttrici e approvati dalla DIREZIONE LAVORI.

Il calcolo di proporzionamento del tubo e della quantità del ferro di armatura è a carico dell'APPALTATORE e dovrà essere approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

In prima approssimazione nel calcolo della sezione del tubo si può supporre che la

pressione interna sia sopportata dal solo ferro; considerando la sezione trasversale del tubo come struttura iperstatica si dovrà poi, come seconda ipotesi, tener conto anche del peso proprio del tubo, del terreno sovrastante, della pressione idrostatica e di un sovraccarico in superficie.

L'armatura longitudinale deve essere calcolata alla sollecitazione di flessione, supposto il tubo semplicemente appoggiato, con appoggi alla distanza pari all'80% della lunghezza del tubo e con carico eguale al peso del tubo pieno d'acqua più quello del terreno e del sovraccarico di cui sopra.

Tutte le tubazioni costituenti i condotti per fognatura nera o mista dovranno essere costituite con calcestruzzo confezionato con cemento ferrico pozzolanico o pozzolanico o Portland speciale e comunque tale da appartenere alla classe "alta" o "altissima" resistenza ai solfati come da norma UNI-9156:2015 “Cementi resistenti ai solfati”.

Per i rivestimento interni di questi tubi la DL ha facoltà di ordinare l'utilizzo di resina epossicatramosa, costituita da una resina epossidica fluida, priva di solventi, con l'aggiunta di cariche e indurente, a percentuale di catrame non superiore al 50% del sistema resine epossidica-indurente-catrame e percentuale di resina del sistema non inferiore al 50%.

Di ogni componente e della miscela finale da applicare dovranno essere specificate e certificate tutte le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche atte a confermarne l'idoneità all'impiego per rivestire e proteggere canalizzazioni fognarie in conglomerato cementizio armato e in particolare dovranno essere evidenziate le caratteristiche, confermate da prove di laboratorio, della miscela da applicare con riferimento alle prove di abrasione, strappo, distacco per trazione, sottopressione e imbutitura.

L'applicazione avverrà obbligatoriamente presso la fabbrica di produzione delle condotte e si dovrà procedere come di seguito:



- il calcestruzzo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà avere una stagionatura non inferiore ad un mese e potrà presentarsi umido, ma non bagnato; la superficie del supporto da sottoporre al ciclo protettivo, dovrà essere priva di grumi, fango, distaccanti, residui di boiacca ed in definitiva, di tutto ciò che possa determinare una "falda adesione";
- la resina sarà applicata a spruzzo ad elevata pressione d'esercizio (sistema airless); lo spessore minimo che dovrà essere garantito e uniforme sulle pareti dei manufatti non dovrà essere inferiore ai 400 micron; se l'apparecchiatura a spruzzo preleva i componenti da contenitori separati e con miscelazione in testa, questa dovrà essere tassativamente provvista di controllo automatico dei rapporti stechiometrici;
- l'applicazione e la preparazione del supporto dovrà interessare tutta la superficie interna dei manufatti, ivi compresa la volta;

b) Rivestimento con formelle di gres ceramico

In alternativa alla resina epossicatramosa, si potrà ricorrere, sotto approvazione della DL, all'applicazione di formelle di gres ceramico, che andrà eseguita obbligatoriamente presso la fabbrica di produzione delle condotte con le seguenti modalità:

- il calcestruzzo, prima dell'applicazione del rivestimento dovrà avere una stagionatura non inferiore ad un mese e potrà presentarsi umido, ma non bagnato;
- la superficie del supporto da sottoporre al ciclo protettivo, dovrà essere priva di grumi, fango, distaccanti, residui di boiacca e in definitiva, di tutto ciò che possa determinare una "falsa adesione";
- applicazione a spatola o cazzuola di apposito collante resistente ad acidi e basi nell'intervallo di pH 0 ÷ 10;
- posa delle formelle di gres ceramico, delle dimensioni di 50 x 33 x 1 cm con raggio di curvatura adeguato al diametro interno della condotta da rivestire,

curando l'alternanza delle connessure e che dalle stesse fuoriesca all'ingiro il collante e le riempia. L'eccesso di collante verrà asportato e la larghezza delle connessure non dovrà superare i 5 mm;

- il rivestimento ricoprirà di norma circa i 2/3 della circonferenza interna della tubazione con esclusione della volta. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prescrivere il rivestimento sull'intera circonferenza.

Gli anelli di guarnizione possono classificarsi in due categorie:

- a rotolamento, per i quali la sezione della guarnizione durante l'operazione di giunzione dei tubi si sposta rotolando su stessa fino ad attestarsi nella sua posizione definitiva; questo tipo di guarnizione non va assolutamente lubrificato;
- a strisciamento, per i quali la guarnizione è mantenuta in posizione fissa (ad esempio collocata in una scanalatura praticata nell'incastro maschio dei tubi) e durante la fase di giunzione striscia contro la superficie contrapposta.

La tenuta idraulica è garantita da una guarnizione toroidale di materiale elastico sintetico.

Gli anelli di guarnizione saranno forniti dal produttore dei tubi insieme alle prescrizioni per il loro montaggio e le indicazioni relative al lubrificante da utilizzare.

La conservazione degli anelli e dei lubrificanti deve prevedersi in luogo protetto e relativamente fresco, facendo attenzione a non esporre le stesse alle intemperie ed all'irradiazione solare diretta.

La durezza se determinata con il metodo della micro-prova specificato nella ISO 48, deve essere conforme ai requisiti indicati nei prospetti 2 e 3 previsti dalla norma UNI EN 681-1:2006:

- prospetto 2 – (Requisiti delle proprietà fisiche per i materiali utilizzati nei sistemi per il convogliamento di acqua fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana);
- prospetto 3 – (Requisiti delle proprietà fisiche per i materiali utilizzati nei sistemi di convogliamento continuo di acqua calda fino a 110°C).

2.2.4 Lavorazioni e modalità esecutive

Le tubazioni dovranno essere poste in opera secondo i criteri sopra richiamati e comunque seguendo le migliori regole d'arte, in base a quanto specificato nelle voci di elenco prezzi e nelle istruzioni orali e scritte che in corso d'opera la DIREZIONE LAVORI impartirà all'APPALTATORE, e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4, dei “criteri, metodologie, e norme tecniche generali” di cui al D.lgs 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”.

In conformità ai profili di progetto o indicati dalla DIREZIONE LAVORI la posa in opera delle condotte sarà eseguita da personale specializzato con l'ausilio di un apparecchio autocentrante per consentire il perfetto inserimento del giunto. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo del corretto allineamento planoaltimetrico della condotta e alle eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'APPALTATORE.

La formazione delle livellette per la posa delle tubazioni, dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser.

Le condotte non dovranno essere poste in opera in presenza d'acqua o di fango e nelle stesse non dovranno rimanere corpi estranei, sabbia, terra, sassi o impurità di sorta.

In genere i tubi devono essere posti in opera perfettamente allineati; i cambiamenti di livelletta o di allineamento realizzati nelle curvature altimetriche e planimetriche del tracciato, avranno luogo esclusivamente in corrispondenza dei

pozzetti di ispezione il cui fondo sarà, allo scopo, sagomato e raccordato secondo le necessità in quanto le tratte di condotta tra due pozzetti contigui devono essere tassativamente rettilinee.

Le condutture saranno sempre munite di giunti in grado di assicurare la perfetta tenuta idraulica e dei i pezzi speciali che la DIREZIONE LAVORI riterrà più adatti alle funzioni richieste. Le giunzioni dei tubi saranno realizzate secondo i disegni di progetto e le disposizioni della DIREZIONE LAVORI, che potrà prescrivere l'esecuzione di giunti con interposizione di materiale plastico.

Prima della posa in opera tutti gli elementi prefabbricati, tubi e pezzi speciali, dovranno essere accuratamente ripuliti internamente in modo da eliminare polveri e corpi estranei incompatibili con l'esercizio della condotta; esclusi i materiali plastici si verificherà l'assenza di lesioni battendo piccoli colpi di martello sulla superficie esterna

Durante la sospensione dei lavori si proteggerà l'ultimo tubo messo in opera interponendo nella sezione aperta terminale un tampone (p. es. di stracci) assicurato ad una funicella di estrazione.

Se richieste, e a giudizio insindacabile della DL, l'APPALTATORE dovrà presentare certificazione del tipo di cemento impiegato per la costruzione delle tubazioni e delle analisi chimiche del conglomerato cementizio rilasciata da Istituto abilitato.

Per gli attraversamenti di rilevati ferroviari si deve procedere mediante perforazione sotteranea con pressotrivella e contemporanea infissione a spinta mediante attrezzatura oleodinamica (spingitubo) di un tubo in calcestruzzo o altro materiale compatibile con la lavorazione di diametro, profondità, pendenza e lunghezza corrispondenti alle indicazioni di progetto. Preventivamente vanno eseguiti gli scavi per l'alloggiamento dell'attrezzatura (pozzo di lavoro o di spinta e pozzo di arrivo), le cui pareti devono essere sostenute con palancole o con attrezzatura equivalente, e gli eventuali piedritti in calcestruzzo necessari per la trivellazione. Nel caso si renda necessario, secondo il parere della DIREZIONE

LAVORI, è previsto l'utilizzo di un impianto di well-point per l'aggottamento delle acque eventualmente presenti. Una volta completato l'intervento, vanno eseguiti tutti i ripristini necessari per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte, come la demolizione dei piedritti in calcestruzzo, la rimozione delle palancole e l'interramento delle nicchie.

2.2.5 Prove e controlli di accettazione

Le prove di collaudo a schiacciamento saranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della DIREZIONE LAVORI e del Committente, che si riserva di presenziare; L'APPALTATORE dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove. Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni saranno scelti dalla D.LL del Committente tra quelli già forniti a piè d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente fino a tre campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi. Le prove di collaudo consisteranno, oltre che nella verifica delle dimensioni, in:

a) Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme Tecniche relative alle tubazioni" e nelle norme UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

b) Prove di assorbimento su spezzone

Per ciascun diametro delle tubazioni saranno ricavati provini nel numero che la DL riterrà opportuni aventi area superficiale compresa tra 100 e 150 cm² e spessore come quello della parete del tubo.

Si curerà di lisciare le superfici di taglio e che i provini siano esenti da qualsiasi traccia di fessurazione.

Essi saranno essiccati a temperatura non superiore ai 1000°C e saranno da considerarsi secchi quando due pesate successive a distanza di due ore diano una variazione di peso inferiore allo 0.1%. Successivamente i provini, dopo essere stati pesati, saranno immersi in adatto recipiente pieno di acqua distillata o piovana; l'acqua sarà portata in ebollizione e mantenuta a 100°C per 5 ore, dopo di che i provini saranno lentamente raffreddati in acqua fino ad una temperatura compresa tra i 15° e 20°C; saranno quindi estratti, lasciati all'aria per non più di un minuto primo, asciugati superficialmente con un canovaccio ed immediatamente pesati.

L'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare l'1.8%.

c) Prove di rottura per schiacciamento

La prova può essere eseguita su un tubo intero ovvero su un tronco cilindrico dello stesso, lungo non meno di 1 m. La resistenza allo schiacciamento è definita da due parametri:

- 1) carico di fessurazione;
- 2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca lungo le generatrici l'apparizione di fessure aventi un'apertura di almeno 0.25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai seguenti limiti (DN espresso in centimetri):

- carico di fessurazione: $65 \times \text{DN}$ kg per metro di tubo

- carico di rottura: $97.5 \times DN$ kg per metro di tubo.

Il provino deve essere testato con il metodo delle tre generatrici mediante dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario a compiere le osservazioni.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere diritti e saldamente fissati su una base rigida a distanza reciproca pari a $1/12$ del diametro interno del tubo.

Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno straterello di malta dello spessore non superiore a 25 mm. Il carico verrà applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Si può anche superiormente applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore e anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè: $R = \text{carico di prova} / \text{Lunghezza utile}$

La larghezza delle fessure è misurata con la lamiera metallica della forma e dimensioni indicate dalla DL. Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

d) Prove di resistenza all'abrasione ed all'aggressività chimica

Le prove saranno effettuate in conformità alle norme DIN n. 1045 e DIN n. 4030 e comunque le tubazioni non dovranno deteriorarsi con acque aventi le seguenti

caratteristiche:

– solfati	2000 mg/lt
– cloruri	3500 mg/lt
– conducibilità	11000 n 5/cm
– COD	300 mg/lt
– NT	200 mg/lt
– O ₂	privo

2.3 TUBAZIONI IN PVC

2.3.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in P.V.C., si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.3.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNI EN 1401-1:2009;
- UNI 7444:1975;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.3.3 Materiale e tolleranze dimensionali

I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati.



I tubi ed i raccordi devono essere colorati in tutto il loro spessore come prescritto dal punto 5 della UNI EN 1401-1.

Gli spessori minimi e massimi in funzione della rigidità anulare nominale (SN) e del rapporto dimensionale normalizzato (SDR) sono indicati nel prospetto 4 della citata UNI EN 1401-1. Per le dimensioni dei raccordi, bicchieri e codoli si farà riferimento rispettivamente ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN 1401-1. Per le tipologie dei raccordi si farà riferimento al punto 6.5 della citata norma.

Le dimensioni dei diametri esterni dei tubi sono riportate nel prospetto 3 della UNI EN 1401-1. Lo scostamento ammissibile della circolarità (ovalizzazione) dei tubi dopo la produzione deve essere non maggiore a 0,024 del diametro esterno nominale.

La lunghezza deve essere misurata escluso bicchieri o smussi così come indicato dalla figura 1 della UNI EN 1401-1.

Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto riportato nel prospetti 9 (tubi), 10 (tubi), 11 (raccordi) della UNI EN 1401-1. Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto riportato nel prospetti 12 (tubi), 13 (raccordi), 14 (raccordi fabbricati) della citata UNI EN 1401-1.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI 681-1.

I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la UNI EN 1401-1, devono essere nei tipi:

a) tipo SN2 SDR 51 (2KN/cm²) per:

- temperatura massima permanente 40°C
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 4,00 m
- traffico stradale leggero pari a 12 t/per asse
- trincee strette oltre un 1,00 m dalla struttura (applicazione U)
- opera di posa corretta;

b) tipo SN4 SDR 41 (4 KN/cm²) per:

- temperatura massima permanente 40°C
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 6,00 m
- traffico stradale pesante pari a 18 t/per asse
- trincee larghe e strette entro od oltre un 1,00 m dalla struttura (applicazione UD)
- opera di posa corretta

c) tipo SN8 SDR 34 (8 KN/cm²) per:

- temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
- per condizioni di posa particolarmente gravose.

Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla UNI EN 1401-1.

2.3.4 Lavorazione e modalità esecutive

Ogni movimentazione (trasporto, carico e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere eseguita in modo da non provocare deterioramento o deformazione di tubi, particolarmente per urti e/o eccessive inflessioni, specialmente alle basse temperature.

L'accatastamento dovrà essere fatto in luogo riparato dai raggi solari e per altezze non superiori a 1,50 m.

La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto e con riferimento alla normativa emanata dall'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.) e alle raccomandazioni indicate dalle Case fornitrici.

Per i raccordi e i pezzi speciali si fa riferimento alle norme UNI EN 1401-1:2009 e UNI ENV 1401-3:2002.

Nel caso di tubazioni interrate, la posa avverrà su letto sabbioso o di cls a seconda delle prescrizioni di spessore conforme ai disegni di progetto e comunque non inferiore a 10 cm per diametri fino a 350 mm, e non inferiore a 15 cm per i diametri superiori; la superficie di posa dev'essere tale da assicurare ovunque il contatto con la tubazione, evitando la formazione di cavità o discontinuità lungo il profilo di appoggio.

Le giunzioni saranno a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante guarnizione elastomerica: su tubi lisci a mezzo di apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificherà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

Dopo aver eseguito le giunzioni e il controllo del corretto allineamento planoaltimetrico della condotta si procederà al rinterro, sempre in sabbia, avendo cura di eseguire il completo rinfianco della tubazione mediante adeguato costipamento del materiale; il ricoprimento in sabbia dovrà rispettare i disegni di progetto e comunque non sarà inferiore a 10 cm sopra l'estradosso della tubazione. Per completare il riempimento dello scavo potrà essere impiegato, parzialmente o integralmente secondo giudizio della DL, lo stesso materiale estratto per formare il piano di posa, il quale comunque non dovrà contenere elementi di pezzatura grossolana.

Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà per mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni; in particolare, per quelle verticali saranno utilizzati collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri e collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelle orizzontali, saranno utilizzate staffe a sezione larga (almeno 5 cm) interposte, ogni 80 cm per diametri fino a 90 mm e non oltre 300



cm per gli altri diametri, a supporto di tubazioni sospese o appoggiate.

In generale si dovrà evitare che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore. Saranno inoltre vietate la formazione in cantiere dei bicchieri d'innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Nelle giunzioni esterne del primo tipo (verticali) dovrà essere considerato l'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi), appositi giunti di dilatazione, specie su tratti rettilinei e lunghi.

2.3.4.1 DIRAMAZIONI SECONDARIE PER PRESE D'UTENZA ALLA RETE FOGNARIA

In generale, per ogni lotto catastale edificato, verrà realizzato un condotto di allacciamento fino ai confini della proprietà, mentre per ciascun lotto catastale non edificato ci si limiterà ad inserire nella canalizzazione almeno un pezzo speciale con imboccatura o uno sghebo, pronto per l'allacciamento, a meno che – in particolare con strade molto trafficate e/o alti livelli freatici – la direzione dei lavori non prescriva anche in questo caso di completare l'allacciamento fino ai confini del lotto.

Non è consentito inserire i condotti di allacciamento dei pozzetti stradali nei condotti di allacciamento degli edifici. È invece possibile – secondo le indicazioni del progetto e/o della direzione dei lavori – l'associazione di più pozzetti stradali ad un unico condotto di allacciamento alla fognatura.

Qualora la canalizzazione di fognatura sia inferiore al livello della falda freatica, i condotti di allacciamento che non possono essere ancora completati devono essere predisposti con l'imboccatura il più possibile sopra il livello freatico, per facilitare i successivi lavori di completamento.

I pezzi speciali con imboccatura e gli sghebi, predisposti per il successivo allacciamento, devono essere chiusi con appositi coperchi a tenuta ermetica.

Di norma, salvo diversa disposizione della direzione dei lavori, gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura saranno realizzati mediante tubi in P.V.C. del diametro di 160 e 200 mm. Nella esecuzione dei condotti di allacciamento, devono essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza devono adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.

Nell'ambito della fossa della canalizzazione, i condotti di allacciamento devono essere supportati da calcestruzzo costipato o sabbia cementata. I collegamenti alla canalizzazione avverranno di norma mediante pezzi speciali con imboccatura inseriti nei condotti prefabbricati o sghebbi inseriti nei getti in calcestruzzo o nelle murature realizzate in opera.

Solo in via eccezionale potrà essere consentito dalla direzione dei lavori l'inserimento di sghebbi successivo alla realizzazione della canalizzazione. In tal caso si dovrà provvedere con diligenza alla perforazione del condotto mediante un attrezzo speciale a corona cilindrica, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un idoneo blocco di ammassaggio in calcestruzzo, ad evitare il distacco del pezzo speciale.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi, devono infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi d'ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco.

I collegamenti alla tubazione saranno eseguiti mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta durante la sua costruzione.

Solo eccezionalmente la direzione dei lavori potrà autorizzare l'esecuzione di allacci successivamente alla realizzazione della condotta con le adeguate prescrizioni al fine di creare un collegamento che assicuri adeguata tenuta idraulica.

2.3.5 Prove e controlli di accettazione

In generale, si faccia riferimento alle prescrizioni generali riportate nel § 2.1.5.

2.4 TUBAZIONI IN ACCIAIO

2.4.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in acciaio, si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.4.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

Le tubazioni di acciaio saranno conformi, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2136 del 5/5/1966;
- D.M. 31 MAGGIO 2016 n°142;
- UNI EN 10224:2006 - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi
- UNI EN ISO 6892-1:2016 - Materiali metallici - Prova di trazione
- UNI EN ISO 6892-1:2016 – Materiali metallici - Prova di trazione
- UNI EN ISO 7438:2016 - Materiali metallici - Prova di piega
- UNI EN 10233; Prodotti di acciaio finiti a freddo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.

Le tubazioni di acciaio inossidabile saranno conformi, ma non limitatamente, alle seguenti norme:



- UNI EN ISO 1127:1998;
- ANSI B 16.9;
- ANSI B 36.10 SCHED. STANDARD.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.4.3 *Materiale e tolleranze dimensionali*

Saranno del tipo senza saldatura oppure saldati con giunzioni testa a testa o a bicchiere sferico o cilindrico, effettuate mediante saldatura con elettrodi oppure con flange e bulloni.

La designazione e marcatura dei tubi d'acciaio comprenderà:

- denominazione “tubo”
- nominativo del produttore del tubo
- norma UNI di riferimento
- diametro nominale e spessore della parete
- data di produzione
- identificativo partita
- nominativo dello stabilimento del rivestimento (se presente)
- normativa di riferimento del rivestimento (se presente)
- tipo di rivestimento (se presente)



altre indicazioni facoltative:

- tolleranze sulla lunghezza
- lunghezza se diversa da quella normale.

I tubi a seconda delle prescrizioni di progetto potranno essere internamente protetti da uno strato di bitume centrifugato ed esternamente da un rivestimento particolarmente curato contro ogni forma di aggressione chimica ed elettrolitica, dei tipi "normale" o "pesante" a seconda delle prescrizioni della DIREZIONE LAVORI.

In alternativa i tubi potranno essere internamente protetti da uno strato di resina epossidica dello spessore minimo di 0.25 mm applicato mediante verniciatura con prodotti che risultino idonei al contatto con acqua potabile in conformità a quanto previsto dalle vigenti leggi, D.M. 6 aprile 2004, n.174 e ssmmii, previa sabbiatura e pulizia delle superfici da trattare; il rivestimento esterno potrà essere bituminoso, particolarmente curato contro ogni forma di aggressione chimica ed elettrolitica, del tipo "normale" o "pesante" a seconda delle prescrizioni della D.LL, oppure in polietilene a bassa densità, applicato in triplo strato (primer epossidico ≥ 10 micron, adesivo polietilenico ≥ 150 micron, polietilene a bassa densità) conforme alla norma UNI 9099:1989, spessore della serie rinforzata.

L'Amministrazione appaltante, ove sia ritenuto necessario, potrà richiedere la protezione catodica attiva delle condotte con immissione di opportune correnti anodiche a mezzo di anodi al magnesio oppure con tecnologie alternative.

Ove sia ritenuto necessario, a giudizio dell'Amministrazione appaltante, per le caratteristiche del terreno di posa delle condotte o per la presenza di correnti vaganti, dovrà essere effettuata la protezione catodica attiva delle condotte con immissione di opportune correnti anodiche a mezzo di anodi oppure con correnti continue altrimenti prodotte.



2.4.4 Lavorazione e modalità esecutive

Perché la posa delle tubazioni venga sempre eseguita con criteri tecnici adeguati, le relative operazioni debbono essere affidate a personale specializzato ed in applicazione alle norme di seguito stabilite.

La posa in opera delle tubazioni richiede accorgimenti speciali per l'esecuzione dei giunti, per il rifacimento del rivestimento protettivo nei punti di saldatura e per gli spostamenti lungo lo scavo al fine di evitare ogni trascinamento o sfregamento che danneggerebbe il rivestimento protettivo.

Per quanto riguarda le giunzioni saldate testa a testa o a bicchiere sferico o cilindrico, esse sono generalmente eseguite ad arco elettrico con elettrodi rivestiti con non meno di due passate di saldatura.

La Direzione Lavori ha la facoltà di far riscontrare, a spese ed oneri dell'Impresa, la buona riuscita delle giunzioni mediante esame radiografico o con ultrasuoni e di rifiutare quelle che risultassero difettose.

Per quanto riguarda il rivestimento protettivo e la sua esecuzione nei punti di saldatura esso dovrà avere le stesse caratteristiche di quello della condotta, la Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere l'esecuzione di prove di isolamento elettrico con apparecchi a scintillio a non meno di 15.000 V e di ordinare quindi la sostituzione o il rifacimento dell'isolamento in quei tratti in cui la tubazione risultasse insufficientemente protetta.

Nel caso di rivestimento esterno in polietilene il ripristino deve essere realizzato con procedimento estruso a calza (non sono ammesse fasce termorestringenti), secondo il procedimento a tre strati in conformità alla norma DIN 30670 ovvero alla UNI 9099. Il processo di estrusione deve prevedere l'applicazione di una mano di fondo a base epossidica previa sabbiatura del tratto di tubazione da rivestire, di un secondo strato di adesivo polimerico ed infine, di una guaina di polietilene stabilizzato.

I collegamenti delle tubazioni d'acciaio con pezzi speciali od apparecchiature

aventi il corpo in ghisa o metallici in genere (saracinesche, valvole, ecc.) devono essere effettuati se prescritti dalla Direzione Lavori, con speciali giunti isolanti, assicurando la continuità elettrica delle tubazioni con appositi conduttori a ponte.

Dette apparecchiature dovranno comunque essere protette con materiali e lavorazioni simili alle condotte stesse, onde assicurare il loro perfetto isolamento nei confronti del terreno di posa.

Per gli attraversamenti acquedottistici di rilevati ferroviari si deve procedere mediante perforazione sotterranea con pressotrivella e contemporanea infissione a spinta mediante attrezzatura oleodinamica (spingitubo) di un tubo in acciaio di diametro, profondità, pendenza e lunghezza corrispondenti alle indicazioni di progetto. Preventivamente vanno eseguiti gli scavi per l'alloggiamento dell'attrezzatura (pozzo di lavoro o di spinta e pozzo di arrivo), le cui pareti devono essere sostenute con palancole o con attrezzatura equivalente, e gli eventuali piedritti in calcestruzzo necessari per la trivellazione. Nel caso si renda necessario, secondo il parere della DIREZIONE LAVORI, è previsto l'utilizzo di un impianto di well-point per l'aggottamento delle acque eventualmente presenti. Una volta completato l'intervento, vanno eseguiti tutti i ripristini necessari per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte, come la demolizione dei piedritti in calcestruzzo, la rimozione delle palancole e l'interramento delle nicchie.

2.4.4.1 GIUNZIONI TIPO GIBALT

Per le giunzioni di questo tipo, andranno osservate le seguenti fasi operative:

- Pulire le testate dei tubi ed i diversi pezzi componenti il giunto;
- Infilare su ciascuna estremità dei tubi da collegare le flange e gli anelli in gomma.
- Far rotolare avanti e indietro gli anelli in gomma in modo da eliminare eventuali attorcigliamenti e rendere uniforme la tensione. Il piano degli anelli deve risultare, al termine di questa fase, parallelo alle testate dei tubi.



