



ALTO TREVIGIANO SERVIZI

REGIONE DEL VENETO

ALTO TREVIGIANO SERVIZI S.R.L.

COMUNE DI ISTRANA  
COMUNE DI VEDELAGO

REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA NEI COMUNI DI  
ISTRANA E VEDELAGO  
REALIZZAZIONE DELLE OPERE PRESSO IL CAPOLUOGO  
DI ISTRANA - LOTTO 1

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Elaborato**

**0E.00**

**Disciplinare descrittivo e prestazionale  
degli elementi tecnici**

**PROGETTAZIONE:**

**COLLABORAZIONE:**



INGEGNERI ASSOCIATI  
Via G. Ferraris, n. 14A  
30175 - Marghera - (VE)

Ing. Alberto Giovannini

AZIENDA CON SISTEMA  
DI GESTIONE QUALITÀ  
CERTIFICATO DA DNV



Alto Trevigiano Servizi Srl  
Via Schiavonesca Priula, 86  