- Infilare il manicotto sull'estremità del tubo da collegare e accostare la testata del tubo da montare a quella del tubo in opera provvedendo contemporaneamente all'allineamento dei tubi stessi e lasciando, tra le testate uno spazio di circa 1 cm.
- Portare il manicotto contro l'anello di gomma sul lato già in opera ed accostare al manicotto stesso l'anello sul tubo da collegare.
- Avvicinare le flange agli anelli di gomma e serrarle con i relativi bulloni operando progressivamente ed alternativamente su bulloni diametralmente opposti ed iniziando preferibilmente dal basso.

Il direttore dei lavori, al posto dell'impiego del giunto Gibault, potrà consentire l'uso dei sei seguenti altri tipi:

- giunto Vega; costituito da corpo centrale a flange di compressione in acciaio/ghisa, tiranti e dadi in acciaio al carbonio con protezione anticorrosione, scalpello, guarnizioni in elastomero atossico EPDM conforme alla C.M. n. 102 del 2 dicembre 1978 e ampia tolleranza sul diametro;
- giunto Fiton, costituito da corpo centrale a flange di compressione in acciaio/ghisa, tiranti e dadi in acciaio al carbonio con protezione anticorrosione, scalpello, guarnizioni e in elastomero atossico EPDM conforme alla C.M. n. 102 del 2 dicembre 1978 e modesta tolleranza sul diametro;
- giunto Dover, costituito da corpo centrale a flange di compressione in acciaio inox o zincato, tiranti e dadi in acciaio al carbonio con protezione anticorrosione, guarnizioni a labbro in elastomero atossico EPDM conforme alla C.M. n. 102 del 2 dicembre 1978 e modesta tolleranza sul diametro.

2.4.5 Prove e controlli di accettazione

Tutti i tubi, prima di essere rivestiti, saranno sottoposti in stabilimento alla prova idraulica secondo le modalità la UNI EN 10224:2006, sottoponendoli ad una



pressione di prova non minore di 1,5 PFA, ma tale da non produrre una sollecitazione del materiale superiore all'80% del carico unitario di snervamento. La pressione di prova idraulica, in funzione del diametro nominale, spessore, serie e qualità dell'acciaio, è indicata nel prospetto della UNI EN 10224:2006.

Durante la prova idraulica il tubo sarà sottoposto a martellamento in prossimità delle saldature, ad entrambe le estremità, con martelli di peso non inferiore a 500 g e per il tempo che si riterrà sufficiente onde accertare con sicurezza che non si verifichino trasudamenti, porosità, cricche ed altri difetti. La durata della prova dovrà comunque in ogni caso non essere inferiore a 10 secondi. Tubi con difetti di saldatura possono essere nuovamente saldati in maniera opportuna e dovranno essere sottoposti ad una seconda prova idraulica.

2.4.5.1 PROVE DI CONTROLLO SULLE LAMIERE

Le lamiere devono essere soggette alle seguenti prove:

- 1) prova di trazione longitudinale e trasversale, prova di resilienza, da eseguirsi con le modalità definite dalle tabelle UNI 556-4713;
- 2) analisi chimica, da attuarsi per ogni colata, su campioni prelevati dalle lamiere. Le lamiere dovranno essere contraddistinte dal numero di colata, che dovrà essere riportato su ciascun tubo.

Le prove dovranno essere eseguite dal produttore e i certificati dovranno accompagnare la fornitura per essere poi messi a disposizione del Collaudatore per conto del committente dei tubi, il quale avrà la facoltà di fare eseguire prove di controllo.

2.4.5.2 PROVE DI CONTROLLO SUI TUBI

Le prove dovranno eseguirsi per ogni partita di tubi, contraddistinti dallo stesso numero di colata, su un tubo scelto a caso per ogni lotto di: 400 tubi o meno, per diametro esterno inferiore a 150 mm; 200 tubi o meno, per diametro esterno compreso tra 150 mm e 300; 100 tubi o meno, per diametro esterno superiore a

300 mm.

a) Prova di trazione longitudinale e trasversale su provetta ricavata dal corpo del tubo in zone normali o parallele agli andamenti delle saldature

Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla UNI EN 6892-1:2016.

b) Prova di curvatura

Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla UNI EN 7438:2016.

c) Prova di schiacciamento

Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla UNI EN 8492:2014.

d) Prova di piegamento

Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma con le modalità di cui al punto 9.7.6 della UNI 6363.

2.4.5.3 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI DELLE SALDATURE

Il controllo non distruttivo delle saldature dovrà essere eseguito sistematicamente su tutte le saldature, a tubo nudo, con gli ultrasuoni. Nei casi di risultati incerti dovrà essere provveduto al successivo controllo radiografico. Ogni imperfezione o difetto individuato con detti controlli dovrà essere eliminato.

2.5 TUBAZIONI IN POLIETILENE

2.5.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in polietilene, si rimanda a

quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.5.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

Le tubazioni in Polietilene saranno conformi, ma non limitatamente, alle seguenti norme, che qui s'intendono integralmente trascritte, con PN e SDR come indicati dalle tavole progettuali:

- UNI EN 1555:2011 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili
- UNI EN 12201-1:2012 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione e UNI EN 12201-2:2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione
- UNI EN 1610: “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”;
- UNI 7990: “Tubi di polietilene a bassa densità – Dimensioni, requisiti e metodi di prova”.
- UNI 12201-2:2013 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua”.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.5.3 Materiale e tolleranze dimensionali

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo dovrà essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o con polimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare.

Il fornitore è obbligato, su esplicita richiesta della stazione appaltante, a consegnare un campione di materia prima utilizzata per la produzione dei tubi, oltre che le specifiche tecniche di tale materiale, per un eventuale comparazione tra materia prima e tubo.

Il produttore deve mantenere a disposizione della stazione appaltante la documentazione relativa ai lotti di materia prima utilizzati per la produzione dei tubi e la documentazione dei collaudi eseguiti sugli stessi; all'atto della consegna il fornitore alleggerà ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità.

Il produttore dovrà essere in possesso della certificazione di qualità aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2015 e UNI ISO 14001:2015 rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 11, prospetto 6, della UNI EN 12201-2:2013 deve essere eseguita per impressione chimica o meccanica, a caldo e indelebile.

Essa deve contenere come minimo:

- a) nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto
- b) tipo di materiale (PE 80-100)
- c) normativa di riferimento
- d) diametro nominale
- e) pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), spessore



f) codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP

g) data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.

I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

I tubi dovranno essere esenti da soffiature, cavità di ritiro, difetti di omogeneità; non dovranno presentare abrasioni o schiacciamenti e intaccature o rigature di profondità maggiore del 50% delle tolleranze sullo spessore previsto dalle norme UNI; devono essere a testate lisce per giunzione mediante polifusione, manicotti elettrici autosaldanti o mediante bigiunti

In caso di depressione interna i tubi non devono subire deformazioni.

Tutti i tubi devono portare stampata per l'intera lunghezza in modo indelebile la marchiatura recante denominazione della Ditta produttrice, indicazione del tipo, diametro esterno, pressione nominale, data di fabbricazione, rispondenza alle norme UNI, indicazione provenienza polimero, marchio di garanzia dell'Istituto Italiano dei Plastici.

Deve essere allegato un certificato di produzione con le caratteristiche del polimero impiegato con indicato in dettaglio: tipo di granulato, indice di fluidità, massa volumica, data di fabbricazione, risultati delle prove sulle tensioni interne eseguite in conformità alle norme UNI ISO 4437 e UNI 10910. Dove essere inoltre allegato un certificato di origine della materia prima con dichiarazione del fornitore della stessa dove risulti essere a marchio I.I.P. assieme ad una dichiarazione del fornitore di essere concessionario del marchio I.I.P..

Per l'uso acquedottistico i tubi, i raccordi e i pezzi speciali dovranno essere atossici e idonei al trasporto di liquidi alimentari secondo le prescrizioni del Ministero della Sanità emanate con la circolare n. 102/3990 del 02.12.1978 e

successivi aggiornamenti ed essere a marchio I.I.P. anche per quanto concerne la materia prima impiegata.

Tale idoneità deve essere esplicitamente dichiarata e garantita per iscritto dall'APPALTATORE, allegando copia di attestato rilasciato da un Laboratorio ufficiale.

La DIREZIONE LAVORI del Committente si riserva di far effettuare controlli di atossicità da parte del locale Presidio Multizonale di Igiene e Profilassi su spezzoni dei tubi forniti.

L'APPALTATORE rimane comunque unico responsabile, anche nel tempo, dell'idoneità igienica dei tubi forniti.

I valori De (diametri esterni) dei tubi e dei pezzi speciali nonché gli spessori in funzione delle pressioni di esercizio indicate in progetto, dovranno essere conformi alle già citate norme UNI ISO 1555:2011 e UNI 12201:2013.

I tubi possono essere forniti in rotoli (con diametro di avvolgimento >20 De) per De fino a 110 mm; per diametri maggiori sono forniti in barre di lunghezza non inferiore a m 6.

I tubi per drenaggio saranno a superficie liscia, di colore nero, rispondente alle norme UNI 12201:2012. Le barre, di lunghezza 6 o 8 metri dovranno avere i requisiti dimensionali (diametri, spessori e tolleranze) previsti dalla norma UNI EN 12201; le fessure drenanti saranno realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo e saranno alternate tra di loro per ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento; la larghezza delle fessure e l'interasse dovranno essere conformi alle disposizioni progettuali. La giunzione del tubo dovrà essere realizzata mediante saldatura testa/testa. La Ditta fornitrice dovrà essere in possesso della certificazione di qualità Aziendale UNI EN ISO 9001.

La DL si riserva inoltre di far eseguire in fabbrica o presso Laboratori di fiducia, prove di resistenza e qualità dei materiali.

2.5.4 Lavorazioni e modalità esecutive

Perché la posa delle tubazioni venga sempre eseguita con criteri tecnici adeguati, le relative operazioni debbono essere affidate a personale specializzato ed in applicazione alle norme di seguito stabilite.

I singoli tubi, prima di essere posati, dovranno essere controllati per la loro integrità.

Il piano di posa dovrà essere disposto perfettamente secondo le livellette approvate dalla Direzione Lavori e offrire continuità di appoggio ai tubi. Particolare cura dovrà essere dedicata alla rifinitura della trincea di posa. Dovranno essere evitate punte rigide a contatto con il tubo quali pietre, inerti vari, ecc. I tubi non dovranno essere posati sul fondo dello scavo, ma su letto di posa con altezza min. 15 cm, costituito da sabbia o da altro materiale fine. Il letto di posa dovrà essere compattato.

E' bene eseguire la prima fase di riempimento a mano, con materiale fine che dovrà essere compattato; lo stesso materiale sarà utilizzato fino al raggiungimento dello spessore minimo di 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

Il riempimento della scavo verrà effettuato con il materiale estratto dallo scavo stesso, spurgato da eventuali trovanti, dei detriti vegetali e animali.

Nell'interno e in corrispondenza dei giunti, i tubi dovranno essere perfettamente puliti e sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua o fango.

Particolare cura dovrà essere posta nel disporre i tubi nella fossa e nel loro allineamento prima di effettuare le giunzioni.

I giunti saranno del tipo a polifusione saldature di testa o a mezzo di manicotti elettrosaldabili secondo UNI 10520 e 10521 e saranno montati da personale qualificato secondo UNI 9737 TT2, con saldatrici rispondenti alle norme UNI 10565.

Nei tratti in cui lo scavo deve attraversare strade pubbliche o private, le materie di



scavo debbono essere diligentemente raccolte e depositate ai margini della strada in modo da garantire la libertà e sicurezza del transito. In ogni caso, ad evitare che il dissenso dipendente dalla apertura delle trincee e conseguenti depositi temporanei dei materiali di risulta si estenda a tratte di eccessiva lunghezza e larghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea di estensione superiore superficie ai 500 m. L'estremità di ciascun tratto di condotta collocate in opera e da provare dovrà essere mantenuta costantemente chiusa con flange cieche o altri adeguati tappi, onde evitare l'ingresso di materie o corpi estranei nell'interno dei tubi.

L'asse delle tubazioni, lungo le sedi stradali, dovrà cadere il più vicino possibile al ciglio di destra o di sinistra e sotto i marciapiedi, in base alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Entro i limiti che saranno precisati dalla Direzione Lavori, i piccoli cambiamenti di direzione e le curve a largo raggio potranno ottenersi anche mediante semplici deviazioni dei tubi in corrispondenza dei giunti. Per i cambiamenti di direzione più sensibili si dovranno adottare invece curve e pezzi speciali in ghisa.

In qualunque deviazione o curva, anche ad ampio raggio o comunque quei punti ove possano verificarsi spinte con pericolo di sfilamenti, si dovranno eseguire adeguati blocchi di ancoraggio, di contropinta e di sostegno in calcestruzzo che sono a completo carico dell'Impresa.

2.5.4.1 DIRAMAZIONI SECONDARIE PER ALLACCIAMENTI ALLA RETE IDRICA

Le diramazioni secondarie per le prese di utenza alla rete idropotabile cittadina, saranno in genere limitate al tratto interessante il suolo ed il sottosuolo comunale.

L'ubicazione di massima della presa ed il diametro della stessa saranno individuati all'atto della consegna dei lavori.

Al termine dei lavori l'ubicazione della presa dovrà essere indicata mediante adeguate misure di riferimento da punti fissi o facilmente individuabili, su apposite planimetrie in scala opportuna.

La diramazione dovrà essere realizzata, salvo casi particolari, con tubazione perpendicolare alla condotta stradale.

L'opera dovrà essere realizzata secondo le modalità indicate nel disegno tipo allegato al progetto e comunque rispondenti alle norme del "Regolamento per la distribuzione dell'acqua potabile agli utenti" dell'Ente gestore.

Le condotte delle diramazioni di utenza saranno di regola costituite da tubi in polietilene PN 10 ad alta densità salvo diversa prescrizione di progetto; la Direzione dei Lavori ha facoltà di prescrivere, per casi particolari, l'impiego di tubi di acciaio muniti di rivestimento protettivo bituminoso del tipo normale o protetti da zincatura.

Per le caratteristiche di accettabilità di dette tubazioni nonché per le modalità di esecuzione degli scavi, dei rinterri e dei ripristini stradali si rinvia a quanto già specificato nei precedenti capitoli.

In particolare la trincea di posa della condotta in polietilene dovrà essere interrata con sabbia da rinterro per 10 cm sotto il fondo della tubazione e fino a ricoprimento della condotta per un'altezza di almeno cm 20 al di sopra della groppa del tubo mentre la restante parte di trincea sarà rinterrata usando lo stesso materiale di scavo oppure con apporto di materiale arido a seconda delle esigenze della viabilità e della qualità del materiale scavato.

Nei tratti sottostanti le pavimentazioni stradali e particolarmente negli attraversamenti stradali o di manufatti come condotte, cunicoli, ecc. le tubazioni degli allacciamenti eseguiti con tubi di polietilene dovranno essere protetti da un controtubo esterno pure in polietilene ma di classe PN 6.

Nella posa delle condotte si dovranno mantenere adeguate distanze dai condotti di fognatura o di scarico, onde evitare pericoli di inquinamento. Nei casi di intersezione con fognature è necessario che la generatrice inferiore della condotta di acqua potabile sia sufficientemente al di sopra di quella superiore della condotta di acque reflue.

Se però la distanza fra di esse non consente un sufficiente grado di sicurezza contro il pericolo di possibile inquinamento dell'acqua convogliata, o allorquando una condotta di acqua potabile ne attraversi una di acque di scarico, almeno una delle due condotte, preferibilmente quella dell'acquedotto, dovrà essere protetta con apposito manufatto che impedisca alle eventuali perdite della tubazione fognante di raggiungere il condotto potabile e che consenta di evidenziare l'esistenza delle perdite stesse.

La presa sulla condotta della rete di distribuzione per condotte in cemento amianto, ghisa e acciaio, sarà di norma eseguita con collare di presa sotto carico sia filettata che flangiata costituito da selle in ghisa sferoidale con guarnizioni in gomma sotto l'anello, staffa in acciaio inox rivestita con guarnizioni in gomma, bulloni rondelle e dadi in acciaio inox e costruiti con gli accorgimenti più idonei per garantire la perfetta tenuta nel tempo.

In casi particolari la presa potrà anche essere eseguita mediante inserimento di pezzo speciale a te in ghisa o acciaio a seconda se trattasi rispettivamente di condotto in cemento-amianto o acciaio, oppure anche mediante inserimento di giunto Gibault con presa precostituita. Il compenso relativo a tali opere si intende compreso nel prezzo forfettario per la esecuzione delle prese di utenza.

Nell'ambito delle prese il rinterro dovrà essere effettuato con sabbia da rinterro costipata previo accurato prosciugamento. Opportuni blocchi in calcestruzzo o murature di contrasto saranno eseguiti nella parte inferiore e nel fianco della presa come indicato nel disegno di progetto, allo scopo di contrastare le spinte sia verticali che orizzontali e conseguenti cedimenti.

Le valvole o rubinetti stradali dovranno essere in bronzo od ottone del tipo pesante ed adatti per pressione di esercizio di 10 atmosfere.

Di regola i rubinetti stradali dovranno essere in numero di due per ogni allacciamento: il primo verrà posto in opera il più vicino possibile al punto di presa e sarà completamente interrato, il secondo, munito di accessori per la sua manovra, dovrà essere ubicato nei punti che garantiscano maggiormente la sua



conservazione e la sua reperibilità anche se fosse erroneamente ricoperto da successive pavimentazioni. A tale scopo esso sarà possibilmente ubicato in allineamento con la mezzeria del pozzetto del contatore e alla minima distanza dalla proprietà privata.

Il rinterro all'intorno dei rubinetti stradali e relativi accessori dovrà avvenire con sabbia da rinterro costipata previo accurato prosciugamento, mentre opportuni blocchi o murature di contrasto saranno eseguite in modo da escludere la possibilità di cedimenti e danni causati dal transito di veicoli pesanti.

Gli accessori sottosuolo dei rubinetti stradali saranno composti da tubo protettore, asta di manovra e blocco in calcestruzzo da almeno cm 40 x 40 x 10 con annegato chiusino in ghisa del peso non inferiore a kg 11.

I giunti di raccordo fra tubi in polietilene e tubi in acciaio saranno in bronzo od ottone del tipo Feliciani o simili e del diametro della condotta di utenza.

La ghisa destinata per i pezzi speciali e per chiusini e relativi telai di contorno dovrà essere delle migliori qualità di seconda fusione, di peso specifico non inferiore a 7.350 kg/mc, dovrà essere bigia, presentare una forma compatta a regolare esente da screpolature, bave, bolle e altri difetti.

Se richiesto dalla Direzione dei Lavori i chiusini e le altre strutture in ghisa dovranno portare impresse da fusione le iscrizioni ritenute più opportune dalla Direzione Lavori medesima, essendo detto onere compreso nei prezzi di elenco.

2.5.5 Prove e controlli di accettazione

2.5.5.1 PROVA IDRAULICA

La prova idraulica dei tubi in PE si effettuerà su tratte di opportuna lunghezza preferibilmente non superiore a 500 m, potrà essere uguale alla distanza tra i pozzetti d'ispezione e comunque fino ad un massimo di 1000 m.

2.5.5.2 PROVA A 1 ORA (PRELIMINARE – INDICATIVA)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20°C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: $0,125 \times l$ per ogni Km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

2.5.5.3 PROVA A 12 ORE

Effettuata la prova ad 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore.

Solo in quest'ultimo caso, il collaudo da ritenersi positivo.

2.5.5.4 PROVA DI TENUTA IDRAULICA PER CONDOTTE A GRAVITÀ

La tenuta di condotte a gravità verrà eseguita in accordo alle norme UNI EN 1610:2015.

2.5.5.5 PROVA DI TENUTA IDRAULICA ALLA PRESSIONE INTERNA DEI TUBI E/O DEI GIUNTI

La prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi verrà effettuata secondo le indicazioni del punto 4.3 della UNI 7615.

Tale prova potrà essere eseguita su tubi in rotoli o su tratti di condotte in opera in cui sia compreso almeno un giunto.

Per i tubi di PE a.d. tipo 312 il valore della pressione da mantenere durante la

prova sarà 1,5 volte la pressione normale, che dovrà essere raggiunto in circa 30 s e mantenuto per un tempo non minore di 2 min.

Per i tubi di PE a.d. tipo 303 il valore della pressione da mantenere durante la prova sarà 0,05 MPa, che dovrà essere raggiunto in circa 30 s e mantenuto per un tempo non minore di 2 min.

La prova di tenuta idraulica alla pressione interna sarà ritenuta accettabile se non ci saranno perdite, deformazioni o altre irregolarità.

2.5.5.6 PROVA DI TENUTA IDRAULICA DI RESISTENZA ALLA PRESSIONE INTERNA

La prova di tenuta idraulica di resistenza alla pressione interna ha lo scopo di determinare la pressione interna su provetta, applicando una data sollecitazione, mantenuta costante nel tempo, alla temperatura di 20 o di 80°C.

La prova secondo la norma UNI 7615 vengono distinte in:

- prove di accettazione: eseguite alla temperatura di 20°C per la durata di 1 h ed alla pressione costante di 15 MPa;
- prove di tipo: eseguite alla temperatura di 80°C per la durata di 170 h ed alla pressione costante di 3 MPa.

2.5.5.7 ESAME VISIVO

L'esame visivo della tubazione secondo la norma UNI 7615 ha lo scopo di verificare:

- le perfette condizioni della superficie esterna ed interna;
- l'assenza di ondulazioni, di bolle o cavità e di striature.



2.6 TUBAZIONI IN GHISA

2.6.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in ghisa, si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.6.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

Le tubazioni in ghisa saranno conformi, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNI EN 545/2010 – Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 598:2009 – Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.
- UNI EN 545:2010 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua
- UNI 9163:2010 Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico automatico
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.6.3 Materiale e tolleranze dimensionali

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella

zona centrale dei manufatti. Le indicazioni che devono essere ottenuti direttamente nella fusione del getto sono:

- designazione GS;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (DN).

Le indicazioni che possono essere applicati con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio sono:

- norma UNI di riferimento;
- certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
- designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** sono nei seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163** e **UNI 9164:1994**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative all'estremità lisce dei tubi e dei raccordi la norma **UNI EN 545** prescrive di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40 ÷ 200; prescrive altresì una tolleranza ≤ 1% per tubi aventi DN 250 ÷ 600 e ≤ 2% per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della **UNI EN 545** con

i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- Lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;
- Altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545**, prospetto 6, sono:

- Tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;
- Raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;
- Tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN), le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della **UNI EN 545**.

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 598** sono nei seguenti diametri nominali (DN): 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

I tubi con giunto a bicchiere ed estremità liscia devono rispettare le indicazioni del prospetto 11 della **UNI EN 598**, che riporta le tolleranze in base al diametro esterno.

I tubi debbono essere forniti rettilinei con uno scostamento massimo dello 0,125% della lunghezza; in caso di contestazioni lo scostamento dovrà essere misurato secondo quanto prescritto dal punto 6.2 della **UNI EN 598**.

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno ed all'esterno. I tubi saranno rivestiti internamente con malta cementizia centrifugata secondo UNI EN 545/2010, rivestiti esternamente con strato di zinco applicato per metallizzazione ricoperto da uno strato di

prodotto bituminoso o di resine sintetiche secondo UNI EN 545/2010 e ISO 8179, muniti di giunto elastico a bicchiere di tipo automatico (rapido) conforme alla norma UNI 9163/2010, con guarnizioni in gomma adatta al convogliamento di acque potabili, completo di giunto antisfilamento.

2.6.4 Lavorazione e modalità esecutive

I tubi potranno essere immagazzinati in pile aventi altezza massima di 2.50 m, o comunque l'altezza massima indicata dal produttore, in base al diametro nominale, lunghezza unitaria dei tubi e metodo di impilamento. I tubi devono essere immagazzinati per diametro in cataste omogenee.

Sarà cura dell'Appaltatore assicurarsi periodicamente dello stato dei carichi e della stabilità generale.

Qualora sia prevista la possibilità di deviazione angolare per la realizzazione di curve plano-altimetriche a grande raggio, senza l'utilizzazione di raccordi, ed anche l'adattamento ad alcune modifiche del tracciato, la posa procederà da valle verso monte con i bicchieri diretti nel senso della posa. In questo caso la giunzione dei tubi dovrà iniziarsi a partire da tubi perfettamente allineati, sia orizzontalmente che verticalmente.

La deviazione dovrà essere realizzata solo dopo il montaggio completo del giunto.

I giunti utilizzati sono per lo più a bicchiere con anelli in gomma per la tenuta; la giunzione può farsi anche, in qualche caso, con giunti a flangia.

Le giunzioni devono assicurare la costanza della tenuta stagna anche in presenza di sovrappressioni (colpo d'ariete) o di depressioni e nel caso di connessione fra materiali diversi.

Il sistema più diffuso di giunzione è rappresentato dal giunto elastico automatico, normalmente noto come giunto rapido; un'estremità della tubazione è sagomata a bicchiere e l'altra è leggermente smussata per favorire l'imbocco; la tenuta è realizzata mediante compressione radiale della guarnizione elastomerica

alloggiata all'interno del bicchiere.

2.6.5 Prove e controlli di accettazione

I tubi i raccordi ed i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito danneggiamenti durante la movimentazione che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benestare della stazione appaltante, la riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

Il produttore potrà, sotto la sua responsabilità, scegliere i sistemi opportuni per rimediare a leggere imperfezioni superficiali di aspetto.

I tubi devono essere tagliati, forati o lavorati a macchina; si considereranno accettabili quando la durezza superficiale HB non supera 230. La durezza superficiale HB dei raccordi e dei pezzi accessori non dovrà superare 250.

Le tolleranze sullo spessore, le lunghezze, la rettilineità e le masse non devono superare i limiti superiori ed inferiori prescritti dalle norme UNI EN 545, UNI EN 969 e UNI EN 598.

Le condizioni di prova dei giunti per condotte di fognatura sono quelle descritte dal punto 5.5.2 della **UNI EN 598**.

Le condizioni di prova dei giunti per condotte d'acquedotto sono quelle descritte dal punto 5.2.2 della **UNI EN 545**.

2.7 TUBAZIONI IN GRES

2.7.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in gres, si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.7.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

Le tubazioni in gres ceramico (tubi, pezzi speciali, curve, giunti semplici, tappi, fondelli di fognatura, ecc) devono corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti e in particolare le UNI EN 295:2013 " Sistemi di tubazioni di gres per impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue".

2.7.3 Materiale e tolleranze dimensionali

Essi dovranno essere fabbricati con miscela ad impasto omogeneo di argilla plastica, caolino, quarzo e feldspati ed avranno una copertura vetrificata ottenuta ad alta temperatura, ma non con l'applicazione di vernici; dovranno presentarsi dritti, senza incrinature, bolle, cavità, abrasioni, lesioni e altri difetti che possano comprometterne la resistenza, e dovranno dare, percossi al martello, un suono metallico.

Immersi nell'acqua dovranno essere perfettamente impermeabili e permanendo in acqua per otto giorni non devono aumentare in peso più del 3%.

La tubazione e i relativi pezzi speciali devono essere:

- 1 - inattaccabili da acidi minerali e organici, anche se caldi
- 2 - resistenti agli ossidanti e alle sostanze aggressive in genere

Sia nel bicchiere che nella punta, le tubazioni dovranno essere munite di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano aventi le seguenti caratteristiche:



- resistenza a trazione $\geq 2 \text{ N/mm}^2$
- allungamento a rottura $\geq 90\%$
- durezza $67\pm 5 \text{ shore A}$.

Giunzioni di tipo diverso potranno essere adottate solo se preventivamente approvate dalla DIREZIONE LAVORI.

Le tubazioni di gres per microtunnelling saranno conformi alla norma UNI EN 295:2013, che qui si richiama integralmente. I tubi dovranno inoltre garantire una tenuta idraulica minima di 0.5 bar e comunque pari al carico idraulico in metri di colonna d'acqua che si realizza tra il piano campagna e la massima profondità di posa prevista in progetto. Il giunto per le tubazioni di diametro nominale maggiore o uguale a 250 mm è previsto del tipo V4A (manicotto in acciaio inox al molibdeno e guarnizioni elastomeriche) mentre per i diametri inferiori sarà del tipo VT (gomma elastomerica su anima d'acciaio). Per il DN 150 è ammesso un giunto tipo VT in polipropilene con guarnizioni di tenuta in materiale elastomerico. Per queste tubazioni è prescritta in cantiere la verifica dell'integrità del tubo mediante apparecchio di prova alle estremità del tubo a una pressione interna di 15 bar.

Le singole forniture, suddivise in lotti, dovranno essere accompagnate da certificato di collaudo, attestante la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295, che deve essere richiesto al fabbricante dall'APPALTATORE.

2.7.4 Lavorazioni e modalità esecutive

La posa in opera avverrà, nel rispetto delle prescrizioni di progetto, su fondo con sabbia o terra vagliata o in calcestruzzo; il fondo dei tubi dovrà essere disposto secondo le livellette prescritte.

La giunzione sarà eseguita a mano o, per i diametri maggiori, con l'uso di appositi apparecchi a leva avendo cura di non danneggiare l'elemento di tenuta. Compite le giunzioni per ogni tratto di condotta, si verificherà nuovamente la regolare

collocazione planimetrica e altimetrica dei tubi e si rinfiancheranno le tubazioni con lo stesso calcestruzzo del fondo o con sabbia e/o ghiaino costipati secondo prescrizioni dalla DL. Salvo diverse prescrizioni di progetto il rinterro si farà dapprima con sabbia e terra vagliata disposta a strati bagnati fino a 50 cm al di sopra del tubo; oltre questo strato potranno essere riutilizzate, se ritenute idonee dalla DIREZIONE LAVORI, le terre provenienti dallo scavo.

2.7.5 Prove e controlli di accettazione

Durante la prove della condotta dovranno essere posti in opera i pezzi speciali (curve, conici, ecc.), i mezzi tubi e i giunti di tubo che siano effettivamente richiesti dalle esigenze di posa della tubazione e solo previa autorizzazione della D.LL.

In corrispondenza dell'allacciamento delle utenze fognarie saranno posti in opera, nel numero e nell'ubicazione prescritta dalla D.LL. appositi giunti semplici o a squadra a cui si collegherà il fognolo dell'allacciamento. Fino quando non verrà costruito il fognolo di allacciamento la diramazione del giunto dovrà essere mantenuta ostruita con un apposito tappo piano in gres a cui dovrà provvedere l'APPALTATORE a proprio onere.

Per le condotte in gres con particolari giunti, secondo le indicazioni certificate del fornitore, potrà essere eseguita la prova di tenuta idraulica ad una pressione interna o esterna fino ad 1 bar, di valore doppio rispetto allo 0,5 bar indicato dalla UNI EN 295.

La prova di tenuta all'acqua ha lo scopo di verificare l'efficienza e la funzionalità idraulica di un collettore posato in opera.

La prova dovrà essere effettuata secondo le seguenti fasi:

- 1 – pulitura dell'imbocco del tubo a valle e successivo inserimento di una cieca gonfiata sino alla pressione di 1,5 bar;
- 2 – pulitura dell'imbocco del tubo a monte e successivo inserimento di una testata

cieca gonfiata sino alla pressione di 1,5 bar;

3 – predisposizione, sui due cuscinetti, di un opportuno sistema di contrasto di spinta idraulica;

4 – collegamento del tubo piezometrico alla testata di prova;

5 – riempimento della tratto di condotta sino a superarne di qualche centimetro il colmo;

6 – riempimento della colonna piezometrica fino ad un altezza di 5 m.

L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere in considerazione della lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

Dopo circa un ora di messa a regime si deve iniziare il controllo dell'assorbimento effettuando 2 letture del livello dell'acqua nel tubo piezometrico a di distanza di 15'.

Si fa rilevare che secondo la UNI EN 1610:2015 l'integrazione ammessa per i vari diametri è 0,07 l/m² in 15'.

La prova di tenuta all'acqua degli elementi complementari della condotta deve essere eseguita secondo le modalità di cui al punto precedente con la differenza che l'aumento progressivo della pressione deve essere inferiore a 10 k Pa fino a raggiungere la pressione di prova pari a 50 kPa, da mantenersi per almeno 5'.

I tubi in gres sono divisi in classi di resistenza con il carico di schiacciamento minimo (kN/m) indicati UNI EN 295-1 nei seguenti prospetti:

- prospetto IV per DN 100 e 150 per le classi 22, 28 e 34;
- prospetto V per DN \geq 200 per le classi 95, 120 e 160 e 200.

Per eventuali calcoli strutturali, lo spessore delle tubazioni deve essere dichiarato dal fabbricante.

Il direttore dei lavori può autorizzare l'impiego di tubi con resistenza allo

schacciamento superiore a quella minima prevista dalla citata norma UNI EN 295-1.

La resistenza a schacciamento può essere dedotta anche da prove di resistenza a flessione e trazione tangenziale descritte dal punto 5, UNI EN 295-3.

2.8 TUBAZIONI IN P.R.F.V.

2.8.1 Campi di impiego e localizzazione

Per l'impiego e la localizzazione delle tubazioni in P.R.F.V., si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.

2.8.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- **UNI 9032:2008** – Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (P.R.F.V.) con o senza cariche. Linee guida per la definizione dei requisiti per l'impiego.
- **UNI 9033-1/17** – Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (P.R.F.V.) con o senza cariche. Metodi di prova. Generalità. Campionamento.
- **UNI EN 1119:2009** Sistemi di tubazioni di materia plastica - Giunti per tubi e raccordi di materia plastica termoindurente rinforzata con fibre di vetro (PRFV) - Metodi di prova per la tenuta e la resistenza al danneggiamento dei giunti flessibili non resistenti alla spinta con guarnizioni di tenuta in elastomero
- **UNI EN 1229:1998** Sistemi di tubazioni di materie plastiche - Tubi e raccordi di materiale termoindurente rinforzato con fibre di vetro (PRFV) - Metodi di prova per determinare la tenuta idraulica della parete sottoposta ad una pressione interna di breve durata



- **UNI EN 976-1:1999** Serbatoi interrati di materie plastiche rinforzate con fibre di vetro (PRFV) - Serbatoi cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio - Requisiti e metodi di prova per serbatoi a parete semplice
- **UNI EN 1394:1998** Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di materiale termoindurente rinforzato con fibre di vetro (PRFV) - Determinazione della resistenza in trazione circonferenziale apparente iniziale
- **UNI EN 1393:1998** Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di materiale termoindurente rinforzato con fibre di vetro (PRFV) - Determinazione delle proprietà iniziali in trazione longitudinale
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

2.8.3 *Materiale e tolleranze dimensionali*

Le tubazioni di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro sono costruite usando diversi sistemi, con tre strati di materiali: uno strato interno o liner, ricco di resina termoindurente, resistente all'attacco delle sostanze convogliate; uno strato meccanicamente resistente, costituito da strati successivi di filamenti di vetro molto ravvicinato e impregnato di resine; uno strato protettivo esterno, ricco di resina, che contiene inibitori contro l'azione dei raggi UV.

Lo strato interno del tubo chimicamente resistente o liner è quello che ha la funzione di garantire la resistenza alla corrosione chimica e l'impermeabilità del tubo.



Lo strato meccanicamente resistente garantisce la resistenza meccanica del tubo nei confronti della pressione interna e/o esterna, dei carichi esterni dovuti alla movimentazione ed alla posa, e dei carichi termici.

Lo strato esterno garantisce la protezione della tubazione dall'esposizione ai raggi solari e l'azione disgregatrice del tempo.

Le barre di tubo sono prodotte solitamente in lunghezze da 6,00 m fino al DN 150 mm e 12,00 m per i diametri superiori.

Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla **UNIPLAST UNI 9032** che si applica alle diverse classi di tubi.

Per consentire alla direzione dei lavori di ottemperare alle prescrizioni del D.M. 12 dicembre 1985 ed alle successive istruzioni della circolare ministeriale LL.PP. del 20 marzo 1986, n. 27291, l'impresa dovrà fornire apposita dichiarazione, firmata dal suo legale rappresentante, con l'indicazione a carattere vincolante del nome del produttore di tubazioni in P.R.F.V. previste in progetto.

A tale dichiarazione l'impresa dovrà allegare la seguente documentazione preparata dal produttore prescelto per la fornitura delle tubazioni in P.R.F.V.:

- documentazione di almeno una referenza di fornitura, effettuata negli ultimi due anni, di caratteristiche pari o superiori a quanto previsto in appalto;
- indipendentemente dalle prove e collaudi previsti nel presente capitolato speciale d'appalto, deve dimostrare di possedere un sistema di garanzia della qualità aziendale conforme alle norme **UNI EN ISO 9001:2015**. Il sistema di qualità deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi della norma europea UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015;
- dichiarazione del produttore che attesti che l'azienda acquista le materie prime da fornitori qualificati, che siano in possesso di certificazione ISO 9001, allegando i certificati dei fornitori, rilasciati da enti abilitati alla loro emissione;



- dichiarazione del produttore il quale attesti che la propria produzione di tubazioni e raccordi in P.R.F.V. è rispondente al presente capitolato;
- relazione tecnica eseguita dal produttore delle tubazioni in P.R.F.V., da cui si evinca la rispondenza di quanto proposto a quanto necessario ed a quanto prescritto, tenuto conto delle condizioni di posa e di esercizio;
- deve esibire la documentazione, certificata da un organismo riconosciuto a livello europeo, relativa alle prove a lungo termine, eseguite in accordo alla norma **ASTM E 2992** – Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for “Fiberglass” (Glass – Fiber – Reinforced Thermosetting – Resin) Pipe and Fittings “Proc. “B”, relativa ai valori ammissibili di sollecitazione e deformazione;
- deve eseguire prove di qualifica dei prodotti, per la verifica dei fattori di sicurezza a breve termine in accordo alla normativa **AWWA C950-88**. Tali prove servono a verificare la corrispondenza dei parametri di progettazione con i valori sperimentali. Le prove su tubi e giunti saranno eseguite in condizioni analoghe a quelle di esercizio delle linee e potranno essere supervisionate da enti di certificazione. Le strutture dei tubi forniti (angoli di avvolgimento, sequenze di avvolgimento e rapporti vetro/resina) devono corrispondere a quelle dei campioni provati.

2.8.3.1 CONDIZIONI E CAMPI DI IMPIEGO

I tubi ai fini dell'impiego sono distinti nei cinque tipi previsti dal prospetto I (tipi e condizioni di impiego) della **UNI 9032**, in particolare:

- tipo T1 (in pressione, temperatura fino a 60°C per uso convogliamento di acqua potabile o da potabilizzare, secondo D.M. 21 marzo 1973 e C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 emanata dal Ministero della Sanità);
- tipo T2 (in pressione, temperatura fino a 60°C, per uso convogliamento di fluidi alimentari);



- tipo T3 (in pressione, temperatura fino a 80°C, per uso convogliamento di liquami e scarichi civili);
- tipo T4 (in pressione, temperatura fino a 60°C, per uso irrigazione);
- tipo T5 (in pressione, temperatura fino a 80°C, per uso convogliamento di acqua di mare e prodotti chimici).

2.8.3.2 CLASSIFICAZIONI DI TUBI

Le classi di pressione standard di tubi e raccordi con riferimento alla **UNI 9032** sono:

- classe A – PN 4 bar – Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro prodotti su mandrino per avvolgimento di fili;
- classe B – PN 6 bar – Tubi con liner in termoplastico;
- classe C – PN 10 bar – Tubi in aggregato con resine termoindurenti;
- classe D – PN 16 bar – Tubi monoparete prodotti per centrifugazione;
- classe E – PN 20 bar – Tubi monoparete rinforzati con nervature prodotti su mandrino;
- classe F – PN 25 bar – Tubi monoparete rinforzati con nervature prodotti su mandrino.

I diametri nominali previsti dalla norma **UNI 9032** sono compresi tra 10 e 4000 mm.

2.8.3.3 DESIGNAZIONE E MARCATURA DEI MATERIALI

Le tubazioni sono classificate anche secondo la rigidità trasversale, le classi di rigidità trasversale standard secondo la norma **UNI 9032**, sono le seguenti: 1250 – 2500 – 5000 – 10000 Pa.

La designazione dei tubi e dei pezzi speciali in P.R.F.V. dovrà riportare:



- norma UNI di riferimento;
- diametro nominale (DN);
- pressione nominale (PN) e classi corrispondenti all'indice di rigidità trasversale (RG);
- tipo di utilizzazione;
- natura dei materiali (resina, tecnologia di produzione, ecc.).

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà riportare:

- designazione completa;
- numero di matricola;
- marchio di fabbrica del produttore;
- data di produzione (mese e anno).

2.8.3.4 MATERIALI

Le resine utilizzate per la fabbricazione dei tubi potranno essere dei seguenti tipi: poliestere isoftalica, vinilestere, poliestere bisfenolica, resine speciali per alte temperature, ritardo della fiamma, resistenza all'abrasione, ecc.

Le proprietà della resina saranno controllate su ogni lotto in accordo al piano di ispezione e controlli di qualità.

I tipi di vetro utilizzati per produrre tubi e raccordi in P.R.F.V. possono essere:

- vetro C chimico – resistente, grado III **DIN 12111**;
- vetro E con eccellenti proprietà elettriche e meccaniche, **ISO 2078:2016**.

I rinforzi tipici in fibra di vetro possono essere:



- velo di superficie C, costituito da fibre di vetro disposte casualmente e tenute insieme da resina poliestere, usato generalmente come rinforzo del primo strato del laminato;
- mat di fibra di vetro E, costituito da fibre di vetro tagliate e tenute insieme da un legante; il mat E è utilizzato nei procedimenti di applicazione manuale (hand lay – up) o di stampaggio per contatto (contact molding);
- fili continui di vetro E con eccellenti proprietà di adesione con resina poliestere e vinilestere, utilizzati nei sistemi di avvolgimento di fili (filament winding);
- stuoia di tessuto di vetro E compatibile con la maggior parte delle resine poliesteri ed utilizzata nel sistema ad applicazione manuale (hand lay – up).

Materie prime ausiliare sono tutti quegli additivi utilizzati nel processo delle resine rinforzate come catalizzatori, acceleranti, inibitori, correttori della viscosità, aggregati e pigmenti.

2.8.3.5 COSTRUZIONE

La parete delle tubazioni in P.R.F.V., prodotte su mandrino per avvolgimento di fili, è costituita da tre strati, perfettamente aderenti uno all'altro, che formano un unico elemento strutturale.

La funzione dello strato interno (liner) è di garantire la massima resistenza chimica e la massima impermeabilità nei confronti del fluido convogliato.

Tale strato dovrà essere costituito da:

- s.1) strato interno ricco di resina a diretto contatto con il fluido, rinforzato con un velo di superficie di vetro C, con un contenuto percentuale di resina da 80 ÷ 90% in peso. Lo spessore deve essere $\geq 0,3$ mm;
- s.2) strato esterno rinforzato con un mat di vetro E di massa areica compresa tra 375 ÷ 450 g/m² e, con un contenuto di resina di circa il 60-70% in peso, rullato per la perfetta impregnazione e l'eliminazione di ogni possibile bolla

d'aria. Lo spessore deve essere $\geq 1,0$ mm e in particolare deve essere $\geq 2,00$ mm per i tubi di tipo T5.

Per le dimensioni minime si farà riferimento al prospetto III della **UNI 9032**.

Con riferimento alla **UNI 9032** lo spessore complessivo deve essere maggiore o uguale a 1,3 mm, per i tubi di classe A, C, D, E e F e di 2,3 per le tubazioni di tipo T5.

Per maggiori informazioni si rimanda al punto 6.1 della **UNI 9032**.

Lo strato meccanico resistente è costituito da filamenti continui di vetro (*roving*), impregnati di resina, avvolti elicoidalmente (*filament winding*) in lamine di uniforme spessore e densità, secondo angolazioni predeterminate, tali da garantire caratteristiche meccaniche circonferenziali ed assiali conformi alle esigenze progettuali e a quanto in seguito specificato.

Questo strato, una volta polimerizzato, dovrà essere privo di difetti evidenti di lavorazione, nei limiti di quanto specificato dalle prescrizioni per l'esame all'aspetto visivo.

Possono essere presenti in questo strato materiali inerti in sostituzione di parte delle fibre di vetro, al fine di aumentare la rigidità della tubazione:

- tubi di classe A, B ed E.
- tubi di classe C e D. Rispetto ai tubi della lettera a) al rinforzo fibroso è aggiunto sabbia, carbonati, ecc.
- tubi di classe F. Lo strato è composto da due stratificati resi solidali da un'anima con eventuali nervature di collegamento (core). Le nervature sono costituite da resina termoidurente rinforzata o caricata;

Il contenuto della massa di rinforzo deve essere non inferiore al 25%.

Per maggiori informazioni si rimanda al punto 6.3 della **UNI 9032**.

Lo strato esterno avente uno spessore minimo di 0,2 mm, generalmente non

rinforzato, è costituito da resina con contenuto minimo in massa dell'80%, additivata con inibitori di raggi UV per la protezione della tubazione dai raggi solari.

Per maggiori informazioni si rimanda al punto 6.5 della **UNI 9032**.

2.8.3.6 DIAMETRI, TOLLERANZE E REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Per i tubi di classe A, C, E, F i diametri nominali (DN) coincidono con i diametri interni (Di) come illustrato nel Prospetto II (Tubi di classe A, C E ed F) di cui al punto 8 della **UNI 9032**. Nello stesso prospetto sono indicati il diametro esterno (De) anche le massime lunghezze delle barre in rapporto al diametro e le relative tolleranze. Le lunghezze dei tubi possono essere 3,00, 6,00 m e 18,00 m con tolleranze $\pm 1,5 \div \pm 7$ mm sui valori dichiarati.

Per i tubi di classe B i diametri nominali (DN) non coincidono con i diametri interni (Di) come illustrato nel Prospetto III (Tubi di classe B PV/P.R.F.V.) di cui al punto 8 della **UNI 9032**. Nello stesso prospetto sono indicate anche le massime lunghezze delle barre in rapporto al diametro e le relative tolleranze. Le lunghezze dei tubi possono essere 3,00, 6,00 m e 12,00 m.

Per i tubi di classe D i diametri nominali (DN) non coincidono con i diametri esterni (De) come illustrato nel Prospetto IV (Tubi di classe D) di cui al punto 8 della **UNI 9032**. Nello stesso prospetto sono indicate anche le relative tolleranze.

Lo spessore medio delle tubazioni non deve essere inferiore al 95% di quello dichiarato dal produttore ed in nessun caso deve essere inferiore all'87,5 % dello stesso (in accordo alla AWWA C950).

Il valore massimo a lungo termine della ovalizzazione deve essere inferiore al 5% del diametro.

I tubi ed i raccordi in P.R.F.V. devono avere le superfici lisce ed uniformi, prive di irregolarità e difetti quali, ad esempio, bruciature, crateri, bolle d'aria, lesioni, scheggiature sui bordi, screpolature, ecc. laminazione, fibre affioranti.

2.8.3.7 CLASSI DI RIGIDITÀ

Le tubazioni in P.R.F.V. per fognature di classe A, B, C D e F debbono possedere un'adeguata resistenza meccanica trasversale (resistenza allo schiacciamento) caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale:

$$RG = EI/D^3 \cdot 10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

nella quale

E = modulo elastico a flessione del materiale in direzione circonferenziale espresso in N/mm²;

I = momento d'inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della parete strutturalmente resistente (mm⁴/mm);

D = diametro medio del tubo (mm)

che serve a misurare come la sezione trasversale della tubazione reagisce ai carichi verticali, costituiti dal peso del terreno di ricoprimento e da eventuali sovraccarichi accidentali, i quali tendono ad ovalizzarla. Il valore di RG deve essere calcolato come indicato al punto 3.1 della **UNI 9033**, Parte 8^a che è uguale a $RG = EI/D^3$.

Classe	Indice di rigidità N/m ²
Rg 1	$1250 < Rg \leq 2500$
Rg 2	$2500 < Rg \leq 5000$
Rg 3	$5000 < Rg \leq 10000$
Rg 4	> 10000

Per i tubi che rientrano nella classe C della **UNI 9032**: tubi in aggregato, ottenuti per avvolgimento, nei quali oltre alle fibre di vetro di rinforzo deve essere incorporata nella parete una certa quantità di una data carica minerale (solitamente sabbia).

La parete delle tubazioni in P.R.F.V. deve essere prodotta su mandrino per

avvolgimento di fili e costituita da tre strati, perfettamente aderenti uno all'altro, tali da formare un unico elemento strutturale.

2.8.3.8 PRESSIONI NOMINALI

Il punto 9 della **UNI 9032** per i tubi in P.R.F.V. prevede le seguenti 14 classi di pressione nominale (PN): 1 – 2,5 – 3,2 – 4 – 5 – 6 – 8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 (bar).

Si definisce pressione nominale la pressione interna massima ammissibile per servizio continuo alla temperatura di 20°C per convogliamento acqua. Tale pressione non tiene conto della resistenza della tubazione ai carichi aggiuntivi a cui possono essere sottoposta.

2.8.3.9 OVALIZZAZIONE

L'ovalizzazione è misurata come rapporto tra l'abbassamento della generatrice superiore e il diametro medio del tubo non inflesso.

L'ovalizzazione max consentita nel calcolo della tubazione interrata sarà ricavata dividendo il valore dell'ovalizzazione di fessurazione e/o rottura, ottenuta da prova, per il coefficiente di sicurezza. Nei tubi meno rigidi, il valore massimo ammissibile dell'ovalizzazione, calcolata a lungo termine, non potrà superare il 5%.

2.8.4 Lavorazioni e modalità esecutive

Si consiglia di lasciare i tubi in P.R.F.V. ed i raccordi sulle selle utilizzate per il trasporto. Quando ciò non è possibile, i tubi potranno essere stoccati direttamente sul terreno previo accertamento che la superficie risulti liscia e priva di sporgenze o su almeno 3 travi di legno. Lo spessore dei travetti deve essere tale da evitare il contatto in corrispondenza dei giunti delle file di tubi sovrapposti. Ciascuna fila di tubi dovrebbe essere separata con supporti. La massima altezza della catasta non deve superare i tre livelli di tubi ed in generale i 3,00 m. È vietato accatastare i

tubi con diametro superiore a 1400 mm. Maschi e bicchieri possono essere alternati per ridurre gli ingombri.

Devono essere tenuti lontano da sorgenti di fiamma, come liquidi infiammabili.

Le operazioni di carico e scarico o movimentazione dei tubi devono essere eseguite con mezzi sollevamento con braccio mobile o fisso, tramite imbracature costituite da fasce di juta o nylon o altro materiale tessile di adeguata resistenza, sollevando la barra stessa in due punti simmetrici rispetto al centro. È vietato l'impiego di funi d'acciaio, filo di ferro in quanto possono provocare stati pensionali impropri su superfici molto limitate. I carichi sospesi devono essere dotati di funi laterali di ritenuta per evitare oscillazioni libere.

Evitare di sollevare la barra mediante una fascia fatta passare all'interno del tubo.

Durante la movimentazione occorre evitare gli urti, specialmente alle estremità ed il rotolamento dei tubi.

Tutti i tubi debbono essere ispezionati all'esterno ed all'interno prima della loro messa in opera.

All'arrivo in cantiere o all'apertura delle gabbie tutti i tubi ed i raccordi devono essere accuratamente ispezionati internamente ed esternamente.

Le rotture superficiali dei tubi in P.R.F.V. dovute a scalfitture potranno essere riparate mediante le seguenti operazioni:

- interno tubo: rimuovendo il lucido e ricoprendo con resina;
- esterno tubo: nessuna riparazione è richiesta.

Le rotture superficiali all'interno dei tubi in P.R.F.V. potranno essere riparate mediante le seguenti operazioni:

- 1) molare la zona danneggiata per tutto lo spessore del liner;
- 2) lavare con acetone la superficie molata per rimuovere la polvere;
- 3) applicare uno strato di resina contro la superficie da riparare;

- 4) applicare mat di vetro “E” mat e impregnarlo con resina, usando un pennello;
- 5) comprimere lo strato con un rullo per eliminare le bolle d’aria;
- 6) ripetere le fasi d) ed e) fino a ripristinare lo spessore del liner;
- 7) applicare un velo di superficie “C” e impregnarlo con resina, usando un pennello;
- 8) dopo un’ora la resina è indurita, molare fino ad avere una superficie uniforme e pitturare con resina paraffinata.

Le rotture superficiali all’esterno dei tubi in P.R.F.V. potranno essere riparate mediante le seguenti operazioni:

- 1) molare la zona danneggiata fino a rimuovere la parte rovinata;
- 2) lavare con acetone la superficie molata per rimuovere la polvere;
- 3) applicare uno strato di resina contro la superficie da riparare;
- 4) applicare mat di vetro “E” mat e impregnarlo con resina, usando un pennello;
- 5) comprimere lo strato con un rullo per eliminare le bolle d’aria;
- 6) ripetere le fasi 4) ed 5) fino a ripristinare lo spessore rimosso.

Dopo un’ora la resina è indurita, e si può pitturare con resina paraffinata.

2.8.4.1 POSA, MESSA IN OPERA E RINTERRO

I valori consigliati per la larghezza della trincea sono:

$$DN \leq 400 \quad L = DN + 400 \text{ mm}$$

$$400 < DN \leq 1000 \quad L = DN + 600 \text{ mm}$$

$$DN > 1000 \quad L = DN + 800 \text{ mm}$$

Se il terreno non è in grado di fornire la portanza richiesta, la trincea dovrà essere approfondita di almeno 20 cm o più, secondo le prescrizioni del direttore dei lavori.

In presenza di falda d'acqua il fondo della trincea deve essere stabilizzato prima di posare le tubazioni, abbassando il livello dell'acqua di circa 30 cm sotto il fondo tubo per mezzo di pompe.

Il letto di posa sarà di uno spessore minimo di 150 mm e fornirà alla tubazione un supporto uniforme e continuo su tutta la sua lunghezza. La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

Si raccomanda l'uso di ghiaietto o roccia frantumata o sabbia come materiale di letto, con un contenuto di fini superiore al 12%.

Il letto di posa deve essere compattato fino a raggiungere il 70% della sua massima densità, prima della posa del tubo (90% Proctor standard).

Nel caso di tubazioni giuntate in trincea dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi. Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere deflesso nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche relative alle caratteristiche delle giunzioni.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa del taglio generato dal cedimento stesso.

A tal fine si potrà provvedere all'inserzione di una idonea protezione in gomma tra tubo e blocco, ed a sagomare e rinforzare adeguatamente il letto di posa nella zona interessata.

Il tubo sarà adagiato nella trincea così che questa lo sostenga uniformemente per



tutta la sua intera lunghezza.

Il rinterro deve essere eseguito fino a 0.30 m sopra il tubo, utilizzando, se idoneo, il terreno originario stesso opportunamente vagliato (il terreno originario può essere considerato idoneo se può essere classificato come appartenente ai gruppi 1 o 2) o preferibilmente sabbia o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 50 mm, o di 32 mm nel caso di tubi di diametro \leq DN 600.

Se la posa deve essere eseguita in terreni originari appartenenti ai gruppi 3 e 4 e soprattutto in presenza di falda, si dovrà procedere o ad una opportuna bonifica del terreno circostante oppure si dovrà utilizzare per il rinterro di cui sopra solamente ghiaietto unitamente a geotessuto.

La compattazione del materiale di rinterro della zona tubo dovrà essere eseguita, anche per saturazione, fino allo Standard Proctor superiore al 90 %, in accordo con quanto prescritto dalla D.L., conservando una fascia non compattata sopra il tubo di larghezza pari a circa 0,7 DN.

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato c.s. oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

Rispettando le prescrizioni si dovrà riscontrare, in opera, una ovalizzazione (diminuzione del diametro verticale) del tubo posato, non maggiore del 4%.

In caso contrario andranno verificate le ipotesi di progetto e le modalità di posa.

2.8.4.2 CONNESSIONE CON MANUFATTI IN CALCESTRUZZO

In occasione della connessione con manufatti in calcestruzzo per evitare danni alle tubazioni devono essere rispettate le seguenti precauzioni:



- evitare la costruzione di manufatti in calcestruzzo dopo la posa in opera della tubazione al fine di evitare elevati cedimenti differenziali tra manufatto e tubazione a causa della leggerezza di quest'ultima rispetto al manufatto;
- evitare il brusco passaggio da una configurazione deformata (per effetto della deflessione) ad una indeformata circolare nella zona inghisata nel calcestruzzo.

Si consiglia pertanto di adottare i seguenti accorgimenti:

- avvolgere sempre, attorno al tubo, in corrispondenza della connessione con calcestruzzo una fascia in gomma, larga 100-200 mm e spessa 10-30 mm, al fine di ridurre le concentrazioni di sforzo;
- verificare le previsioni progettuali dei cedimenti differenziali;
- migliorare sensibilmente la rigidità del rinfiato in prossimità dei manufatti, allargando la trincea ad approfondendola, e riempiendo tale zona con materiale granulare ben compattato; la variazione di sezione della trincea deve avvenire in modo graduale, su una lunghezza di circa 2 diametri. In alternativa si può rinfiancare la tubazione con calcestruzzo magro per una lunghezza di circa un diametro, in prossimità della connessione, senza uso di casseri, cioè lasciando fluire il calcestruzzo secondo il naturale angolo d'attrito;
- costruire eventualmente una robusta costolatura in P.R.F.V. sulla tubazione in prossimità della connessione con il manufatto in calcestruzzo;
- prevedere un giunto flessibile (bicchiere o manicotto) che permetta una rotazione di 1-2° appena fuori dal manufatto (solitamente non necessario per tubazioni di diametro minore o uguale a 300 mm).

2.8.4.3 INSTALLAZIONE DI TUBAZIONI IN STRUTTURE DI CALCESTRUZZO GETTATE IN OPERA

Per prevenire il galleggiamento delle tubazioni e quindi il loro disallineamento, le

tubazioni devono essere opportunamente fissate alle strutture sottostanti, o comunque a strutture in grado di ancorare stabilmente la condotta per il tempo di presa.

La distanza massima tra i punti d'ancoraggio è in funzione del diametro nominale della tubazioni. La distanza minima comunque sarà quella indicata dal produttore, in funzione anche della deformazione longitudinale accettabile nella condotta.

$$DN \leq 200 \quad L = 1,50 \text{ m}$$

$$200 < DN \leq 500 \quad L = 3,00 \text{ m}$$

$$500 < DN \leq 1000 \quad L = 6,00 \text{ m}$$

L'ancoraggio della tubazione può essere realizzato con cinghie in materiale tessile, tondini d'acciaio (previa interposizione di un nastro di gomma a protezione della tubazione), piatti d'acciaio, collari in acciaio secondo lo standard indicato dal produttore con sella in PVC o gomma.

In particolare, qualora non si utilizzino collari rigidi, la tubazione dovrà essere appoggiata, in corrispondenza degli ancoraggi, su una sella che ne impedisca i movimenti laterali durante il getto del calcestruzzo.

Il bloccaggio può essere realizzato anche a mezzo di cunei o altre in legno che resteranno annegate nel getto.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere eseguito per strati come indicato dal produttore, in funzione della rigidezza della tubazione.

Deve assolutamente evitarsi di versare direttamente il calcestruzzo fluido sopra la tubazione, soprattutto se versato dall'alto o a mezzo di pompe con forte pressione.

Si sconsigliano comunque gettate di spessore superiore a 1 metro.

Il tempo tra un getto e il successivo dipenderà dalle caratteristiche del calcestruzzo e dai tempi di indurimento.

Qualora vengano utilizzati tondini d'acciaio per ancorare le tubazioni sarà necessario interporre strisce di gomma con durezza 60 Shore, spessore pari a 2 volte il diametro del tondino e larghezza pari a 10 volte il diametro del tondino.

In corrispondenza dei giunti a bicchiere, si dovrà impedire che il calcestruzzo penetri tra maschio e bicchiere fino a raggiungere le guarnizioni. Ciò può essere ottenuto con una fasciatura in polietilene o iniettando una schiuma poliuretanica.

2.8.4.4 INSTALLAZIONI AEREE E FUORI TERRA

Le installazioni delle condotte fuori terra si possono dividere in:

- a) posate direttamente sul terreno;
- b) sono posate su supporti (installazioni aeree).

Nel caso a) si deve poggiare la tubazione su selle di legno o di cemento, per evitare danneggiamenti dovuti a pietre e/o altri oggetti appuntiti.

In quasi tutte le applicazioni fuori terra si devono utilizzare giunti resistenti assialmente salvo linee ben supportate e per applicazioni non in pressione.

La tubazione orizzontale dovrà essere supportata ad intervalli come previsto dai dati di progetto relativi alle campate.

Per supportare le tubazioni, si utilizzeranno adeguate staffe onde evitare il contatto su una sola generatrice e carichi puntuali localizzati. Si dovrà interporre tra il tubo ed il collare d'acciaio una sella in PVC o una fascia in gomma per ridurre al minimo la possibilità di abrasione. La sella in PVC è utilizzata quando deve essere consentito lo scorrimento assiale.

Le condotte in P.R.F.V. devono essere sempre collegate alle strutture di supporto mediante selle d'acciaio o calcestruzzo armato o con altri materiali che distribuiscano il carico su una lunghezza e su un angolo di circonferenza tali da minimizzare le concentrazioni di sforzo all'interfaccia tubo/supporto.



In tutte le installazioni devo essere impiegati giunti con resistenza assiale, salvo il caso di linee a gravità o a bassa pressione.

Per tubazioni a bassa pressione soggette a depressione può essere opportuno prevedere costolature di irrigidimento o strutture di parete a sandwich con anima caricata da inerti.

2.8.4.5 GIUNTI DI DILATAZIONE

Per i giunti di dilatazione debbono impiegarsi i tipi a bassa rigidità per consentire le notevoli dilatazioni delle tubazioni in P.R.F.V., maggiori rispetto alle tubazioni in metallo.

Debbono impiegarsi preferibilmente giunti in gomma ad una o più onde, con eventuali limitatori di corsa.

2.8.4.6 SUPPORTI

I supporti o le selle protettive devono soddisfare i requisiti previsti dall'allegato standard (STD-DW-D-035-D).

Le distanze massime ammissibili per ogni tubo e classe sono quelle indicate dal produttore, in tutti i casi la distanza non deve superare i 6,00 m.

Eventuali valvole ed altre apparecchiature pesanti devono essere supportate indipendentemente sia verticalmente che orizzontalmente.

I collari devono essere fissati saldamente, ma non devono comprimere eccessivamente la parete del tubo, al fine di evitare deformazioni o sforzi eccessivi nella parete.

I tratti verticali debbono essere sostenuti in modo da fare lavorare il tubo a compressione. La spaziatura dei collari verticali dovrà essere la stessa di quella dei supporti orizzontali.

I tratti rettilinei di condotta debbono essere ancorati ogni 90 m. Il tubo deve

potersi espandere radialmente all'interno del collare.

In corrispondenza dei cambiamenti di diametro, collegamenti della condotta con quella di altro materiale, valvole, cambi di direzione e derivazioni devono essere previsti ancoraggi addizionali.

La posa in opera in immersione di condotte può essere eseguita secondo le seguenti metodologie:

- tiro a rimorchio;
- tiro sul fondale;
- posa dal barcone.

La tratta di tubo dovrà essere assemblata sulla spiaggia e trainata a mare da un rimorchiatore ma tenuta in galleggiamento durante il traino, e affondata in corrispondenza della zona di posa.

Il tiro sul fondale consiste nell'assemblare tratte di tubo sulla spiaggia e nel tirarle lungo una via a rulli per mezzo di un verricello posto sul rimorchiatore di tiro.

L'utilizzo di questo metodo richiederà la disponibilità di un'area livellata sulla spiaggia, dove sia possibile pre-assemblare lunghe tratte di tubo in P.R.F.V.. Le tratte saranno varate in sequenza trasferendo le successive sulla via di varo. La tubazione è tirata mediante un verricello, agganciato ad una testa, collegata alla prima tratta.

Una volta varata una tratta di condotta, la successiva viene trasferita sulla rampa di varo e collegata alla precedente. Le operazioni di giunzione sono realizzate sulla spiaggia.

Il barcone deve avere dimensioni tali da contenere le barre e l'equipaggiamento per la loro giunzione.

Ciascuna barra dovrà essere sollevata dalla gru di bordo ed abbassata in mare, dove verrà collocata sul fondale nei pressi della barra precedentemente posata.

La giunzione delle barre dovrà essere realizzata da esperti subacquei per mezzo di martinetti idraulici, i quali sono applicati a dei collari montati sulle estremità dei tubi.

Il rinterro sarà idealmente diviso in due zone: rinterro primario, dalla generatrice inferiore del tubo fino al 70% del diametro; rinterro secondario, che si estende fino a 15 cm sopra la generatrice superiore del tubo.

Il rinterro sarà posato in strati alti 200-250 mm, compattati singolarmente, fino al 70% del diametro e alti 300 mm fino in cima al tubo.

Il rinterro fino al livello del terreno si completa con il terreno nativo.

La compattazione si realizzerà per mezzo di un compattatore a impulsi o altra idonea attrezzatura.

2.8.4.7 GIUNTI

I giunti delle tubazioni in P.R.F.V. rientrano in due categorie:

- giunti non bloccati, che resistono solo alla pressione circonferenziale; in questa categoria, si distinguono i giunti a bicchiere con singolo o doppio anello elastomerico di tenuta, i giunti a manicotto e i giunti ad accoppiamento meccanico;
- giunti bloccati, che resistono anche a forze longitudinali; in questa categoria, si distinguono i giunti a bicchiere con doppio anello elastomerico di tenuta e cavetto antisfilante, i giunti saldati, incollati o flangiati.

Nei **giunti non bloccati a bicchiere con singolo o doppio anello (O-ring) elastomerico di tenuta**, il bicchiere ed il maschio sono monolitici con le estremità della tubazione. La tenuta idraulica è realizzata attraverso un anello o due anelli elastomerici, alloggiati dentro cave circonferenziali parallele ricavate sull'estremità maschio. La giunzione dei tubi in linea si ottiene inserendo a pressione il maschio nel bicchiere.

Nel giunto a due anelli, per mezzo di un nipplo, inserito attraverso il bicchiere nella posizione tra gli anelli elastomerici, è possibile provare il giunto subito dopo l'assemblaggio.

La prova del nipplo dà grande affidabilità all'installazione e può consentire di evitare il collaudo idraulico finale. L'applicazione del nipplo è standard per DN > 250.

Il giunto, con anello o doppio anello, sarà in grado di assorbire l'azione, anche combinata, del disassamento verticale ed orizzontale, mantenendo inalterate le doti di tenuta.

Il giunto doppio O-ring consente una deviazione angolare secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Valori massimi raccomandati	
Diametro nominale (mm)	Deviazione angolare gradi
< 500	3
≥ 500 a < 900	2
≥ 900 a < 1800	1
> 1800	0,5

Campi d'applicazione	
Diametro	Pressioni
da 25 mm a 500 mm	Fino a 30 bar
da 550 mm a 1200 mm	Fino a 20 bar
da 1300 mm a 3000 mm	Fino a 16 bar

I **giunti non bloccati a manicotto**, realizzati mediante un anello di P.R.F.V. su cui viene inserita una guarnizione di materiale elastico (EPDM), garantiscono la tenuta idraulica mediante due o tre labbri (numero dipendente dal diametro).

Campi d'applicazione	
Diametro	Pressioni
da 300 mm a 700 mm (2 labbri)	Fino a 16 bar
da 800 mm a 1200 mm (3 labbri)	Fino a 10 bar

I **giunti non bloccati ad accoppiamento meccanico**, realizzano la tenuta mediante l'utilizzo di guarnizioni che sono compresse sul diametro esterno delle estremità piane dei tubi.

Nei **giunti bloccati a bicchiere con doppio O-ring e cavetto antisfilante**, il cavetto antisfilante, di materiale plastico resistente a taglio o metallico, viene inserito attraverso il bicchiere nella cava.

Questo giunto resiste a sforzi longitudinali ed anch'esso consente una deviazione angolare. I massimi valori raccomandati per la posa sono gli stessi indicati in tabella per i giunti non bloccati.

Campi d'applicazione	
Diametro	Pressioni
da 25 mm a 500 mm	Fino a 30 bar
da 550 mm a 1200 mm	Fino a 20 bar
da 1300 mm a 3000 mm	Fino a 10 bar

Il **giunto bloccato saldato (testa a testa)** è utilizzato per l'inserimento di tronchetti nella tubazione, per le diverse necessità relative alla posa.

Consiste nella polimerizzazione di mat e stuoie di vetro impregnati di resina, che sono laminati secondo una larghezza ed uno spessore dati. Il giunto laminato garantisce la continuità delle caratteristiche in direzione circonferenziale ed assiale.

Le dimensioni del giunto testa/testa sono calcolate con le seguenti formule:

$$t = P (ID + 2 t_p) / (2 \sigma_{all} - P)$$

$$L = P (ID + 2 t_p) / (2 \tau_{all})$$

dove: t è lo spessore della laminazione, P la pressione di progetto in MPa, ID il diametro interno del tubo in mm, L la lunghezza della laminazione in mm, t_p lo spessore del tubo in mm, σ_{all} la sollecitazione ammissibile circonferenziale in MPa e τ_{all} la sollecitazione ammissibile a taglio in Mpa.

In ogni caso il fornitore deve fornire all'Impresa che effettuerà il montaggio, la specifica per la corretta esecuzione della giunzione.

Il **giunto bloccato incollato** dovrà essere realizzato accoppiando due estremità di tubo (maschio/femmina) mediante l'utilizzo di materiale di apporto adesivo in una

quantità data.

Tale tipo di giunto garantisce sia la tenuta idraulica che la continuità assiale del tubo.

Campi d'applicazione	
Diametro	Pressioni
da 200 mm a 400 mm	Fino a 16 bar
da 50 mm a 200 mm	Fino a 25 bar

Il **giunto bloccato flangiato** è adoperato essenzialmente per gli accoppiamenti con le apparecchiature di linea e/o con pezzi speciali non interrati.

Tale giunto si ottiene fissando le due estremità flangiate mediante bulloni o tiranti con rondelle e con interposta guarnizione.

Il giunto a flangia è di natura rigida e pertanto dovrà assicurare una resistenza a pressione almeno pari a quella degli elementi collegati.

Le dimensioni delle flange saranno quelle previste nelle norme UNI, salvo diversa prescrizione di progetto.

Le flange sono di due tipi: flangia fissa (F/F) e occhiello con flangia libera in acciaio (F/L).

Ciascun tipo di flangia è disponibile con estremità piana, maschio o bicchiere.

La tenuta è realizzata con una guarnizione elastomerica. La guarnizione standard è piana.

Campi d'applicazione	
Diametro	Pressioni
da 25 mm a 500 mm	Fino a 30 bar
da 550 mm a 1200 mm	Fino a 16 bar
da 1300 a 3000 mm	Fino a 10 bar

2.8.5 Prove e controlli di accettazione

Ai fini dell'esecuzione delle prove la fornitura dovrà essere suddivisa in lotti di n. 200 pezzi ciascuno omogenei per DN, PN, e Rg con l'avvertenza che spezzoni di

fornitura di numero superiore a 60 pezzi costituisce lotto.

L'appartenenza di un tubo ad un determinato lotto deve essere chiaramente individuabile.

Il singolo lotto verrà accettato se il numero dei provini previsti per la sua verifica supera la prova.

Se la prova non viene superata anche da uno solo dei provini essa verrà ripetuta su un numero di provini doppio di quello previsto.

Se tutti i provini superano la prova, il lotto viene definitivamente accettato; altrimenti il lotto stesso verrà rifiutato.

In particolare saranno rifiutati, indipendentemente dall'esito delle prove, i tubi che risultassero fabbricati con materie prime non rispondenti ai requisiti richiesti; tutte le prove saranno ritenute valide solo se i provini ed i tubi dai quali gli stessi provengono risulteranno avere il contenuto di stirene non reagito superiore a 0,50% in peso calcolato sulla resina del liner.

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini costituiti, secondo i casi, da tubi della lunghezza originale o da spezzoni di tubo, si possono dividere nei seguenti due tipi: prove distruttive e prove non distruttive.

Saranno eseguite prove distruttive in numero di una per ogni partita omogenea di tubazioni; si intendono come prove di qualificazione e di verifica di calcolo, pertanto si eseguiranno all'inizio della fornitura su tubi di diametro e caratteristiche eguali a quelle della tubazione in collaudo, a meno delle prove di fessurazione e di tenuta del giunto, che, nel caso di tubi di diametro maggiore di 1000 mm, saranno eseguite su tubi anche di diametro differente, ma di caratteristiche tali da permettere un'agevole e sicura estrapolazione ai diametri effettivi.

Le prove distruttive comprendono:

- prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna;

- prova di schiacciamento fra piatti paralleli;
- percentuale di vetro e resina nel manufatto;
- prova di tenuta su giunto.

2.8.5.1 PROVA DI FESSURAZIONE E/O ROTTURA PER PRESSIONE INTERNA

Per tubi il cui diametro arriva a 1000 mm incluso, la prova verrà eseguita secondo ASTM D 1599 a meno della termostatazione. La prova consiste nel portare il campione ad una pressione pari a 4 PN e tenuto per 60" a questa pressione senza che si manifestino perdite.

Dopo di ciò il campione sarà smontato per verificare visivamente che non si sia avuta fessurazione nel liner interno.

Per i diametri maggiori di 1000 mm le caratteristiche meccaniche si potranno, in alternativa, determinare mediante trazione su provette circonferenziali ricavate dalla parete del tubo avendo dimostrato che l'allungamento del liner supera quello dichiarato nel calcolo statico della tubazione secondo la norma **UNI 9033**.

2.8.5.2 PROVA DI SCHIACCIAMENTO FRA PIATTI PARALLELI

La prova si eseguirà secondo ASTM D 2412 a meno della termostatazione. Dalla prova si ricaverà l'indice di rigidità trasversale e la deflessione a cui avviene la lesione (rottura).

L'indice di rigidità trasversale R_g si determinerà sottoponendo il campione al 3% di deflessione, secondo la relazione

$$R_g = E I / D^3 = (0,149/8) (F/D_y) (N/m^2)$$

dove F è il carico esterno sulla generatrice di un tubo (N/m) e D_y la deflessione verticale in m, corrispondente al 3%.

Il campione scelto per la prova dovrà avere la seguente tolleranza sullo spessore dichiarato: in meno 5%, in più 20%.

2.8.5.3 PERCENTUALE DI VETRO E RESINA NEL MANUFATTO

Verrà eseguita sui campioni tratti dai provini delle prove di fessurazione e/o rottura per pressione interna e prova di schiacciamento fra piatti paralleli secondo ASTM D 2584. La prova dovrà essere effettuata distintamente per i vari strati componenti la parete del tubo.

2.8.5.4 PROVA DI TENUTA SU GIUNTO

La prova si eseguirà secondo ASTM D 1599, a meno della termostatazione, su un campione comprendente nella zona centrale un giunto, montato secondo le normali istruzioni di posa.

Il campione si porterà ad una pressione di prova pari a $4 * P_N$ e tenuto per 60" a tale pressione senza che si manifestino perdite nel giunto.

2.8.5.5 CONTROLLO DELLE MATERIE PRIME (RESINE)

Nello stabilimento di fabbricazione dei tubi si provvederà con apposite prove sistematiche al controllo delle seguenti caratteristiche di ogni partita di resina approvvigionata:

- viscosità (ASTM D 2393/80);
- numero di acido secondo DIN – 53402;
- curva esotermica (ASTM D 2471);
- durezza Barcol (ASTM D 2583);
- percentuale di stirola nel liquido secondo **UNI 9179:1988**.

I valori ottenuti dovranno rientrare nelle tolleranze previste nelle schede di collaudo che il fornitore della resina dovrà inviare per ogni singolo approvvigionamento al produttore dei tubi, nel rispetto dei limiti seguenti:

a) per resine poliestere del tipo isoftalico o ortoftalico di elevata resistenza all'idrolisi:



- temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minima 80°C;
- carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 5000 N/cm²;
- allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 3%;
- modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 300000 N/cm²;
- carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 9000 N/cm²;
- modulo elastico a flessione secondo ASTM D 790: minimo 300000 N/cm²;
- assorbimento d'acqua secondo ASTM D 570: massimo 0,5%;
- numero di acido secondo DIN 53402: massimo 35 mg K OH/g;
- viscosità a 25°C secondo ASTM 2393/80: massimo 500 cP;

b) per resine poliestere del tipo isoftalico o bisfenolico o vinilestere di elevata resistenza all'idrolisi:

- allungamento a trazione ASTM D 638: minimo 4%;
- resistenza a trazione ASTM D 638: minimo 4000 N/cm²;
- numero acido DIN 53402: max 30 mg K OH/g;
- viscosità a 25°C secondo ASTM D 2393/80: max 500 cP.

In tali schede dovrà inoltre essere chiaramente indicato il tipo di resina, il nome commerciale e la quantità in chilogrammi fornita, cui si riferisce la scheda di collaudo stessa.

2.8.5.6 ESAME VISIVO

Le tubazioni dovranno risultare prive da tutti quei difetti quali scheggiature, delaminazioni, bolle d'aria, inclusioni di corpi estranei, porosità superficiali, fessurazioni, zone scarsamente impregnate di resina o prive di rinforzo, che, per la loro natura, grado od estensione, possano in modo determinante inficiare la resistenza e l'affidabilità delle tubazioni.



Lo strato interno, liner, dovrà avere uno spessore complessivo non inferiore a 1,3 mm.

2.8.5.7 CONTROLLO DIMENSIONALE

Il controllo dimensionale si eseguirà su due tubi per ogni lotto fornito.

La misura del diametro si ricaverà come media di 4 misure di diametro a 45° circa tra di loro, effettuate con tubo posato su un piano orizzontale ed in posizione fissa durante l'esecuzione dei rilievi. Le tolleranze ammesse sono quelle previste dalle norme UNI applicabili. Lo strumento usato per i rilievi dovrà avere errore non maggiore di 1/4 della tolleranza prescritta.

La misura dello spessore del tubo o di parte di esso sarà la media di 10 misure eseguite in 10 punti diversi scelti casualmente, a giudizio del collaudatore, fuori dalle zone a spessore variato per esigenze di montaggio o di altre necessità.

Gli spessori saranno misurati con qualsiasi strumento avente le seguenti precisioni:

- per spessori fino a 10 mm $\pm 0,2$ mm;
- per spessori di 10 mm e oltre $\pm 0,3$ mm.

Se si utilizzano comparatori, questi dovranno avere le punte con raggio di curvatura $R > 12,5$ mm.

2.8.5.8 CONTROLLO POLIMERIZZAZIONE

Il controllo di polimerizzazione si deve eseguire su campioni sottoposti alle prove distruttive secondo la norma **UNI 9179**.

2.8.5.9 PROVA DI TENUTA IDRAULICA

Per la prova idraulica si utilizzerà normalmente acqua ($\gamma = 1$) o in particolari casi acqua di mare ($\gamma = 1,025$), si consiglia di collaudare linee o tratti di linea di lunghezza non superiore ai 1000-1500 m.

La pressione di collaudo sarà normalmente 1,5 volte la pressione idraulica di progetto che si ha nel punto più basso del tratto di linea in esame.

Il valore della pressione di collaudo sarà:

$$P_p = P_m \pm \Delta H \cdot \gamma$$

dove: P_p è la pressione di collaudo, P_m la pressione monometrica, ΔH il dislivello geodetico e γ il peso specifico dell'acqua (+/- manometro più alto/più basso rispetto al punto più basso della linea).

Eseguita la pulizia della linea si potrà procedere al riempimento d'acqua della linea, avendo cura di controllare che siano utilizzate pompe idonee per il riempimento della linea e per la sua pressurizzazione, che tutti gli sfiati siano aperti, che la stessa si riempia lentamente possibilmente dal basso verso l'alto, per favorire la fuoriuscita dell'aria.

La procedura sarà la seguente: si monta il provino sull'attrezzatura di prova, si riempie il tubo di liquido curando di espellere l'aria, si porta il tubo alla pressione di prova con velocità di salita della pressione non maggiore di 1 bar/sec, si chiude la mandata della pompa e si attende per 3 minuti primi, infine si scarica la pressione.

La pressione dovrà essere letta su di uno strumento avente precisione superiore od uguale al 2% del fondo scala e suddivisione tale da poter apprezzare la lettura di valori di pressione pari ad almeno 1/30 del fondo scala.

La prova è considerata valida e superata quando non si siano verificate lesioni o perdite di liquidi da qualsiasi parte, visibili ad occhio nudo, e quando la pressione misurata alla fine dei tre minuti, e cioè a mandata della pompa chiusa, sia uguale a quella iniziale con tolleranza del 5%.

2.9 CANALETTE GRIGLIATE E POZZETTI DI RACCOLTA

2.9.1 Campi di impiego e localizzazione

Le canalette grigliate vanno posizionate sui due lati delle rampe del sottopasso per il drenaggio delle acque meteoriche; saranno provviste di opportuni pozzetti di raccolta, in numero e posizione previsti dal progetto.

2.9.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- Decreto del Ministero Lavori Pubblici del 12-12-1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- UNI EN 1610 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”
- DIN n. 1045, DIN n. 4030, DIN n. 4032 e DIN n. 4035;
- UNI EN 1433 ”Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni – Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità.
- DIN 19580 -1045 - 4281;
- UNI-EN 124:2015 PAR. 8.
 - D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;

2.9.3 Materiale e tolleranze dimensionali

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento. L'acciaio della

lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

La canaletta prefabbricata, con incastro per raccolta e deflusso di acqua di strade e di piazzali, sarà realizzata in calcestruzzo tipo C35/45 armato (secondo le Norme DIN 1045-4281) con fibre di vetro o con armatura metallica. La canaletta sarà completa di profili in acciaio zincato annegati nel getto. Ai profili, tramite un sistema senza uso di bulloneria, sarà fissata n.1 griglia in ghisa grigia con fessure trasversali/longitudinali di classe, dimensioni e capacità ricettiva conformi alle disposizioni progettuali. La griglia in ghisa deve riportare in fusione tutti i propri dati. La canaletta deve essere corrispondente alla Norma DIN 19580.

La griglia, in ghisa grigia o sferoidale, dovrà riportare in fusione tutti i dati tecnici identificativi e rispondere ai requisiti della Norma DIN 19580.

Il pozzetto di raccolta prefabbricato per canaletta con incastro semplice sarà realizzato in calcestruzzo tipo C35/45 (secondo le Norme DIN 1045-4281) armato con fibra di vetro o con armatura metallica. Il pozzetto sarà completo di profili in ghisa annegati nel getto. Ai profili, tramite un sistema senza uso di bulloneria, verrà bloccata n.1 griglia in ghisa sferoidale con fessure trasversali/longitudinali di classe, dimensioni e capacità ricettiva conformi alle disposizioni progettuali. La griglia in ghisa deve riportare in fusione tutti i propri dati. All'interno del pozzetto deve essere posizionato un secchio raccogli-fanghi in lamiera zincata con la funzione di raccogliere e fermare il materiale di deposito trasportato dall'acqua convogliata dalle canalette. L'armatura del pozzetto dovrà essere richiesta dalla D.L. in base alle esigenze di progetto.

Assegnata la profondità di posa come da elaborati progettuali, ove necessario si raggiungerà il piano campagna con ulteriori elementi prefabbricati di identiche caratteristiche statiche e geometriche.



La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

2.9.4 Lavorazioni e modalità esecutive

Nella posa in opera delle canalette saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

Assegnata la profondità di posa come da elaborati progettuali, ove necessario si raggiungerà il piano campagna con ulteriori elementi prefabbricati di identiche caratteristiche statiche e geometriche.

La posa in opera dovrà avvenire mediante preparazione del piano di posa con opportune livellette atte a garantire la pendenza di progetto; ove necessario, rinfiancare la canaletta o il pozzetto di raccolta con calcestruzzo secondo le disposizione della Direzione Lavori.



3 PEZZI SPECIALI, SARACINESCHE, VALVOLE E RUBINETTERIE

3.1 CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE

Pezzi speciali per le tubazioni, saracinesche e giunti dielettrici sono da posizionare secondo quanto stabilito dal progetto.

3.2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

Le saracinesche devono essere certificate a norma ISO 9001 –UNI EN ISO 9001:2015, conformi alla ISO 7259. Saracinesca del tipo flangiato PN 16 flangiatura PN 10 con corpo, cappello e cuneo in ghisa sferoidale GS 400-15 secondo UNI EN 1563:2012 avente carico di rottura minimo di 400 Kg/cm, scartamento secondo UNI EN 1074-1:2001, corpo ovale.

I raccordi per le tubazioni in PEad per convogliamento di gas combustibile dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI EN 1555-3:2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili
- UNI EN 1555-3:2013 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili
- DIN 19569.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- Decreto del Ministero Lavori Pubblici del 12-12-1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- Circolare n° 27291 del 20-3-1986.



- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

3.3 MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI

I pezzi speciali da usare per le condotte dovranno essere dello stesso materiale di cui sono costituite le tubazioni.

I pezzi speciali, posti in opera per future diramazioni nella loro parte terminale dovranno essere muniti di flangia cieca ed ugualmente dicasi per la parte libera della saracinesca che fosse posta alle loro estremità.

I pezzi speciali per tubazioni in PEad devono essere tali da assicurare la perfetta tenuta alle pressioni e alle depressioni di esercizio. Tutti i tubi e i pezzi speciali devono essere in grado di sopportare pressioni interne pari almeno a 1,5 volte la pressione nominale. La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di eseguire prove idrauliche in fabbrica sul 5% dei tubi da fornire; se tale collaudo non risulterà totalmente favorevole, potrà richiedere di ripetere le prove su tutti gli altri tubi.

Giunti, raccordi, derivazioni, gomiti e tutti gli altri pezzi speciali per tubazioni in PEad devono essere, secondo le disposizioni della DL, dello stesso materiale dei tubi o in ghisa verniciata con resine epossidiche o in ottone o in bronzo; quelli metallici devono comunque essere di tipo pesante, di marche e caratteristiche da approvarsi preventivamente dalla DL, in base all'esame dei campioni presentati.

Eventuali flange devono essere sagomate e forate secondo Norme UNI.

Le saracinesche devono avere le seguenti caratteristiche principali:

- Corpo a passaggio rettilineo senza cavità (sul corpo dovranno essere indicati tutti i dati indicati nella normativa UNI EN 1074 al punto 7 ed in particolare: anno e mese di produzione, identificativo del prodotto, identificativo del produttore, DN e PN);
- Area di passaggio totale a cuneo alzato;
- Identificazione a mezzo etichetta indicante: senso di chiusura, foratura, anno/mese di produzione, flange, numero di serie;
- Albero di manovra in acciaio INOX al 13% minimo di cromo;
- Madrevite in bronzo indipendente dal cuneo;
- Tenuta primaria realizzata mediante un cuneo in ghisa sferoidale vulcanizzato completamente in elastomero, che dovrà essere dotato di una cavità interna idonea ad evitare il ristagno dell'acqua. Zone di guida indipendenti dalle zone di tenuta;
- Tenuta secondaria realizzata a mezzo di vite con anelli di tenuta O-Ring di gomma (minimo 2), sostituibile con saracinesca in esercizio (senza dover interrompere il passaggio del fluido). Gli O-Ring saranno protetti da un parapolvere in gomma;
- Connessione corpo/coperchio senza bulloni del tipo ad autoclave, oppure conviti di acciaio inossidabile, non sporgenti, annegate in mastice permanente plastico anticorrosivo;
- Protezione esterna/interna tramite rivestimento a base di resine epossodiche di tipo plastico atossico riportato elettrostaticamente avente uno spessore minimo di 150 µm;
- Flange di collegamento PN 10 secondo UNI EN 1092-1:2018;
- Bulloneria in acciaio inox per le flange di collegamento e guarnizioni in gomma telata.

Il produttore delle saracinesche dovrà essere in possesso delle seguenti certificazioni: certificazione sulla qualità aziendale, certificazione rilasciata da Ente terzo di rispondenza alle norme UNI EN 1074:2004 e certificazione sui rivestimenti rilasciata da istituto autorizzato.

I **dispositivi antiriflusso**, a seconda della loro geometria e della loro tipologia saranno realizzati in materiale plastico (poliestere o polietilene) od in acciaio, e dovranno pervenire dalle migliori fabbriche e per il loro trasporto, stoccaggio, movimentazione e montaggio dovranno essere posti in atto tutti gli accorgimenti necessari a preservare l'integrità dei manufatti, in relazione sia al tipo di materiale che alle dimensioni dei dispositivi medesimi.

Le dimensioni dei manufatti e delle loro membrane dovranno corrispondere esattamente a quelle previste nel progetto per i vari tipi, in maniera tale da evitare qualsiasi inconveniente durante le fasi di posa in opera e di esercizio.

Le **valvole di ritegno a clapet per condotte idriche**, di dimensioni congruenti con quanto riportato negli elaborati di progetto, avranno corpo, cappello e battente in ghisa G25, albero in acciaio, sede del corpo in ottone, sede del battente in gomma-ottone; saranno flangiate e forate a norme UNI EN 1092-1:2018 e avranno superfici di tenuta a gradino come da UNI EN 1092-1:2018.

Le **valvole antiriflusso di fine linea, tipo clapet**, dovranno avere le dimensioni e la forma previste per i vari tipi negli elaborati di progetto e saranno provviste di una estremità flangiata o comunque da un telaio provvisto di un adeguato numero di fori per consentirne l'accoppiamento verticale alla parete del manufatto di sbocco in c.a. della condotta interessata.

Le valvole di fine linea delle condotte a sezione circolare, siano esse a battente verticale o inclinato, saranno realizzate in poliestere rinforzato e gel-cot isoftalico, con guarnizioni di tenuta in EPDM e metallerie in acciaio inox AISI 316.

Per le condotte a sezione rettangolare saranno previsti due diversi tipi di valvole a clapet, entrambe a battente verticale, rispettivamente in polietilene ed in acciaio.



Il primo tipo, del tutto analogo alle valvole già descritte per le condotte a sezione circolare, avrà un corpo della valvola realizzato in polietilene, con guarnizioni di tenuta in EPDM e metallerie in acciaio inox.

Nel secondo tipo la struttura della valvola sarà realizzata in lamiera e profilati in acciaio saldati e sarà interamente zincata a caldo. In particolare sarà costituita da un mantello piano con rinforzi verticali, supportato da una trave orizzontale ed incernierato sul lato superiore, con apertura agevolata da idoneo sistema di contrappesi. I supporti di rotazione saranno a cerniera, con perni in acciaio inox e boccole autolubrificanti. I dispositivi di tenuta laterali e di soglia saranno in neoprene antiinvecchiante e verranno fissati con premiguarnizione e viti in acciaio inox. Le cerniere, gli scudi laterali, e la controsede di tenuta dovranno essere realizzati in acciaio inox.

La tenuta idraulica sarà conforme a quanto stabilito negli elaborati di progetto.

Per le **paratoie murali a strisciamento verticale**, in relazione sia alle dimensioni dei manufatti che ai materiali impiegati, si prevederanno due diverse tipologie.

Per le condotte a sezione circolare si prevederà una paratoia a strisciamento verticale da applicare a parete, con ghigliottina e pannello posteriore in PEAD, telaio e nervatura in acciaio inox AISI 316L e guarnizione in EPDM. Detta guarnizione dovrà garantire la tenuta idraulica in entrambi i sensi di flusso alle pressioni previste negli elaborati di progetto.

Il dispositivo di sollevamento sarà costituito da una vite non saliente in acciaio inox AISI 316L, con filetto trapezoidale e passo 6 mm, azionabile manualmente mediante chiave di manovra o volantino ed asta di manovra telescopica.

Il telaio dovrà essere provvisto di zanche per consentirne l'inghisaggio nei getti di calcestruzzo, ovvero di staffe per il fissaggio mediante idonei tasselli meccanici.

Per le condotte a sezione quadrata si prevederà una paratoia a strisciamento verticale in acciaio inox da applicare a parete, la quale dovrà garantire la tenuta sui tre lati in un solo senso di flusso alle pressioni previste negli elaborati di



progetto. Le membrature della paratoia, ovvero il gargame, la battuta, il telaio e la "lente", saranno in acciaio inox AISI 304 SS. La soglia di battuta sarà realizzata con piatto di spessore 3-5 mm ed il telaio dovrà essere provvisto di zanche per consentirne l'inghisaggio nei getti di calcestruzzo, ovvero di staffe per il fissaggio mediante idonei tasselli meccanici.

La guarnizione sarà del tipo a nota musicale in gomma EPDM e verrà fissata mediante bulloneria e pressa-guarnizione sagomato in acciaio inox AISI 304 SS. Il sollevamento sarà comandato mediante n° 2 volantini di manovra agenti sui rispettivi gruppi di riduzione provvisti di barra di accoppiamento, piastre di ancoraggio e relativi giunti, i quali agiranno sulla "lente" mediante n° 2 vitoni salienti di idonea dimensione provvisti di camicie protettive.

Le componenti in acciaio della paratoia non dovranno essere sabbiate, ma saranno sottoposte al processo di lavaggio/decapaggio con prodotti opportuni.

Gli **sfiati** per condotte idriche, di dimensioni congruenti con quanto riportato negli elaborati di progetto, saranno automatici a triplice funzione con doppio galleggiante, corpo e cappello in ghisa sferoidale interamente rivestito in resina epossidica, galleggianti in acciaio ottonato rivestito con elastomero, lamiera forata per la protezione grande portata d'aria in acciaio inox, con valvola di intercettazione incorporata con otturatore gommato e stelo della valvola in acciaio inox.

Gli **idranti antincendio soprassuolo**, di dimensioni congruenti a quanto riportato nelle tavole di progetto, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- testata distributrice e scatola con valvola scarico antigelo in ghisa G20 UNI EN 1561:2011;
- dispositivo di manovra a pentagono costruito secondo la norma UNI EN 14384:2006
- colonna montante in ghisa UNI EN 10255:2007;
- bocche d'uscita in ottone filettate UNI 810:2007;



- anello di tenuta e madrevite in ottone ad alta resistenza;
- vitone di manovra in ottone trafilato tornito e rettificato;
- guarnizione in gomma speciale e assenza di premistoppa sostituita da anelli “O-ring” ad alta tenuta;
- dispositivo di rottura in caso di urto accidentale con chiusura automatica erogazione acqua, flangia di base UNI EN 1092-1:2018.

Dovranno essere completi di curva a 90° in ghisa munita di piedino e flangia per il suo collegamento alla tubazione e verniciati rosso RAL 3000 nella parte soprasuolo e catramati nero nella parte sottosuolo.

Tutti i pezzi speciali, saracinesche, clapet e rubinetterie dovranno pervenire dalle migliori fabbriche e non potranno essere poste in opera se per ogni tipo e diametro non verrà prima sottoposto all’approvazione della Direzione Lavori il relativo campione.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far sottoporre detti apparecchi a prova di pressione doppia di quella di esercizio.

La rubinetteria da porre in opera per diametri dal pollice in su dovrà avere il corpo in bronzo e per diametri inferiori dovrà essere tutta in ottone e presentarsi perfetta per lavorazione e tenuta.

Per tutti i materiali, apparecchiature e manufatti occorrenti per i lavori considerati, l’impresa si assume, nei confronti dell’Amministrazione appaltante, la responsabilità solidale con le ditte fornitrici per quanto riguarda la loro piena rispondenza agli scopi da raggiungere, la qualità, le lavorazioni e le prescritte garanzie.

3.4 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

Per tutti i materiali e le apparecchiature, occorrenti per i lavori considerati, l’impresa dovrà curare inoltre a suo onere e spese la presa in consegna dei



materiali e delle apparecchiature di cui sopra, secondo le indicazioni che le perverranno dalla Direzione Lavori, il loro trasporto in magazzini di deposito, la loro buona manutenzione ed il loro collocamento in opera, con qualsiasi mezzo meccanico od opera provvisoria che allo scopo si rendessero necessari.

Tutte le **saracinesche**, che dovranno essere consegnate con tappo di materiale plastico a protezione dei meccanismi interni, saranno generalmente disposte con l'asta di manovra verticale e verranno protette da opportuni accessi sottosuolo o da pozzetti in calcestruzzo o in muratura secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, opportunamente fondati anche per la posa del corpo della saracinesca, il cui peso non dovrà gravare mai sulle condotte ma su adeguati blocchi di fondazione che sono ad onere dell'Impresa in quanto compensati dai prezzi di elenco delle saracinesche. Nella parte superiore di queste ultime saranno disposti opportuni chiusini con impressa la sigla dell'Acquedotto.

Tutte le saracinesche dovranno avere senso unico destrorso per la chiusura. Tutte le saracinesche dovranno essere inoltre munite di cappello di protezione dell'asta oppure di volantino di manovra intendendosi anche tali oneri di fornitura e posa già compresi nel prezzo di elenco relativo alle saracinesche.

Gli **sfiati** per condotte idriche dovranno essere posati in opera completi di tronchetto in ghisa sferoidale, bulloni, guarnizioni e pozzetto stradale in c.a. di dimensioni pari a quelle riportate negli elaborati di progetto, con rinfilo in calcestruzzo e chiusino in ghisa sferoidale per carichi pesanti con scritta "SFIATO".

I pezzi speciali, le curve, le biforcazioni e diramazioni in genere relativi alle condotte in acciaio devono essere dello stesso materiale dei tubi ed avere spessori e rivestimenti protettivi almeno uguali a quelli delle condotte in cui sono inseriti. In particolare le curve possono essere eseguite a spicchi di lunghezza non inferiore a 1,5 volte il diametro della condotta e angolo di deviazione non superiore a 22 ½ gradi, salvo diverse prescrizioni che di volta in volta potranno essere imposte dalla Direzione Lavori.

I giunti di raccordo fra tubi in polietilene e tubi in acciaio saranno in bronzo od ottone del tipo Feliciani o simili e del diametro della condotta di utenza.

La ghisa destinata per i pezzi speciali e per chiusini e relativi telai di contorno dovrà essere delle migliori qualità di seconda fusione, di peso specifico non inferiore a 7.350 kg/mc, dovrà essere bigia, presentare una forma compatta a regolare esente da screpolature, bave, bolle e altri difetti.

Se richiesto dalla Direzione dei Lavori i chiusini e le altre strutture in ghisa dovranno portare impresse da fusione le iscrizioni ritenute più opportune dalla Direzione Lavori medesima, essendo detto onere compreso nei prezzi di elenco.

Il telaio delle **valvole antiriflusso di fine linea, tipo clapet** potrà avere, a seconda dei casi, battente verticale o inclinato ed estremità flangiata o comunque provvista di un adeguato numero di fori, per consentirne l'accoppiamento verticale alla parete del manufatto in c.a.

Il fissaggio del manufatto alla parete in c.a. dell'opera o di sbocco o al bordo della condotta verrà generalmente effettuato mediante idonei tasselli ad espansione.

In alternativa potranno adottarsi ulteriori efficaci sistemi di inghisaggio, i quali dovranno in ogni caso essere ritenuti idonei dalla D.L.

La parete interessata dalla posa in opera della valvola antiriflusso dovrà risultare perfettamente piana e pertanto dovrà essere in primo luogo regolarizzata e ripulita da eventuali materiali estranei residui. La valvola dovrà quindi essere centrata rispetto alla sezione terminale della condotta riportando appositi segni sulla parete in corrispondenza dei fori predisposti sul telaio o sulla flangia.

La realizzazione dei fori sulla parete in c.a. dovrà essere effettuata con appositi utensili, dopodiché all'interno dei fori, adeguatamente ripuliti, dovranno essere posti in opera idonei tasselli ad espansione per consentire il successivo fissaggio della valvola mediante viti.

Il montaggio in opera delle varie membrature costituenti la **paratoia murale a**



strisciamento verticale dovrà essere effettuato, da parte di personale specializzato dotato di idonei utensili, in maniera conforme alle prescrizioni appositamente fornite dal costruttore.

La paratoia dovrà quindi essere disposta nella giusta posizione rispetto al manufatto in c.a. da realizzare, facendo in modo che le zanche di ancoraggio risultino inserite all'interno dei casseri e collegando le stesse, mediante saldatura, alle relative barre di armatura.

In questa fase si dovrà curare la perfetta verticalità della paratoia, ponendo particolare attenzione nel garantire l'assoluta complanarità di tutte le parti costituenti il telaio. Durante tutte le lavorazioni ed in particolare sia prima che durante le operazioni di getto, sarà assolutamente necessario garantire il perfetto mantenimento della corretta posizione della paratoia, mediante l'impiego di tutte le necessarie opere provvisorie, di qualunque tipo esse siano.

A questo punto si potrà procedere all'esecuzione dei getti del calcestruzzo costituente il manufatto di attraversamento, essendo in ogni caso vietata la rimozione delle opere provvisorie di fissaggio della paratoia, fino all'avvenuta maturazione del getto medesimo.

Il non perfetto funzionamento della paratoia a lavori ultimati a causa del mancato rispetto delle suddette prescrizioni, sarà completamente attribuito all'Impresa, la quale dovrà in questo caso provvedere, a sua cura e spese, allo smontaggio ed alla corretta posa in opera del manufatto.

Nell'esecuzione delle opere da lattoniere, zincature ed affini con metalli diversi e relativi accessori, per finimento di tetti, grondaie, coperture, scarichi, condotti con canali e tubi, ecc., dovrà essere posta la massima cura nella lavorazione specialmente per quanto riguarda la saldature, aggraffature, chiodature e giunti in genere che dovranno garantire la perfetta tenuta. I giunti dei canali dovranno essere chiodati con chiodi di rame e saldati a stagno, e la connessione dei tubi dovrà essere aggraffata e saldata a stagno; gli sporti dovranno essere a collo d'oca e non potranno essere a spigolo vivo.



Le tubazioni in lamiera saranno eseguite con lamiera di ferro zincata ad aggraffatura lungo la generatrice e montanti con giunzioni a libera dilatazione (sovrapposizione di 5 cm). Le tubazioni per pluviali in lamiera zincata verranno sagomate tonde o a gola con riccio esterno, o a sezione quadrata o rettangolare secondo le precisazioni della DIREZIONE LAVORI e fornite in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura, ecc. e con robuste cicogne in ferro per sostegno, e murate o fissate alle armature della copertura. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate con saldatura ad ottone a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio di piombo ed olio di lino cotto.

3.4.1 Diramazioni secondarie per prese d'utenza

Le diramazioni secondarie per le prese di utenza alla rete idropotabile cittadina, saranno in genere limitate al tratto interessante il suolo ed il sottosuolo comunale.

L'ubicazione di massima della presa ed il diametro della stessa saranno individuati all'atto della consegna dei lavori.

Al termine dei lavori l'ubicazione della presa dovrà essere indicata mediante adeguate misure di riferimento da punti fissi o facilmente individuabili, su apposite planimetrie in scala opportuna.

La diramazione dovrà essere realizzata, salvo casi particolari, con tubazione perpendicolare alla condotta stradale.

L'opera dovrà essere realizzata secondo le modalità indicate nel disegno tipo allegato al progetto e comunque rispondenti alle norme del "Regolamento per la distribuzione dell'acqua potabile agli utenti" dell'Ente gestore.

3.4.1.1 TUBAZIONI

Le condotte delle diramazioni di utenza saranno di regola costituite da tubi in polietilene PN 10 ad alta densità salvo diversa prescrizione di progetto; la



Direzione dei Lavori ha facoltà di prescrivere, per casi particolari, l'impiego di tubi di acciaio muniti di rivestimento protettivo bituminoso del tipo normale o protetti da zincatura.

Per le caratteristiche di accettabilità di dette tubazioni nonché per le modalità di esecuzione degli scavi, dei rinterri e dei ripristini stradali si rinvia a quanto già specificato nei precedenti capitoli.

In particolare la trincea di posa della condotta in polietilene dovrà essere interrata con sabbia da rinterro per 10 cm sotto il fondo della tubazione e fino a ricoprimento della condotta per un'altezza di almeno cm 20 al di sopra della groppa del tubo mentre la restante parte di trincea sarà rinterrata usando lo stesso materiale di scavo oppure con apporto di materiale arido a seconda delle esigenze della viabilità e della qualità del materiale scavato.

Nei tratti sottostanti le pavimentazioni stradali e particolarmente negli attraversamenti stradali o di manufatti come condotte, cunicoli, ecc. le tubazioni degli allacciamenti eseguiti con tubi di polietilene dovranno essere protetti da un controtubo esterno pure in polietilene ma di classe PN 6.

Nella posa delle condotte si dovranno mantenere adeguate distanze dai condotti di fognatura o di scarico, onde evitare pericoli di inquinamento. Nei casi di intersezione con fognature è necessario che la generatrice inferiore della condotta di acqua potabile sia sufficientemente al di sopra di quella superiore della condotta di acque reflue.

Se però la distanza fra di esse non consente un sufficiente grado di sicurezza contro il pericolo di possibile inquinamento dell'acqua convogliata, o allorquando una condotta di acqua potabile ne attraversi una di acque di scarico, almeno una delle due condotte, preferibilmente quella dell'acquedotto, dovrà essere protetta con apposito manufatto che impedisca alle eventuali perdite della tubazione fognante di raggiungere il condotto potabile e che consenta di evidenziare l'esistenza delle perdite stesse.

La presa sulla condotta della rete di distribuzione per condotte in cemento amianto, ghisa e acciaio, sarà di norma eseguita con collare di presa sotto carico sia filettata che flangiata costituito da selle in ghisa sferoidale con guarnizioni in gomma sotto l'anello, staffa in acciaio inox rivestita con guarnizioni in gomma, bulloni rondelle e dadi in acciaio inox e costruiti con gli accorgimenti più idonei per garantire la perfetta tenuta nel tempo.

In casi particolari la presa potrà anche essere eseguita mediante inserimento di pezzo speciale a te in ghisa o acciaio a seconda se trattasi rispettivamente di condotto in cemento-amianto o acciaio, oppure anche mediante inserimento di giunto Gibault con presa precostituita. Il compenso relativo a tali opere si intende compreso nel prezzo forfettario per la esecuzione delle prese di utenza.

Nell'ambito delle prese il rinterro dovrà essere effettuato con sabbia da rinterro costipata previo accurato prosciugamento. Opportuni blocchi in calcestruzzo o murature di contrasto saranno eseguiti nella parte inferiore e nel fianco della presa come indicato nel disegno di progetto, allo scopo di contrastare le spinte sia verticali che orizzontali e conseguenti cedimenti.

3.4.1.2 VALVOLE O RUBINETTI STRADALI

Dovranno essere in bronzo od ottone del tipo pesante ed adatti per pressione di esercizio di 10 atmosfere.

Di regola i rubinetti stradali dovranno essere in numero di due per ogni allacciamento: il primo verrà posto in opera il più vicino possibile al punto di presa e sarà completamente interrato, il secondo, munito di accessori per la sua manovra, dovrà essere ubicato nei punti che garantiscano maggiormente la sua conservazione e la sua reperibilità anche se fosse erroneamente ricoperto da successive pavimentazioni. A tale scopo esso sarà possibilmente ubicato in allineamento con la mezzeria del pozzetto del contatore e alla minima distanza dalla proprietà privata.

Il rinterro all'intorno dei rubinetti stradali e relativi accessori dovrà avvenire con

sabbia da rinterro costipata previo accurato prosciugamento, mentre opportuni blocchi o murature di contrasto saranno eseguite in modo da escludere la possibilità di cedimenti e danni causati dal transito di veicoli pesanti.

Gli accessori sottosuolo dei rubinetti stradali saranno composti da tubo protettore, asta di manovra e blocco in calcestruzzo da almeno cm 40 x 40 x 10 con annegato chiusino in ghisa del peso non inferiore a kg 11.

3.4.1.3 GIUNTI DI RACCORDO

I giunti di raccordo fra tubi in polietilene e tubi in acciaio saranno in bronzo od ottone del tipo Feliciani o simili e del diametro della condotta di utenza.

3.4.1.4 GHISA

La ghisa destinata per i pezzi speciali e per chiusini e relativi telai di contorno dovrà essere delle migliori qualità di seconda fusione, di peso specifico non inferiore a 7.350 kg/mc, dovrà essere bigia, presentare una forma compatta a regolare esente da screpolature, bave, bolle e altri difetti.

Se richiesto dalla Direzione dei Lavori i chiusini e le altre strutture in ghisa dovranno portare impresse da fusione le iscrizioni ritenute più opportune dalla Direzione Lavori medesima, essendo detto onere compreso nei prezzi di elenco.

3.5 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Per le prove ed i controlli dei pezzi speciali, si faccia riferimento a quelli delle tubazioni.

Le saracinesche debbono essere fornite di certificazione relativa ai controlli effettuati dal produttore secondo il punto 8 della UNI EN 1074-1:2001, relativi alla verifica dei getti, delle dimensioni e della massa.

In riferimento al punto 8.2 della citata norma, le saracinesche devono essere sottoposte anche alle seguenti prove:

- prova di pressione del corpo, eseguita ad otturatore aperto;
- prova di tenuta delle sedi, eseguita ad otturatore chiuso,

Entrambe le prove devono essere eseguite per una durata non inferiore a 2 minuti secondo il diametro nominale della saracinesca, applicando la pressione indicata nel prospetto di cui al punto 8.2.3 della UNI 7125.

La direzione dei lavori si riserva di eseguire ulteriori prove particolari previste dal punto 8.2.4 della UNI 7125.

Le saracinesche devono essere fornite di certificato di collaudo rilasciato dal produttore come prescritto dal punto 10 della UNI 7125, in particolare le saracinesche, prima del collaudo, non debbono essere superficialmente protette. La protezione dovrà essere applicata soltanto dopo l'esito favorevole della prova.

Il collaudo degli idranti dovrà avvenire ad una pressione idrostatica di 21 bar ad idrante chiuso, di 24 bar a idrante aperto.

Le valvole antiriflusso tipo clapet e le paratoie a strisciamento verticale dovranno provenire dalle migliori fabbriche e potranno essere poste in opera solo in seguito alla preventiva approvazione da parte della D.L. la quale, prima di autorizzare l'approvvigionamento, potrà richiedere per ciascun manufatto una idonea documentazione, fornita dal produttore, riportante le caratteristiche tecniche-prestazionali e le eventuali certificazioni di conformità alla normativa vigente.

I manufatti dovranno in ogni caso giungere in cantiere accompagnati da idonea documentazione indicante la Ditta costruttrice, le loro caratteristiche costruttive, il diametro nominale, la pressione nominale o la classe di impiego, il numero di matricola e l'anno di fabbricazione. A tale documentazione saranno allegate le eventuali prescrizioni per lo stoccaggio e la movimentazione, nonché le istruzioni per il montaggio.

L'Impresa sarà obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte dei diversi manufatti, ponendo particolare attenzione alle paratoie



verticali a strisciamento, essendo essa responsabile degli eventuali inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

La DIREZIONE LAVORI si riserva in ogni caso la facoltà di esaminare, direttamente o tramite i suoi incaricati, i manufatti approvvigionati.

L'APPALTATORE dovrà produrre, a sua cura e spese, gli elaborati progettuali relativi ai manufatti non prodotti in serie, quali le paratoie, i quali dovranno essere stati redatti con riferimento al particolare contesto nel quale è prevista la loro posa in opera e dovranno essere trasmessi alla D.L. in tempo utile.

La progettazione dei manufatti comprenderà i necessari calcoli strutturali i quali, per quanto attiene alle membrature in acciaio, dovranno essere effettuati in conformità alla normativa vigente in materia e dovranno in ogni caso essere firmati e timbrati da un Ingegnere abilitato iscritto all'Albo, il quale si assumerà ogni responsabilità congiuntamente all'Appaltatore.

L'APPALTATORE è inoltre tenuto all'esecuzione di tutte le prove sui materiali previste dalla vigente normativa o che comunque, all'atto esecutivo, la D.L. dovesse ritenere necessarie. Tali prove dovranno essere effettuate presso un Istituto di prova legalmente riconosciuto ed i relativi certificati dovranno essere trasmessi alla D.L. all'atto dell'approvvigionamento dei manufatti.

Gli oneri per l'esecuzione delle prove e per la redazione dei relativi certificati sono interamente a carico dell'Impresa e sono già compresi e compensati nelle voci di elenco prezzi relative alla fornitura e posa in opera dei manufatti.

La DIREZIONE LAVORI avrà facoltà di rifiutare la fornitura:

- in mancanza della necessaria documentazione di accompagnamento richiesta nel presente capitolato speciale d'appalto;
- in mancanza degli elaborati progettuali relativi ai manufatti non prodotti in serie o in caso di non conformità dei medesimi alla normativa vigente;



- in mancanza delle prove eseguite sui materiali impiegati per realizzare i manufatti o in caso di esito negativo delle medesime;
- nel caso in cui i manufatti non rispondono alle prescrizioni dimensionali in progetto, ovvero a quelle di fabbricazione di cui alla documentazione fornita preventivamente dal produttore, quando richiesta, ovvero a quelle contenute nella documentazione di accompagnamento;
- nel caso in cui i manufatti, a suo insindacabile giudizio, presentino difetti o caratteristiche che li rendono di fatto incompatibili con le opere da realizzare.

Nei casi in cui la fornitura sia stata rifiutata, l'APPALTATORE sarà tenuto a sostituire prontamente i manufatti con altri conformi alle norme contrattuali.

Qualora non vi provveda tempestivamente, l'Amministrazione potrà procedere d'ufficio in tal senso, avvalendosi del deposito cauzionale, fatta salva ogni altra azione legale per qualsiasi danno diretto e indiretto possa derivare all'Amministrazione Appaltante dall'inadempienza del contratto.

In seguito alla posa in opera, l'APPALTATORE è tenuto all'esecuzione delle prove di tenuta delle valvole e delle paratoie, al fine di verificare il rispetto delle caratteristiche prestazionali richieste negli elaborati di progetto.

Tali prove dovranno essere eseguite ai sensi della normativa vigente in materia o, per quanto non in contrasto con essa, alle prescrizioni impartite dalla D.L.

In caso di esito negativo l'APPALTATORE, previa individuazione delle relative cause, dovrà provvedere al rifacimento dell'opera, interamente a sua cura e spese, anche mediante smontaggio ed eventuale sostituzione del manufatto.

4 CHIUSINI E CADITOIE

4.1 CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE

I chiusini sono da utilizzare per ogni pozzetto (acquedotto, fognatura, linea elettrica, linea telefonica e illuminazione pubblica) previsto in progetto.

4.2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

I chiusini e le caditoie saranno conformi, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- DIN 4281;
- UNI EN 124:2015.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;

4.3 MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124:2015 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio
- 4) acciaio laminato

5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo

6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

1) ghisa a grafite lamellare

2) ghisa a grafite sferoidale

3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno 45 N/mm², nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm² nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm².

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

4.3.1 Marcatura

Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI
- la classe o le classi corrispondenti
- il nome e/o la sigla del produttore
- marchio dell'eventuale ente di certificazione
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.

4.3.2 Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124.

4.3.3 Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

4.3.4 Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotati di idoneo equipaggiamento.

4.3.5 Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta non si per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiovistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

4.3.6 Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

4.3.7 Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della UNI EN 124.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

4.3.8 Fessure

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

4.3.9 Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

4.3.10 Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

4.3.11 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

4.4 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate

armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruaggio dello spessore occorrente.

4.4.1 Rimessa in quota di chiusini e caditoie

Nel caso si rendano necessari la rimozione ed il successivo ripristino in quota di chiusini e caditoie esistenti, si procederà dapprima mediante demolizione dell'asfalto e del collare di bloccaggio in calcestruzzo nonché degli eventuali bulloni d'ancoraggio alla soletta e successivamente mediante rialzo con prolunghe in calcestruzzo o abbassamento mediante demolizioni.

Prima della posa del chiusino, è necessario realizzare, sul piano superiore del pozzetto, un cordolo in calcestruzzo avente la funzione di collegamento tra le due parti; il controtelaio del chiusino dovrà essere fissato al cordolo con malte antiritiro.

Il cordolo in calcestruzzo dovrà essere interrato, rispetto al piano viabile circostante, di uno spessore pari ad almeno 5 cm, necessario alla successiva posa della pavimentazione.

Al termine della lavorazione, la superficie superiore del chiusino o della caditoia dovrà essere perfettamente a filo con il piano stradale definitivo.

4.5 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Tutti i dispositivi di chiusura devono essere sottoposti a prove nelle condizioni di servizio secondo le prescrizioni del punto 8 e seguenti della UNI EN 124, ad eccezione dei dispositivi da riempire che devono essere sottoposti a prova prima del loro riempimento:

- misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione di

2/3 del carico di prova (punto 8.3 UNI UN 124);

– applicazione del complessivo carico di prova (punto 8.3 UNI UN 124).

I carichi di prova saranno applicati con una pressa idraulica mediante punzone di prova con asse verticale applicato al centro geometrico della superficie del coperchio. Tali carichi, che dovranno essere distribuiti uniformemente su tutta la superficie del punzone applicato sul coperchio, dipenderanno dalla classe come indicato nel prospetto VI della UNI EN 124.

L'apparecchiatura di prova dovrà avere le caratteristiche prescritte dal punto 8.2 della UNI EN 124.

4.5.1 Misura della freccia residua

Il carico di prova dovrà essere applicato, con velocità di incremento compresa fra 1 kN/s e 3 kN/s, fino ai due terzi del carico di prova e rilasciandolo successivamente, ripetendo l'operazione per 5 volte.

Al termine dei cicli dovrà essere misurata la freccia residua come differenza dei valori misurati all'applicazione del primo e dopo l'ultimo incremento di carico, i valori della freccia residua non dovranno superare quelli ammissibili riportati nel prospetto VIII della UNI EN 124.

Nei coperchi in calcestruzzo armato, dopo l'esecuzione della prova, non devono manifestarsi fessurazioni, di larghezza superiore a 0,2 mm.

4.5.2 Applicazione del carico di prova

Il carico di prova dovrà essere applicato dopo l'esecuzione della prova di misura della feccia residua con gli stessi incrementi di velocità e senza interruzioni fino al suo raggiungimento.

La prova si riterrà valida se non si manifesteranno:

– fessurazioni per i coperchi composti da ghisa e acciaio, eventualmente in



associazione al calcestruzzo;

– perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature.



5 OPERE IN CALCESTRUZZO

5.1 CAMERETTE D'ISPEZIONE

5.1.1 Campi di impiego e localizzazione

Le camerette d'ispezione e i pozzetti in calcestruzzo o in mattoni, per l'alloggio di saracinesche e per apparecchiature in genere, devono essere localizzati lungo l'asse della rete come previsto dagli elaborati di progetto ed in generale in corrispondenza dei punti di confluenza e di variazione e/o cambiamenti di pendenza; saranno comunque preventivamente autorizzati dalla DIREZIONE LAVORI.

5.1.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974;
- UNI EN 124:2015.
- D.lgs 3 Aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

5.1.3 Materiale e tolleranze dimensionali

Le camerette e i pozzetti di ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali



in genere verranno eseguite secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera che di pezzi prefabbricati.

Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo 325 dosato a q.li 2,50 per mc di impasto.

I manufatti prefabbricati dovranno venire confezionati con q.li 3,50 di cemento 325 per mc di impasto, vibrati su banco e stagionati per almeno 28 giorni in ambiente umido. Saranno generalmente prefabbricati in calcestruzzo vibrato di cemento ad alta resistenza ai solfati o tipo Portland addizionato di cenere, con spessore minimo di parete conforme a quanto riportato negli elaborati di progetto.

La sezione circolare utile, valida anche per le forme rettangolari del vano di lavoro, varia da 80 a 120 cm e consentono l'innesto di condotte circolari fino al diametro massimo di 50-80 cm.

La produzione di pozzetti e caditoie dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla I° alla V° della Guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere quelli previsti dal progetto e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute dall'articolo 175 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, carico, scarico, movimentazione, collegamento delle tubazioni, controlli idraulici di tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature nel numero che la DIREZIONE LAVORI deciderà a sua discrezione.

5.1.4 Lavorazioni e modalità esecutive

Per i manufatti gettati in opera, prima dell'esecuzione del getto, dovrà aversi cura che i gradini di accesso siano ben immorsati nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino di accesso ed ad

esatto piombo tra di loro, sia di non danneggiare la protezione anticorrosiva. Le pareti, la platea e la soletta dovranno essere eseguite in modo da garantire la perfetta impermeabilità dei vani delle acque esterne, ponendo anche particolare cura nella stuccatura, con cemento plastico o altro materiale idoneo, dei fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti in modo che i pozzetti risultino sempre ispezionabili e liberi da acque di qualsiasi provenienza. Tali oneri si intendono compresi nei prezzi di elenco per le opere in calcestruzzo o in cemento armato.

I manufatti prefabbricati verranno posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio; saranno realizzati a regola d'arte, curando in particolare la tenuta dei giunti tra gli elementi prefabbricati.

La formazione del pozzetto sarà realizzata generalmente con due soli elementi: la base, con i fori d'innesto e la sagomatura del fondo adatta alla regolarizzazione dei flussi confluenti e al contenimento delle turbolenze, e il corpo monolitico sovrastante, con eventuali fori d'innesto per gli allacciamenti più alti; completano il manufatto il cappello sotto piano campagna, con raccordo troncoconico al foro di accesso, del diametro di almeno 60 cm, ed il corrispondente chiusino, alloggiato su apposito telaio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni standard delle prolunghie commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio. Il giunto tra base e monolite dovrà essere sagomato nel maschio e nella femmina in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma della guarnizione. Per agevolare la posa e rendere sicuro il montaggio il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma e

dalla rimozione della protezione in polistirolo espanso dalla cavità della gomma. L'APPALTATORE dovrà fornire, ove non già previsti in progetto, tutti i pezzi speciali che la DIREZIONE LAVORI riterrà necessari.

Tanto le camerette prefabbricate quanto quelle eseguite in opera, se destinate all'ispezione od alla derivazione di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti e di freccia pari a circa 1/4 del diametro stesso; quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste sui fianchi di alloggiamenti per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, restando di norma escluso, salvo contraria disposizione della direzione lavori, di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto.

5.2 MANUFATTI PREFABBRICATI

5.2.1 Campi di impiego e localizzazione

I manufatti prefabbricati per reti tecnologiche, per rete fognaria e idrica saranno costruiti in numero, posizione, dimensione e tipo che saranno conformi agli elaborati di Progetto e comunque saranno preventivamente autorizzati dalla DIREZIONE LAVORI.

5.2.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNI 9156:2015 “Cementi resistenti ai solfati”;
- Legge n. 1086 del 5 novembre 1971,
- D.M. 12/12/1985;
- D.M. 16/1/1996;
- CNR 10024/84.

- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

5.2.3 *Materiale e tolleranze dimensionali*

I manufatti prefabbricati in calcestruzzo, in genere utilizzati per raccordi e ispezioni delle condotte, avranno dimensioni e caratteristiche costruttive tali da sopportare il carico stradale di 1° o di 2° categoria a seconda delle disposizioni della DIREZIONE LAVORI e delle condizioni di posa.

Qualunque sia il sistema di prefabbricazione, il conglomerato dovrà raggiungere la massima compattezza, uniformità e impermeabilità. Gli elementi prefabbricati dovranno avere una conveniente stagionatura e in ogni caso non potranno essere trasportati e collocati in opera a meno di 40 giorni dalla loro fabbricazione.

La superficie interna dovrà essere liscia ed esente da qualsiasi anomalia. I giunti degli elementi prefabbricati componenti il manufatto avranno innesto a bicchiere e anello di tenuta in neoprene, con sigillatura esterna in malta di cemento; in alternativa, se approvata dalla DIREZIONE LAVORI, la sigillatura sarà in malta di cemento e anello esterno in calcestruzzo.

Per i manufatti destinati al contatto con acque di fognatura, in particolare nera o mista, i ferri delle armature dovranno avere un ricoprimento di calcestruzzo di almeno 3 cm e il calcestruzzo dovrà essere confezionato con cemento pozzolanico, ferrico pozzolanico o Portland speciale e comunque appartenente alla classe di "alta" o "altissima" resistenza ai solfati come da norma UNI 9156 - Cementi resistenti ai solfati - al fine di evitare possibili fenomeni corrosivi.



I manufatti in cls prefabbricato, dovranno essere idonei a resistere ai carichi previsti come da progetto e dovranno essere conformi alle norme tecniche emanate con D.M. 12.12.85 e successive modifiche od integrazioni.

5.2.4 Lavorazioni e modalità esecutive

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

5.2.5 Prove e controlli di accettazione

L'APPALTATORE dovrà produrre i calcoli statici e i disegni esecutivi dei manufatti e, su richiesta alla DIREZIONE LAVORI, dovrà fornire le documentazioni relative alle prove effettuate per la verifica delle resistenze meccaniche del calcestruzzo e illustrare i metodi di produzione degli elementi prefabbricati.

La documentazione da depositare ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971, n.1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art.9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le

responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art.9 della legge 5 novembre 1971, n.1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono espone le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

5.2.6 Disoleatori e vasche di prima pioggia

I disoleatori e le vasche di prima pioggia sono realizzati in calcestruzzo armato vibrato ad alta resistenza e devono garantire un'assoluta assenza di perdite ed infiltrazioni nel terreno.

I disoleatori potranno essere costituiti da un monoblocco rettangolare con fondo piano suddiviso in due zone rispettivamente di dissabbiatura e separazione oli. Nel caso vengano impiegati per depurare liquami destinati ad essere scaricati in acque superficiali, dovranno essere utilizzati filtri a coalescenza per la separazione delle microparticelle di olio. Dovranno essere forniti di un dispositivo di scarico munito di otturatore a galleggiante per impedire la fuoriuscita di oli a camera di raccolta piena.

Le vasche di prima pioggia dovranno essere fornite di:

- setto di suddivisione per pozzetto di accumulo e rilancio acque;

- valvole di blocco afflusso acque in ingresso al raggiungimento del livello stabilito regolate da comando a galleggiante;
- dispositivi di ripresa di acque “pulite”, costituito da galleggiante in acciaio, bocca di raccolta in acciaio zincato e tubo flessibile in materiale plastico;
- elettropompa sommergibile e tubazioni di mandata aventi le caratteristiche riportate negli elaborati di progetto;
- regolatore di livello a galleggiante;
- quadro elettrico di controllo, comando e protezione ad azionamento automatico.

La copertura sarà completamente carrabile, completa di ispezioni a passo d'uomo e chiusini in ghisa.

5.3 RIVESTIMENTI

5.3.1 Campi di impiego e localizzazione

Il rivestimento al fine di impermeabilizzare va applicato all'impianto di sollevamento e comunque dove previsto dagli elaborati progettuali.

5.3.2 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNIPLAST - UNI 4281 ottobre 1959;
- UNICHIM n° 79/1969;
- UNI EN ISO 62:2008
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;

- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

5.3.3 *Materiale e tolleranze dimensionali*

Dove prescritto nei disegni di progetto e/o dalla DL, i rivestimenti interni dei manufatti dovranno essere realizzati con un sistema sintetico liquido bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura amminio-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere tixotropia e resistenza all'usura.

Tutti gli altri materiali non specificati dovranno essere di prima qualità, e comunque accettati dalla Direzione Lavori, che si riserva il diritto di esigere dall'APPALTATORE tutti i documenti atti ad accertarne la provenienza e di richiedere allo stesso di prelevare campioni dei materiali depositati in cantiere, anche se già collocati in opera, per sottoporli a prove atte a verificarne le caratteristiche tecniche.

5.3.4 *Lavorazioni e modalità esecutive*

Il sistema sintetico liquido dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna dei manufatti, ricoprendola per uno spessore minimo di 1.000 micron. La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da un'accurata pulizia del supporto.

Per quanto riguarda la protezione delle tubazioni in acciaio fuori terra o immerse in acqua, dove non diversamente specificato tutta la carpenteria metallica dovrà essere zincata a caldo.

5.3.5 *Prove e controlli di accettazione*

La rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata con la determinazione:



- della densità dopo maturazione completa (7 giorni a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidità relativa del $65\pm 5\%$); l'accettazione del prodotto sarà subordinata al riscontro di $1.6\pm 0.1 \text{ kg/dm}^3$;
- del punto Martens (secondo norme UNIPLAST - UNI 4281 ottobre 1959 con apparecchiatura Heat resistance Tester Type Martens); l'accettazione del prodotto sarà subordinata all'ottenimento di un valore di $36\pm 1^{\circ}\text{C}$.
- del residuo secco (secondo norma UNICHIM n° 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai 160°C descritti ai richiesti 120°C .); l'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso maggiore del 98%;
- della tixotropia (mediante misura di viscosità a 60°C con tazza Ford 4).
- dell'adesione su calcestruzzo (secondo normative del Laboratorio Centrades Ponts et Chaussées “Mesure dell'aderence de Chapes ed film mince sur support en beton”); l'accettazione del prodotto sarà legata al verificarsi di rotture coesive del supporto (cemento 425 dosato a 350 kg/m^3).
- di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di molo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr per una durata del test di 500 giri); l'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TEBER INDEX 200 inferiore, o al massimo uguale a 85.
- del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERCHSEN tipo 304); l'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica di rottura per un valore di $0.3 + 0.05 \text{ kgm}$ (supporto in calcestruzzo delle dimensioni di $100\times 100\times 30 \text{ cm}$, confezionato con cemento 425 dosato a 350 kg/m^3).
- di assorbimento d'acqua (secondo normativa UNI 4292); l'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0.2% in peso.

6 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO PER FOGNATURA

6.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- UNI EN ISO 9906:2012
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

6.2 MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI

L'impianto di sollevamento dovrà comprendere le apparecchiature elettriche, meccaniche ed idrauliche di seguito indicate e corrispondere alle specifiche assegnate:

- n. x elettropompe di tipo sommergibile di primaria marca, adatte al sollevamento di acque di fognatura bianca e mista, aventi una portata di 100 l/s con una prevalenza di circa xxx m, adatte ad essere calate ed installate nel pozzetto di aspirazione e complete di tubazioni di mandata DN xxx mm di acciaio inox AISI 316 L (s = 3 mm), ed apparecchiature accessorie come tubi guida, piedi di accoppiamento e i collegamenti idraulici ed elettrici per rendere funzionante l'impianto;
- n. xxx elettropompa di tipo sommergibile di primaria marca, adatta al sollevamento di acque di fognatura bianca e mista, avente una portata di

xxxx l/s con una prevalenza di circa xxx m, adatta ad essere calata ed installata nel pozzetto di aspirazione e completa di tubazioni di mandata DN 150 mm di acciaio inox AISI 316 L (s = 3 mm), ed apparecchiature accessorie come tubi guida, piedi di accoppiamento e i collegamenti idraulici ed elettrici per rendere funzionante l'impianto;

- cavi elettrici per il collegamento delle varie elettropompe al quadro elettrico di comando.

Le elettropompe sommergibili saranno costituite da accoppiamento pompa-motore elettrico alloggiati in custodia metallica a tenuta stagna in esecuzione sommergibile. L'accoppiamento sarà ottenuto mediante un albero di lunghezza ridotta ad una girante aperta. Speciali tenute meccaniche impediranno che il fluido pompato venga a contatto con le parti elettriche e meccaniche interne alla pompa.

Le pompe dovranno funzionare in completa o parziale immersione nel liquido da pompare. La pompa verrà calata dentro la camera con l'ausilio di opportuni sistemi guida. Il peso proprio della pompa dovrà realizzare una perfetta aderenza fra la flangia di mandata della pompa ed il piede di accoppiamento.

Il motore elettrico sarà asincrono con rotore a gabbia, isolato in classe F IEC 85 avente grado di protezione a tenuta stagna IP 68. E' previsto per funzionamento in servizio continuo, con sovraccarico massimo del 10 %, e raffreddamento in ambiente a temperatura 40 °C. Deve essere consentito un alto numero di avviamenti/ora (minimo 15), anche in condizioni di alimentazione non perfetta e con alti sovraccarichi transitori.

La tenuta tra la parte idraulica ed il motore deve essere realizzata con due tenute meccaniche disposte in modo sequenziale con interposto un serbatoio d'olio per la lubrificazione ed il raffreddamento delle stesse.

I cuscinetti devono essere preingrassati con lubrificante (tipo long-life).

La girante deve essere equilibrata staticamente e dinamicamente. Il passaggio

libero deve consentire anche il pompaggio di parti solide di significative dimensioni.

I materiali da utilizzare sono:

- fusioni principali e girante : ghisa GG 25 G;
- albero : acciaio inox AISI 431;
- viterie : acciaio inox;
- tenuta meccanica : WCCR/ceramica/carbonio
- finitura esterna della pompa : vernice epossidica;
- cavo elettrico sommergibile : rivestito in neoprene e adatto per impieghi gravosi

Ogni gruppo elettropompa dovrà assicurare un complesso di prestazioni e dotazioni conformi al regime di esercizio previsto in progetto con elevati rendimenti idraulici e totali; ed in particolare:

1) Pompa 1

Prestazioni:

- portata : 47,1 l/s
- prevalenza manometrica : 5,4 m
- rendimento idraulico : 75,2 %
- rendimento totale : 62 %
- potenza assorbita dalla rete: 4,03 kW

Motore elettrico

- alimentazione : 400 Volt, 50 Hz, n. 4 poli



- isolamento/protezione : classe H IEC 85/IP 68
- Potenza nominale : 4,7 kW
- Corrente nominale : 9,6 A
- Avviamento : diretto
- Raffreddamento : diretto mediante liquido circostante
- Dispositivi di controllo : n. 2 microtermostati nello statore

2) Pompe 2, 3 e 4

Prestazioni:

- portata : 100 l/s
- prevalenza manometrica : 5,8 m
- rendimento idraulico : 77,6 %
- rendimento totale : 66,3 %
- potenza assorbita dalla rete: 8,59 kW

Motore elettrico

- alimentazione : 400 Volt, 50 Hz, n. 4 poli
- isolamento/protezione : classe H IEC 85/IP 68
- Potenza nominale : 7,5 kW
- Corrente nominale : 16 A
- Avviamento : stella/triangolo
- Raffreddamento : diretto mediante liquido circostante
- Dispositivi di controllo : n. 3 microtermostati nello statore

n. 1 sensore infiltrazione acqua in camera

ispezione (FLS)

6.3 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

All'interno del pozzo dovranno essere alloggiare le apparecchiature elettromeccaniche necessarie per garantire il funzionamento dell'impianto di sollevamento. Il quadro elettrico per il controllo delle apparecchiature elettromeccaniche e il quadro per l'energia elettrica, dovranno essere posizionati entro armadio stradale per esterno a lato strada.

I cavi per segnali e di potenza dovranno essere di lunghezza adeguata al collegamento tra il quadro e l'impianto.

Le acque di fognatura addotte al costruendo impianto dovranno essere sollevate di continuo ed immesse nel pozzetto di raccolta posto in adiacenza al pozzo.

6.4 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Tutte le opere e le apparecchiature dovranno essere conformi alle norme di sicurezza e antinfortunistiche vigenti.

Il collaudo deve essere eseguito secondo le UNI EN ISO 9906:2012.

A installazione eseguita dovrà essere rilasciata da parte dell'Impresa la certificazione di conformità ai sensi della legge 37/08.



7 CAVIDOTTI PER RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE

7.1 CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE

I cavidotti per reti tecnologiche sono utilizzati per il mantenimento della continuità delle linee elettrica, telefonica e di illuminazione pubblica e sono da posizionare tra pozzetti esistenti alle estremità della rampa e comunque dove previsto dal progetto.

7.2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- CEI 11-17 (2006)
- norme CEI EN 50086-2-4/A1;
- Norme CEI EN 62305;
- circolare ministeriale P.T.: L.C.I./U2/2/71571/SI del 1973; L.C.I./67842/Fa del 1972; D.C.S.T./3/2/7900/42285/2940 del 1982;
- D.M. n. 1 del 24/11/1984;
- Norme Tecniche TT 517 Ed. 1985 delle Ferrovie dello Stato;
- D.Lgs 9 aprile 2008 n° 81 e D.Lgs 3 agosto 2009 n°106
- D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché' per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.” e s.m.i.



- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 4/4/2014 n. 137 “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.
- Norma CEI EN 50341-2-13 del 2017/08 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l’Italia (basati sulla EN 50341-1:2012)”
- Norma CEI 11-17 del 2006/07 edizione Terza classificazione 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo”

7.3 MATERIALE E TOLLERANZE DIMENSIONALI

In generale, possono essere utilizzati le seguenti tipologie di cavidotto, da scegliere secondo le indicazioni progettuali:

- cavidotto in PEad a doppio strato, corrugato esternamente e liscio internamente;
- cavidotto in PEad a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente;
- cavidotto in P.V.C.

I sigilli apribili su carreggiata stradale dovranno essere accessibili senza ricorrere ad opere di scavo e dovranno avere caratteristiche fisiche tali da garantire la sicurezza stradale.

I nastri di segnalazione della presenza di cavi elettrici interrati o di condotte saranno costituiti da un doppio strato in polietilene, uno colorato e uno trasparente, con scritta nera indelebile riportante “ATTENZIONE TUBO



ACQUA”, “ATTENZIONE TUBO GAS” o “ATTENZIONE CAVO ELETTRICO”; saranno altresì resistenti all’invecchiamento, all’azione batterica del terreno, agli olii, agli acidi e agli alcali.

Le canalette in vetroresina devono essere costituite da:

- fibra di vetro in forma di stuoia, tessuto roving apprettati con complessi al silano o al cromo ed in ogni caso la percentuale in peso della fibra di vetro non deve essere inferiore al 30% del peso complessivo del materiale;
- resina poliestere insatura del tipo ortoftalico, isoftalico e bisfenolico.

Tuttavia, è consentito l’impiego di cariche a base di carbonato di calcio, caolino, quarzo ed altre sostanze simili in misura non superiore al 20% del peso complessivo del materiale.

Le canalette devono essere realizzate con processi di lavorazione continui in modo da ottenere una orientazione predisposta delle fibre di vetro ed una impregnazione omogenea delle stesse con resine termoindurenti, eventualmente caricate. Devono essere costituite da una base ad U, che rappresenta il vano di contenimento, ed un coperchio di chiusura superiore; le pezzature devono essere da 4 m con una tolleranza non superiore a 1%. Tutte le superfici devono essere ricche di resina e prive di fibre affioranti, bolle, cavità, screpolature, ammanchi, lesioni e/o quanto possa compromettere l’efficienza del materiale.

7.4 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

Lo scavo dovrà essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con i manicotti di giunzione e l’agibilità al personale. Nel caso sia necessario posare più di una tubazione nella trincea, la larghezza della stessa dovrà essere tale da consentire la posa delle selle utilizzate.

Il fondo della trincea sarà costituito da materiale di riporto, normalmente sabbia in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

Il letto di posa, costituito se possibile da sabbia mista a ghiaia oppure da ghiaia o da pietrisco, dovrà essere accuratamente compattato in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo la condotta.

Il rinfiacco del cavidotto dovrà essere eseguito usando materiali perfettamente costipabili, come la sabbia fine e asciutta; sono da escludere terreni di natura organica, torbosi, melmosi o argillosi, a meno di condizioni particolari su indicazioni della Direzione Lavori.

Lo scavo per cavidotti destinati alla protezione di reti elettriche dovrà essere eseguito secondo le indicazioni di seguito riportate:

- il riempimento con sabbia dovrà essere eseguito fino a 0,10 m sopra l'estradosso della tubazione più alta;
- la rimanente parte dello scavo dovrà essere riempita usando materiale inerte naturale o pozzolana;
- l'estradosso della tubazione più alta dovrà avere una distanza dalla pavimentazione finita maggiore o uguale di 1,00 m.

Nel caso la profondità della tubazione più alta sia minore di 1,00 m dovrà essere impiegato, in sostituzione della sabbia, del calcestruzzo con dosatura minima 180 kg di cemento per metro cubo.

Nel caso di cavidotti per reti elettriche, a 0,30 m dalla pavimentazione finita e per tutta la lunghezza dello scavo andrà posato il nastro monitore con la scritta "ATTENZIONE CAVI ELETTRICI". Le tubazioni da posare possono essere di due tipi:

1. tubazioni per la bassa Tensione;
2. tubazioni per la Media Tensione;

Di norma, nello scavo, le tubazioni di Media Tensione vanno poste sotto le tubazioni di Bassa Tensione e non saranno fatte transitare dentro o sotto i pozzetti di ispezione eventualmente posati, mentre quelli di Bassa Tensione saranno fatte



sempre passare dentro i pozzetti di ispezione.

Nell'eseguire un **incrocio tra un cavidotto per rete elettrica ed uno per rete telefonica**, il cavo per rete elettrica, di regola, deve essere posato inferiormente al cavo di telecomunicazione; quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare altre prescrizioni.

Quando la distanza tra le due condotte misurata nella parte interna risulta superiore di 30 cm, la protezione meccanica va eseguita sul sottoservizio più in superficie qualunque esso sia, per una lunghezza totale non inferiore a 1 m disposta simmetricamente rispetto all'altra tubazione; nel caso invece la distanza tra i sottoservizi risulti inferiore ai 30 cm, la protezione deve essere realizzata su entrambe le condotte.

Nel caso di **parallelismi, i cavidotti per rete elettrica e quelli di telecomunicazione** devono, di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile tra di loro, mantenendo una distanza minima non inferiore a 30 cm misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale. Le prescrizioni sopra illustrate non si applicano quando uno dei cavidotti è posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggano il cavidotto stesso e ne rendano possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi. Nel caso in cui le tubazioni elettriche di Media Tensione abbiano una distanza inferiore a 0,30 m dalle tubazioni per impianti telefonici e dove i due piani di posa abbiano una distanza superiore a 0,15 m, si dovrà eseguire una protezione in calcestruzzo, sulla tubazione superiore, per tutta la lunghezza del parallelismo. Nel caso invece che i due piani di posa siano a una distanza inferiore a 0,15 m tale protezione dovrà essere eseguita su ambedue le tubazioni.

Nel caso di **incrocio tra cavidotti per energia elettrica e tubazioni metalliche** adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti, oleodotti e



simili) o a servizi di posta pneumatica, questi non devono essere effettuati sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Nei riguardi delle protezioni metalliche, non viene data nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza minima misurata tra le superfici esterne delle tubazioni per cavidotti elettrici e delle tubazioni metalliche o tra quelle di eventuali manufatti di protezione, sia superiore od uguale a 30 cm. La distanza può essere ulteriormente ridotta previo accordo tra gli Enti proprietari o concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatti di protezione non metallici.

Nei **parallelismi i cavidotti per rete elettrica e le tubazioni metalliche** devono essere posti alla maggiore distanza possibile tra loro. In nessun tratto la distanza misurata in proiezioni orizzontale tra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 30 cm. Si può derogare alla prescrizione suddetta previo accordo tra gli Enti proprietari o concessionari nel caso in cui la differenza di quota tra le superfici esterne delle strutture interessate sia superiore a 50 cm; si può altresì derogare nel caso in cui tale differenza di quota sia compresa tra 30 e 50 cm, ma si interpongano tra le due strutture elementi separatori non metallici, oppure nei tratti in cui la tubazione sia contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavidotti per rete elettrica e tubazioni convoglianti liquidi infiammabili. Per tubazioni adibite ad altri usi, il tipo di posa è invece consentito previo accordo tra gli Enti interessati, purchè il cavidotto e la tubazione non siano posti a diretto contatto tra loro.

Le superfici esterne di cavidotti per rete elettrica interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili; nel caso tale distanza non possa essere rispettata, l'Ente proprietario del cavidotto elettrico provvederà a dare precise indicazioni da adottare nei casi specifici.

Per la coesistenza tra cavidotti per rete elettrica e tubazioni o serbatoi di gas



metano devono essere rispettate oltre alle norme CEI anche la disposizione del D.M. 24-11-1984 relativo alle *Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8*.

Nell'eseguire un **incrocio tra un cavidotto per rete elettrica e gasdotti** si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza verticale tra le superfici affacciate dei due tubi deve essere maggiore o uguale a 1,5 m nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar e tale da permettere gli interventi di manutenzione nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, la tubazione del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione da prolungare da ambedue le parti per 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi.

Nel caso di **parallelismi tra un cavidotto per rete elettrica e gasdotti** si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza minima tra le due superfici affacciate deve essere maggiore o uguale alla profondità di posa del gasdotto nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar e tale da permettere gli interventi di manutenzione nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, va impiegato un diaframma continuo di separazione (in materiale plastico, metallico o fibrocemento) per tutta la lunghezza del parallelismo nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar; nel caso di gasdotti con pressione inferiore a 5 bar, il gasdotto va protetto con un tubo di protezione o con un manufatto e vanno impiegati un diaframma continuo di separazione e dispositivi di sfiato se il parallelismo supera i 150 m. I dispositivi di sfiato devono essere costituiti da tubi di diametro interno non inferiore a 30 mm e



devono essere posti alla distanza massima di 150 m tra loro e protetti contro l'intasamento.

Nell'eseguire un **incrocio tra un cavidotto per rete telefonica e gasdotti** si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza verticale tra le superfici affiancate dei due tubi deve essere maggiore o uguale a 1,5 m nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,3 m nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar e maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, il cavidotto va protetto con un manto di calcestruzzo di spessore pari a 10 cm e lunghezza pari a 1 m, mentre la tubazione va protetta con una tubazione di drenaggio per una lunghezza totale, disposta simmetricamente rispetto all'altra tubazione, non inferiore a 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi.

Nel caso di **parallelismi tra un cavidotto per rete telefonica e gasdotti** si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- la distanza orizzontale esterna tra i due tubi deve essere maggiore della profondità di posa del gasdotto nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar, maggiore o uguale a 0,3 m nel caso di gasdotti di 6° e 7° specie con pressione inferiore a 5 bar e maggiore o uguale a 0,5 m nel caso di gasdotti di 4° e 5° specie con pressione inferiore a 5 bar;
- nel caso in cui non si potessero rispettare le prescrizioni suddette, va impiegato un diaframma continuo di separazione (in materiale plastico, metallo o fibrocemento) per tutta la lunghezza del parallelismo nel caso di gasdotti con pressione maggiore di 5 bar; nel caso di gasdotti con pressione inferiore a 5 bar, il gasdotto va protetto con un tubo di protezione o con un manufatto e vanno impiegati un diaframma continuo di separazione e dispositivi di sfiato se il parallelismo supera i 150 m.

I dispositivi di protezione devono essere costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo (Norme CEI 7/6) o acciaio inossidabile aventi le pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono inoltre ammessi involucri protettivi differenti da quelli descritti purché presentino equivalente resistenza meccanica e siano protetti contro la ruggine.

Il tipo di imballaggio delle canalette in vetroresina dovrà essere tale da garantire l'integrità dei manufatti durante il trasporto.

7.5 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Le canalette in vetroresina devono essere sottoposte alle seguenti prove, come descritto dalle Norme Tecniche TT 517 ED. 1985 delle Ferrovie dello Stato:

- Prova di carico statico distribuito: consiste nel sottoporre uno spezzone di canaletta di lunghezza pari a 1 m ad un carico uniformemente distribuito di 200 kg per 20 minuti; l'inflessione trasversale residua, misurata 5 minuti dopo la rimozione del carico, non dovrà essere superiore a 3 mm.
- Prova di percussione: una massa del peso di 1.5 kg viene lasciata cadere liberamente da un'altezza di 1.5 m; la punta di detta massa non deve penetrare per più di 1.5 cm all'interno del coperchio.
- Prova di flessione: consiste nel sottoporre uno spezzone di canaletta di lunghezza pari a 1 m ad un carico concentrato in mezzzeria di 200 kg per 20 minuti; la freccia residua, misurata 5 minuti dopo la rimozione del carico, non dovrà essere superiore a 3 mm.
- Prove di tipo: consistono nella verifica di tutti i requisiti e nell'esecuzione di tutte le prove descritte nelle Norme Tecniche TT 517; dette prove saranno effettuate all'inizio di ciascuna fornitura di canalette presso l'Istituto Sperimentale delle FF.SS. od altro Ente riconosciuto dallo Stato. Le canalette sottoposte alle prove di tipo non saranno conteggiate nel quantitativo ordinato.



- Prove di accettazione (collaudo in fabbrica): consistono nella verifica delle dimensioni delle canalette e della finitura e nell'effettuazione, presso lo stabilimento del Fornitore, delle prove di carico statico, di percussione e di flessione. Il quantitativo di canalette da sottoporre alla verifica delle dimensioni dovrà essere composto da n. 20 campioni; il lotto non sarà considerato conforme se più di 2 campioni non supereranno ogni singola prova. Nel caso in cui più di 1 campione non superi una prova, la stessa dovrà essere ripetuta su altri 20 campioni: tutti i nuovi campioni dovranno dare esito positivo altrimenti il lotto non sarà considerato conforme. Un numero di campioni pari all'1% dell'intero lotto, comunque compreso tra 3 e 20, dovrà essere sottoposto alle prove di carico statico, di percussione e di flessione. Non è ammesso esito negativo per nessuna delle tre prove.



8 OPERE DI DIFESA IDRAULICA

8.1 CAMPI DI IMPIEGO, LOCALIZZAZIONE

Le opere di difesa idraulica previste nel presente Appalto sono costituite dalla protezione delle sponde dei corsi d'acqua in corrispondenza di alcune opere di sbocco.

8.2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme:

- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 - “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- R.D. 9 dicembre 1937, n. 2669 - “Regolamento sulla tutela dei opere idrauliche di 1a e 2a categoria e delle opere di bonifica”.
- D.P.R. 380/2001 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- Circolare del Presidente del Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 08.09.2010 n. 7618/STC – “Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001”.
- D.M. Min. LL.PP. 11.3.88 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- UNI EN 13285:2010 “Miscele non legate – Specifiche”;
- UNI EN ISO 14688-1:2018 “Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni – Parte 1: Identificazione e descrizione”;



- UNI EN ISO 14688-2:2018 “Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione”;
- AASHTO M 145-82;
- “Linee Guida per la redazione di Capitolati per l’impiego di rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006;
- UNI EN ISO 16120-1:2017, UNI EN 10218:2012, UNI EN 10223:2014, UNI EN 10244:2009, UNI EN 10245:2013.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;

In tutte le lavorazioni indicate è da considerarsi incluso nello scopo del lavoro dell'ESECUTORE tutto quanto necessario all'esecuzione del lavoro in accordo al progetto ed alle specifiche tecniche applicabili.

In particolare, ma non limitatamente, sarà onere dell'ESECUTORE:

- la deviazione delle acque in movimento, superficiali o freatiche, e l'esaurimento di quelle ristagnanti;
- la preparazione del terreno di posa secondo le modalità indicate sui disegni;
- gli scavi e le risagomature degli alvei dove richiesto;
- il trattamento del materiale di rifiuto secondo le norme vigenti o secondo quanto stabilito dai provvedimenti autorizzativi;
- la formazione dei depositi provvisori per pietrami, terre o qualunque altro materiale necessario per l'esecuzione dei lavori;
- la fornitura e posa in opera del calcestruzzo secondo le modalità descritte alla Sezione specifica del Capitolato;

- la regolarizzazione e profilatura delle sezioni di scavo;
- gli arginelli a protezione delle sponde se indicati sui disegni o prescritti dall'APPALTATORE;
- la sistemazione delle immissioni dei fossi nel torrente oggetto degli interventi;
- la fornitura delle sementi erbose o degli arbusti per il rimboschimento, nella quantità e qualità richieste, la loro posa in opera e tutti gli accorgimenti atti a consentirne l'attecchimento.

8.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I lavori dovranno essere eseguiti impiegando i materiali risultanti dagli elaborati di progetto, i quali dovranno avere tutti i requisiti richiesti.

Le **gabbionate** saranno realizzate in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10. Il filo di acciaio deve essere del tipo a basso tenore di carbonio e costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo, secondo quanto stabilito dalla UNI EN ISO 16120-2:2017. Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa tra 350 e 550 N/mm² ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%. Per le tolleranze sui valori dei diametri del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si faccia riferimento alle indicazioni della UNI EN 10218-2:2012.

La protezione del filo dalla corrosione deve essere affidata ad un rivestimento appartenente ad una delle seguenti categorie: rivestimento con forte zincatura, con leghe di zinco-alluminio 5% terre rare o in materiali organici polimerici.

Per le caratteristiche dei diversi tipi di rivestimento protettivo con zinco o leghe di zinco, si può far riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 10223-3:2014 ed a quelli prescritti per la classe A della norma UNI EN 10244-2:2009. Lo spessore minimo di entrambi i tipi di rivestimento deve essere rapportato al diametro nominale del filo secondo quanto indicato dallastessa norma UNI EN

10244-2.

Il rivestimento in materiale organico costituito da polimeri di diverso tipo costituisce una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita utile. Deve essere conforme alle prescrizioni delle norme UNI EN 10245-2:2011, per i rivestimenti in PVC, e UNI EN 10245-3:2011 per i rivestimenti in polietilene. Può essere costituito anche da polimeri di diversa composizione, purché ne venga garantita e certificata un'aderenza ottimale sul filo ed una valida resistenza agli agenti atmosferici (raggi U.V. e temperatura) e comunque rispettino, per quanto applicabili, i requisiti di base indicati da UNI EN 10245:2011. Il rivestimento in materiale organico deve essere comunque associato a rivestimenti galvanici altamente prestazionali quali ad esempio quelli costituiti da leghe di zinco, zinco-alluminio.

Per la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, può essere fatto riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3:2014. Per ciascuna applicazione la combinazione tra diametro della maglia e quello del filo deve essere comunque univocamente individuata e il diametro del filo non può essere indicato come “superiore a” o “non inferiore a” o messo in alternativa tra due o più valori. Il filo di bordatura laterale di tratti di rete e di quello dei singoli elementi di strutture scatolari (gabbioni e materassi metallici) deve avere un diametro maggiore di quello costituente la rete stessa, secondo quanto riportato dalla norma UNI EN 10223-3.

Il valore della resistenza a trazione della rete metallica assume valori differenti in funzione delle diverse combinazioni tra dimensioni della maglia e diametro del filo. Il valore riducativo della resistenza caratteristica nominale da adottare nelle diverse applicazioni è di seguito riportato:

Tipo di opera	Resistenza caratteristica a trazione nominale (kN/m)
Opere di sostegno e difesa idraulica	50
Materassi metallici	37
Opere in terra rinforzata	35
Opere paramassi	50



Valori diversi possono essere comunque assunti per applicazioni speciali, purché giustificate in funzione delle condizioni di installazione e del livello di sicurezza specificatamente richiesta. Ai valori di resistenza caratteristica a trazione devono essere associati valori di “rigidezza” per le applicazioni in cui le prestazioni dipendono dalla deformabilità delle rete, quali in particolare reti paramassi e per i rinforzi di rilevati strutturali in terra armata.

I **massi naturali** da utilizzare per la realizzazione delle opere di difesa sponale e d'alveo così come i materiali lapidei in genere, dovranno avere forma, dimensioni caratteristiche e peso conformi alle prescrizioni contenute negli elaborati di progetto in relazione ai vari tipi di opera per i quali ne è previsto l'impiego.

Dovranno essere ricavati o costituiti da roccia silicea o calcarea non geliva, fortemente resistente all'abrasione, con grana compatta ed uniforme.

In particolare dovranno presentarsi sani e privi di fratture, parti alterate, peli, venature, screpolature, interclusioni di sostanze estranee e piani di sfaldamento.

E' assolutamente vietato l'impiego di massi o pietre di natura marnosa o comunque alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

I singoli elementi lapidei dovranno risultare compatti ed avere una buona resistenza alla compressione, la quale dovrà essere proporzionata all'entità delle massime sollecitazioni previste per i vari tipi di manufatto da realizzare.

I massi naturali da impiegare per la realizzazione delle scogliere e dei rivestimenti d'alveo in genere dovranno avere forma il più possibile poliedrica e regolare.

I massi ciclopici e le pietre naturali dovranno generalmente essere reperiti, a cura e spese dell'Impresa, presso idonee cave di prestito da essa individuate, qualunque sia la distanza delle stesse rispetto ai luoghi in cui debbono eseguirsi i lavori.

L'approvvigionamento in cantiere dei suddetti materiali lapidei sarà in ogni caso subordinato alla preventiva approvazione da parte della D.L.

Nel caso di materiali approvvigionati in contravvenzione al comma precedente e

non conformi alle suddette prescrizioni qualitative, la D.L. potrà ordinarne l'immediato allontanamento, essendo i relativi oneri a carico dell'Impresa.

La D.L. potrà anche ordinare od autorizzare l'impiego di eventuali materiali direttamente reperibili nei luoghi interessati dai lavori, purché i medesimi risultino in possesso di tutti i necessari requisiti. In particolare potranno essere reimpiegati massi naturali costituenti eventuali scogliere o manufatti esistenti da demolire, ovvero massi che comunque risultino presenti nelle aree fluviali.

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e la loro massa volumica apparente P dovrà essere maggiore o uguale a 2500 kg/m^3 , e la massa volumica reale p dovrà essere maggiore o uguale a 2600 kg/m^3 ed il grado di compattezza $C = P/p$ sarà maggiore o uguale 0,95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

- Massi di I categoria: elementi di massa complessiva fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: elementi di massa complessiva fra 100 e 500 kg
- Massi di III categoria: elementi di massa complessiva fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: elementi di massa complessiva fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: elementi di massa complessiva oltre i 4000 kg.

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova di accettazione delle pietre naturali da costruzione secondo la norma EN 12371:2010.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso.

Il materiale minuto (Tout - Venant) dovrà essere costituito da detrito di cava, escluso terriccio, cappellaccio e materiale eterogeneo; dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua, non solubile, non soggetto a

plasticizzazione.

I **pali in legno** da utilizzare dovranno essere di essenza forte (castagno o acacia), provvisti di punta e di lunghezza e diametro conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

I **legnami** da impiegarsi in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30/10/1912 n. 2233, ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino dalle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, i legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti e con gli angoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta.

Le dimensioni e gli spessori indicati negli elaborati di progetto si intendono per legname lavorato.

8.4 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

8.4.1 Opere di protezione dall'erosione

8.4.1.1 RIMBOSCHIMENTO

I rimboschimenti delle zone erose o in frana saranno eseguiti dopo aver eliminato le cause dei movimenti franosi del terreno. Le specie impiegate dovranno essere

adatte alle caratteristiche climatiche e pedologiche della zona; a tal fine, prima di dare luogo a rimboschimenti, l'ESECUTORE dovrà produrre una relazione che dovrà essere approvata dall' APPALTATORE e nella quale si dimostri l'idoneità delle specie vegetali impiegate. Tale relazione deve essere redatta da uno specialista sulla base di una analisi diagnostica delle caratteristiche climatiche e pedologiche della zona.

La fornitura degli arbusti, nella quantità e qualità che verranno prescritte dal progetto, la preparazione del terreno, l' idoneo trattamento del materiale di risulta e quanto altro occorre per l'attecchimento degli arbusti costituiranno gli oneri dell'intervento, a carico dell'ESECUTORE.

8.4.1.2 DRENAGGI

I drenaggi a cielo aperto saranno realizzati con cunette in pietrame, con elementi prefabbricati in calcestruzzo o con mezzi tubi; il terreno di posa sarà scavato quanto occorre e successivamente regolarizzato.

Per profondità < 1.5 m si scaverà una trincea di piccola scarpa, mentre per profondità comprese fra 1.5 e 5 m la trincea avrà pareti verticali e larghezza 0,80 - 1,20 m con scavi a sostegno provvisorio; la trincea sarà riempita con pietrame di pezzatura 10 - 30 cm, ovvero con un fondo di calcestruzzo sul quale poggia un tubo forato (\varnothing 25 - 40 cm) avvolto in un telo di tessuto non tessuto, il tutto rivestito con il detto pietrame.

Lo scavo delle trincee sarà condotto con le modalità e le prescrizioni di cui alla Sezione 5 “Opere in terra e scavi” del Capitolato.

I drenaggi profondi saranno eseguiti in modo tale da far scorrere nel dreno stesso solo l'acqua del sottosuolo, evitando accuratamente che vi affluisca quella di superficie, adottando i seguente accorgimenti:

- canalizzazione superficiale delle acque piovane a monte della testa del drenaggio;

- configurazione a tetto del terreno di ricopertura della trincea, e costipamento dello stesso.

Nel caso fosse necessario realizzare altre tipologie di dreni si veda quanto previsto nella Sezione “Drenaggi” del presente Capitolato.

8.4.1.3 SPURGHİ D'ALVEO

Lo spurgo d'alveo potrà essere eseguito con mezzi meccanici o a mano; i materiali rimossi dovranno essere trattati secondo quanto previsto dalla normativa vigente e secondo quanto eventualmente indicato nel provvedimento autorizzativo.

8.4.1.4 RIVESTIMENTI SPONDALI

Rivestimenti di sponda realizzati in fascioni di frasche utilizzeranno tamerici o salici. I fascioni saranno del diametro di cm 25, con legature doppie di filo di ferro zincato distanziate fra loro di 50 cm e saranno fissati in opera con paletti di legno alti 1 m e di diametro pari a 6 cm, posti ad interasse di 2 m, e con chiodi di legno di 50 cm di lunghezza, del diametro pari a 3 cm, posti ogni 50 cm.

Le scogliere ed i rivestimenti d'alveo dovranno essere realizzati in maniera conforme agli appositi particolari costruttivi di progetto, mediante massi non gelivi, compatti, privi di fratture e fortemente resistenti all'abrasione, i quali dovranno essere ricavati da roccia calcarea o silicea e reperiti presso idonee cave di prestito preventivamente approvate dalla D.L.

Gli elementi lapidei dovranno inoltre possedere tutti gli altri requisiti riportati in precedenza e la loro pezzatura, conforme alle prescrizioni contenute negli elaborati di progetto, dovrà essere adeguata rispetto alla geometria ed alla tipologia dei manufatti da realizzare, così come riportati nei particolari costruttivi.

I massi dovranno essere posti in opera mediante l'impiego di idonei mezzi meccanici e personale specializzato nel lavoro da realizzare.

In particolare i vari elementi lapidei dovranno essere posti in opera in modo ordinato e profilato sulla sagoma esterna, al di sotto o superiormente rispetto al

pelo dell'acqua, sulle sponde o sul fondo del torrente, anche per il riempimento di eventuali gorghi o cavità, secondo le prescrizioni, gli allineamenti e le livellette di progetto, ovvero secondo le prescrizioni impartite all'atto esecutivo dalla D.L.

Dovranno impiegarsi massi naturali aventi forma poliedrica regolare, con spessore e peso specifico secondo le prescrizioni contenute nei disegni di progetto.

Le scogliere di questo tipo dovranno in genere essere costruite previa costituzione di un idoneo strato di allettamento realizzato in conformità ai disegni di progetto, salvo diverse prescrizioni impartite all'atto esecutivo dalla D.L.

Lo strato suddetto dovrà essere costituito da un telo di geotessile non tessuto di peso pari a 500 g/m^2 posto a contatto con il fondo e la parete dello scavo, nonché da uno strato di materiale arido avente spessore pari a 30 cm, sul quale verranno appoggiati gli elementi lapidei costituenti la scogliera.

La pendenza dei paramenti, così come gli spessori sia delle scogliere che dei rivestimenti, dovranno corrispondere a quelli desumibili dai disegni di progetto.

Gli interstizi tra gli elementi lapidei dovranno essere adeguatamente intasati utilizzando materiale arido o pietrame in quantità non superiore al 15% del peso complessivo.

I **pali in legno** dovranno essere posti in opera lungo l'unghia della scarpata in misura di n° 3 per metro lineare della sponda da proteggere.

8.4.2 Opere di regolarizzazione dell'alveo

8.4.2.1 BRIGLIE

Le briglie saranno realizzate in pietrame a secco o legato con malta, in gabbioni e/o materassi di pietrame, in calcestruzzo semplice o armato, in legname o in legname e massi. Per quanto riguarda la sezione della gaveta, se il trasporto solido del corso d'acqua si presentasse notevole e prevalentemente di tipo grossolano, si dovrà arrotondare lo spigolo di monte nei casi meno significativi, oppure

prevedere un rivestimento protettivo per la rete dei gabbioni; questo potrà consistere in una copertina di calcestruzzo o in rivestimento con lastre di materiale lapideo.

Riguardo alle modalità costruttive delle platee di rivestimento dei bacini di dissipazione in gabbioni, si forniscono le seguenti raccomandazioni:

- la platea del bacino sarà realizzata con almeno due strati di gabbioni sovrapposti alti ciascuno 0,30 □ 0,50 m;
- se il corso d'acqua avesse usualmente trasporto solido grossolano, non si dovrà fare uso di gabbioni;
- per la costruzione dei bacini saranno impiegati solo gabbioni con diaframmi medi e non saranno utilizzati materassi; verrà inoltre utilizzato materiale di riempimento, con pezzature pari a 25 □ 30 cm, di forma possibilmente tondeggiante, sistemati in maniera tale da limitare al massimo la quantità di vuoti;
- nel caso di briglie di grande altezza in alvei a grosso trasporto solido grossolano, la maglia dei gabbioni del bacino sarà protetta con un getto di calcestruzzo o con blocchi di calcestruzzo o con pietre di grosse dimensioni;
- in alvei stretti, soprattutto se l'opera è costruita in una zona in frana, le pendici dovranno essere difese dall'azione erosiva della corrente mediante la realizzazione di muri andatori d'invito, a monte, e di accompagnamento, a valle.

8.4.2.2 SISTEMAZIONE A CUNETTE

Quando per l'elevata pendenza del profilo di compenso fosse necessario l'impianto di molte briglie ravvicinate o comunque molto alte, si preferirà intervenire tramite una sistemazione a cunetta, ovvero rivestimenti d'alveo e di sponda, talora con soglie di fondo per limitare la velocità di scorrimento.

Le modalità di esecuzione dei lavori in calcestruzzo sono descritte nella Sezione

“Opere in conglomerato cementizio e in acciaio” del presente Capitolato; per la posa in opera del pietrame e caratteristiche del materiale, si rimanda al par. scegliere in pietrame.

Ove previsto dal progetto, si potranno adottare rivestimenti in materassi e/o gabbioni di pietrame; si utilizzeranno materassi a spessore via via crescente, fino a gabbioni, con il crescere della velocità della corrente; anche la pezzatura sarà debitamente incrementata.

Caratteristiche dei gabbioni e dei materassi, nonché condotta dei lavori di posa in esercizio sono riportate al paragrafo sui manufatti in rete metallica e pietrame, cui si rimanda.

8.4.3 Manufatti in rete metallica e pietrame

I gabbioni a scatola sono manufatti a forma di parallelepipedo, costituiti da rete metallica avente maglia esagonale a doppia torsione e riempiti di ciottoli o di pietrame di cava di idonea pezzatura.

Il filo utilizzato sarà di acciaio zincato con zincatura e rivestimento conforme alle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Parere n. 69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013. Per gabbioni utilizzati in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati, il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito con polimero plastico di spessore 0.4 ÷ 0.6 mm conformemente alle sopra citate “Linee guida”.

Per il riempimento dei gabbioni saranno utilizzabili solo materiali lapidei purché il loro peso e le loro caratteristiche soddisfino alle esigenze statiche, funzionali e di durata dell'opera. Il materiale più comunemente usato sarà costituito da ciottoli o da pietrame di cava. Saranno da preferire i materiali di maggiore massa volumica, soprattutto se è predominante il comportamento a gravità della struttura o se la stessa è immersa o soggetta alla forza viva dell'acqua. Ai fini di una lunga durata dell'opera, il pietrame dovrà, inoltre, essere non gelivo, non friabile, non

dilavabile e di buona durezza.

La pezzatura del pietrame sarà variabile tra 1.5 e 2.5 volte la dimensione D della maglia della rete, tale cioè da evitare fuoriuscite del pietrame.

I gabbioni potranno essere suddivisi in celle mediante l'inserimento di diaframmi o pannelli di rete con le stesse caratteristiche di quella delle pareti esterne, posti alla distanza di 1,0 m l'uno dall'altro e aventi la funzione di irrobustire la struttura e di facilitare le operazioni di assemblaggio.

Per la posa in opera dei gabbioni si procederà come segue: si legheranno gli spigoli dei singoli gabbioni e si fisseranno gli eventuali diaframmi alle pareti laterali, poi si riuniranno più gabbioni vuoti fra di loro e successivamente si porranno in opera e si cuciranno saldamente a quelli adiacenti lungo tutti gli spigoli di contatto, sia in direzione orizzontale che verticale. Qualora i gabbioni fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra pareti opposte.

La disposizione dei gabbioni dipenderà dai tipi adottati e dalle caratteristiche strutturali dell'opera.

Il riempimento verrà effettuato con mezzi meccanici sistemando il materiale all'interno dei gabbioni in modo tale da ottenere la minor percentuale di vuoti; l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0,3 e 0,4.

Ultimato il riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione effettuando le legature lungo i bordi perimetrali del coperchio e lungo il bordo superiore degli eventuali diaframmi, passando il filo in nodo continuo in tutte le maglie con un doppio giro ogni 2 maglie.

Quando la posa in opera debba avvenire in presenza d'acqua, l'allestimento potrà essere effettuato a riva oppure in acqua, su pontoni galleggianti; in quest'ultimo caso l'allestimento degli elementi avverrà sul pianale del pontone stesso, in posizione orizzontale.

Qualora fosse richiesta la sigillatura del gabbione, la penetrazione deve essere

completa per una profondità di 25 cm di un mastice bituminoso con sabbia e filler applicato a caldo mediante colatura in ragione di 200 kg per m².

Il **materasso in pietrame** è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata e protetta con rivestimento in materiale plastico, conformemente a quanto indicato nelle alle “Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione”, Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Parere n. 69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013. La struttura metallica di cui sopra dovrà essere riempita in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato con un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,0 m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,0 m a 3,0 m; il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. Il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base. I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, i quali rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e le legature di unione degli elementi fra di loro.

Per materassi utilizzati in ambiente marino oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0,4 ÷ 0,6 mm, conformemente a quanto indicato nelle sopra citate “Linee guida”.

La pezzatura del pietrame varierà tra 1.2 e 2 volte la dimensione D della maglia della rete. L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4. Non è richiesto l'impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con massa volumica non inferiore a 2000 kg/m³.



Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte. Quindi si procederà alle operazioni di riempimento. Ultimate tali operazioni, si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio oppure la rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni. Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.

Normalmente le scarpate di appoggio dovranno avere inclinazione di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno; la pendenza massima sarà utilizzata con terre vegetali di media consistenza e la pendenza minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto di norma sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente. Questa

disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due sistemi suddetti interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

Ai fini di una lunga durata dell'opera, il pietrame dovrà, inoltre, essere non gelivo, non friabile, non dilavabile e di buona durezza.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

8.4.4 Sistemazione dell'alveo ordinario

8.4.4.1 RIVESTIMENTI DI SPONDA

Il rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde dipenderà dai materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente. Per sponde inclinate e stabili, la protezione potrà essere eseguita in scogliere naturali a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame. Qualora oltre alla protezione delle sponde, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, palancole, palificate, muri di sponda.

8.4.4.2 MURI DI SPONDA

Un tipo speciale di rivestimento spondale è costituito dai muri che potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo o in gabbioni di pietrame. I muri realizzati in muratura e in calcestruzzo saranno sempre protetti al piede da scogliere realizzate con massi di adeguata pezzatura e/o gabbioni e materassi.

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità. Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel par. “Manufatti in rete metallica e pietrame” e alle indicazioni specifiche, onde

ottenere una densità quanto più possibile uniforme. Detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori a 3 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6° oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori a 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle. Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti; il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

8.4.4.3 RILEVATI

I rilevati longitudinali posti in alveo, allo scopo di canalizzare o deviare i deflussi, saranno costituiti da scogliere in pietrame o da gabbioni; queste opere saranno disposte secondo l'andamento di sponda a cui dovrà tendere il corso d'acqua al termine della modellazione; il rilevato inoltre potrà essere sormontabile dalle piene maggiori. Ove possibile, a tali interventi sarà preferito l'uso di pennelli. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di questa tipologia di rilevati, si rimanda ai successivi paragrafi.

8.4.4.4 PENNELLI

I pennelli sono opere trasversali saltuarie, sporgenti in alveo e sommergibili rispetto a piene ordinarie; rispetto alla corrente possono essere convergenti, normali, divergenti.

Il pennello sarà intestato sulla linea di sponda dell'alveo ordinario e poi procederà entro l'alveo, diminuendo convenientemente l'altezza iniziale; la sporgenza in alveo non supererà il quinto della larghezza del corso d'acqua stesso.

I pennelli saranno costituiti o da una scogliera in pietrame, con palificata di contenimento in testata; oppure da una incastellatura di pali e travi a formare dei

cassoni poi riempiti di pietrame; o anche da gabbioni e materassi in pietrame.

Le realizzazioni in gabbioni e materassi si effettueranno secondo i criteri esposti al par. “Manufatti in rete metallica e pietrame”; dovrà peraltro essere prevista una vasta platea di fondazione, costituita da uno strato di materassi intorno alla struttura d'elevazione; gli elementi, sia in fondazione che in elevazione, saranno disposti con il lato lungo trasversale al pennello stesso.

8.4.4.5 SOGLIE DI FONDO

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello non erodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali le pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

8.4.5 Opere di difesa dalle piene

8.4.5.1 ARGINI

Gli argini sono opere longitudinali che tendono a evitare l'inondazione nella zona da essi protetta, in quanto delimitano, oltre all'alveo ordinario, una sezione sufficiente al passaggio delle piene. Gli argini potranno essere costruiti lungo le sponde o discosti da queste, delimitando così una fascia, larga da qualche metro a molte decine di metri, definita golena.

Le terre da impiegare nella costruzione degli argini dovranno essere scevre di materie vegetali, senza inclusioni di ciottoli, pietrame, ed accuratamente sminuzzate e in ogni caso con esclusione dei materiali di discarica quali immondizie, rifiuti, ecc.

La preparazione del piano d'appoggio comporterà l'estirpazione delle erbe e degli

arbusti, il taglio a raso e la successiva rimozione di alberi e ceppaie di qualsiasi natura e dimensioni; indi si procederà all'asportazione del terreno vegetale per una profondità minima di 20 cm o per profondità maggiori, fino a trovare terreno compatto. Quindi si dissoderà mediante aratura e rivolgimento il terreno del piano di posa, per ottenere il prosciugamento tramite esposizione all'aria.

Nel caso che l'argine ricopra fossi o depressioni e quando la pendenza del terreno superi il 15%, si prevederà una gradonatura della sede dell'argine al di sotto del piano di scotico con gradoni di altezza non inferiore a 50 cm.

Sulle scarpate degli argini, ove si addosseranno i nuovi riporti, si praticheranno invece gradinate di immorsatura con solchi della profondità di almeno 30 cm e ad un interasse massimo di 50 cm.

In asse alla sede degli argini, inoltre, dovrà essere effettuato uno scavo per l'immorsatura, di larghezza e profondità fissate dal progetto e da colmarsi con le stesse materie che verranno impiegate per la formazione dell'argine.

La terra proveniente dagli scavi da impiegare nella formazione di rilevati sarà inumidita e essiccata mediante aereazione, in funzione delle prove pratiche di taratura dei mezzi costipanti.

Lo stendimento sarà effettuato a strati di spessore adeguato ai mezzi di costipamento, ma comunque non superiore a 50 cm; la superficie superiore degli strati dovrà avere una pendenza pari a circa il 3% e dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza dovrà essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere; inoltre si provvederà alla compattazione degli strati con rulli compattatori di peso adeguato o altro sistema che sarà preventivamente comunicato all'APPALTATORE in modo da ottenere una densità in sito, pari al 90% di quella AASHTO modificata, con il grado ottimo di umidità. L'attrezzatura da impiegarsi e la densità di riferimento dovranno essere appropriate ad ogni tipo di terreno e in ogni caso conformi alle buone regole dell'arte. Per le modalità di esecuzione delle prove e delle lavorazioni, si farà riferimento alla Sezione "Opere in terra e scavi" del presente Capitolato.

A lavoro ultimato, e sino all'epoca del collaudo, il rilevato compattato non dovrà manifestare cedimenti superiori e dimensioni inferiori a quelli previsti in progetto.

La profilatura e sagomatura di cigli e scarpate sarà conforme a quanto stabilito in progettazione.

Il rivestimento delle scarpate si effettuerà con terra vegetale, per uno spessore minimo di 20 cm , da stendere a strati orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio; tali gradoni non verranno eseguiti quando il rivestimento venga formato contemporaneamente al rilevato. Dette scarpate saranno seminate ad erba medica o trifoglio e frequentemente innaffiate sino alla formazione del manto erboso.

In alternativa potrà essere previsto un rivestimento delle scarpate con zolle erbose, aventi una superficie non minore di 400 cm² e spessore non minore di 15 cm, disposte regolarmente e fra loro combacianti, ed innaffiate durante il primo mese dalla data della messa in opera.

Qualora l'altezza d'acqua sul piano di campagna sia uguale o maggiore di 3 m, sarà opportuno prevedere banche orizzontali quali rinforzi sul lato campagna; dette banche potranno essere costruite anche sul lato fiume, se necessarie.

La larghezza in sommità sarà tanto maggiore quanto più elevato è l'argine sul piano di campagna, quanto più prolungata si prevede la permanenza del livello di piena, quanto meno uniforme è il materiale utilizzato, e sarà subordinata ad eventuali esigenze di viabilità; in ogni caso la larghezza di detta sommità sarà non minore di 2 m.

Specialmente per argini in froldo (costantemente bagnati dalle acque, anche in magra), o in corrispondenza di botte o risvolte, l'argine sarà protetto con scogliere, gettate di massi, gabbioni o materassi, rivestimenti di vario genere; a ciò si potrà aggiungere il rinterro sulla campagna.



8.5 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

I materiali impiegati per la realizzazione delle opere dovranno essere conformi ai disegni ed agli altri elaborati di progetto ed il loro approvvigionamento o impiego sarà in ogni caso subordinato alla preventiva accettazione da parte della D.L.

Nel caso di approvvigionamento o arbitrario impiego di materiali che a giudizio insindacabile della D.L. dovessero risultare non conformi alle prescrizioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta all'allontanamento dei materiali medesimi ed alla demolizione e rifacimento delle opere o delle parti d'opera eseguite con i suddetti materiali, essendo i relativi oneri completamente a suo carico.

Sarà inoltre facoltà della D.L. far eseguire tutte le prove ed analisi che dovesse ritenere necessarie, quali in particolare le prove di laboratorio sui materiali lapidei, ovvero tutte le prove in corso d'opera che riterrà necessarie, quali quelle per valutare il grado di costipazione dei rilevati.

Gli oneri relativi alle suddette prove sono completamente a carico dell'Impresa, essendosi tenuto conto degli stessi nelle voci di elenco prezzi relative alle varie lavorazioni oggetto del presente paragrafo.

Nel caso di opere eseguite in maniera difforme rispetto alle prescrizioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta al loro adeguamento anche mediante demolizione e rifacimento, essendo i relativi oneri completamente a suo carico.

L'accettazione delle opere in legno diventa definitiva solo a collaudo, per cui l'Appaltatore sarà obbligato a sua cura e spese alla riparazione o sostituzione di qualsiasi genere, per l'impiego di materiali scadenti e difettosi per la non regolare esecuzione.

Le reti metalliche a doppia torsione devono essere prodotte con un sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore, predisposto in coerenza con le UNI EN ISO 9001:2015 (controllo permanente della produzione in fabbrica) che deve assicurare il mantenimento



della costanza e la affidabilità delle prestazioni indipendentemente dal processo di produzione, così come specificatamente richiamato nel citato DM 14/9/2005. Per impieghi con alti requisiti di sicurezza (ad esempio opere di sostegno, in terra rinforzata, opere paramassi) il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dal predetto certificato.

Per gli altri impieghi strutturali il produttore deve presentare rapporti di prova relativi a tutte le caratteristiche sopramenzionate, effettuati da laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n.380/01 e con data di esecuzione non antecedente a 1 anno dalla consegna dei materiali.

Ogni fornitura di materiale deve essere accompagnata dal certificato di origine rilasciato in originale, nel quale vengono specificati:

- il tipo e nome commerciale del prodotto;
- descrizione del prodotto (identificazione, impiego previsto, ecc);
- condizioni particolari applicabili all'uso del prodotto (per esempio disposizioni per l'impiego del prodotto in determinate condizioni, ecc.);
- le sue caratteristiche dimensionali e tecniche (dimensioni, maglia tipo, caratteristiche meccaniche e diametro del filo, tipo e quantità del rivestimento in zinco e/o lega di zinco, resistenza nominale della rete e riferimenti normativi);
- il nome della Ditta produttrice;
- la Ditta a cui viene consegnato il prodotto;
- la località del cantiere e le quantità fornite.

Quando è prevista la certificazione del controllo di produzione in fabbrica (usi critici):



- nome e indirizzo dell'ente autorizzato;
- numero del certificato di controllo della produzione di fabbrica;
- condizioni e periodo di validità del certificato, se necessario.

Ciascun prodotto, nella confezione fornita dal produttore, deve chiaramente e costantemente essere riconoscibile attraverso idonea etichettatura dalle quale risultino, in modo inequivocabile, il riferimento a produttrice, allo stabilimento di produzione ed al lotto di produzione, alle caratteristiche tecniche, tipologiche e prestazionali del materiale e quanto a previsto dal Cap. 11.2 del il D.M. 14/01/2008.

La accettazione dei materiali, oltre che alla verifica della completezza della documentazione di accompagnamento, può essere subordinata all'esito di prove specifiche su campioni di filo ed elementi dirette, secondo quanto previsto dal DM 14/09/2005 relativamente ai materiali da costruzione. Le prove debbono essere eseguite in laboratori abilitati.

Ai fini dell'accettazione i valori delle caratteristiche tecniche riscontrate nelle prove dovranno essere confrontati con quelli dichiarati dai produttori nella documentazione di accompagnamento.

8.5.1 Prove sul filo metallico

La prova di resistenza a trazione dei fili metallici prima della tessitura della rete deve essere eseguita secondo le indicazioni contenute nel paragrafo 3 della norma UNI EN 10218-1:2012.

8.5.2 Prove sui rivestimenti protettivi del filo

I diversi tipi di rivestimento protettivo possono essere soggetti a prove di laboratorio sia per la verifica delle entità del trattamento eseguito (pesi, omogeneità della ricopertura e aderenza), sia per le prestazioni raggiunte (test di invecchiamento accelerato). In particolare per i rivestimenti con zinco e sue leghe

possono essere eseguite le seguenti prove secondo le prescrizioni delle norme UNI EN 10244-2:2009:

- Verifica sulla quantità di ricoprimento: la verifica è basata sull'impiego del metodo volumetrico, con procedure riportate nel par. 5 della citata norma UNI EN 10244-2. Nel caso in cui i campioni soggetti a prova siano prelevati dalla rete finita prima della installazione, le prescrizioni riguardanti la massa del rivestimento minima vengono ridotte del 5%, in base a quanto specificamente indicato nel paragrafo 6.4 della UNI EN 10223-3:2014.
- Verifica sull'aderenza del rivestimento: il controllo dell'aderenza del rivestimento deve essere eseguito avvolgendo il filo su un mandrino avente diametro pari a 4 volte il diametro del filo, con procedure conformi a quanto previsto dal paragrafo 4.2.5 della UNI EN 10244-2. Ad avvolgimento avvenuto non si debbono verificare screpolature del rivestimento.
- Uniformità del rivestimento: la verifica della uniformità del rivestimento, ovvero della sua centratura sul filo sono condotte mediante immersione dei campioni in una soluzione di solfato di rame, secondo le procedure previste dalle norme UNI EN 10244-2 ed UNI EN 10223-3. La determinazione dell'uniformità del rivestimento viene valutata in funzione dell'apparire evidente di tracce di rame, provenienti dalla soluzione tampone che si sostituiscono allo zinco sull'acciaio del filo.

Ciascuna tipologia di prova sopracitata dovrà essere eseguita almeno su n. 5 campioni di filo.

- Test di invecchiamento accelerato: i fili devono essere sottoposti all'origine ad un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa SO₂ (0,2 l/ciclo) su campioni di rete sottoposti preliminarmente a prova di trazione secondo il punto 53 effettuata al 50% del carico di rottura nominale in conformità alle norme UNI EN ISO 6988:1988. Si deve eseguire un numero minimo di 28 cicli consecutivi al termine dei quali il rivestimento non deve presentare tracce evidenti di corrosione.



Per quanto riguarda i rivestimenti organico polimerici, le caratteristiche fisico meccaniche del polimero base con cui è costituito il rivestimento dopo un'esposizione continua ai U.V. di 4000 ore, non potranno variare più del 25%. Per la rete plasticata costituente i vari prodotti finiti dovrà essere verificato che durante le prove di trazione, fino al un carico corrispondente al 50% di quello di rottura nominale, non si verifichino rotture localizzate del rivestimento polimerico nelle torsioni della rete stessa.

8.5.3 Prove sulla rete metallica

Per la misura della resistenza a trazione della rete metallica si possono usare campioni aventi una larghezza minima pari a 8 volte la larghezza della singola maglia ed una lunghezza minima tra le attrezzature di immorsatura della rete pari ad una lunghezza di maglia intera (definendo come lunghezza di maglia intera una porzione di rete contenente due doppie torsioni successive complete).

8.5.4 Prescrizioni per il collaudo

Il collaudo di manufatti o dispositivi basati su reti metalliche, in aggiunta a quanto specificatamente previsto dal Regolamento di cui al DPR 207/2010 e dal DM 14/09/2005, deve in tutti i casi comprendere la verifica della conformità e delle completezza della documentazione e delle certificazioni previste. Queste potranno essere verificate sulla base anche di eventuali prove di controllo sul filo e sulla rete sopra richiamate.

Per quanto riguarda il collaudo di materassi a rete metallica, di opere di sostegno in gabbioni o in terra rinforzata, il collaudo dovrà riferirsi anche alla rispondenza alle indicazioni di progetto in merito al pietrame di riempimento e della terra interposta, delle loro modalità di posa in opera e di compattazione nonché dei collegamenti tra elementi diversi. A tale scopo è pertanto da considerare buona norma quella di prevedere che il Collaudo venga svolto in corso d'opera.

Il collaudo di reti paramassi deve essere esteso a quello delle tute di rinforzo e



collegamento e dei chiodi e dei tiranti di ancoraggio per i quali dovrà essere acquisita, analogamente a quanto fatto per la rete, la documentazione di accompagnamento. Per il collaudo dei chiodi e degli ancoraggi si dovrà fare riferimento alle procedure previste dal Cap 7 del DM 14/9/2005.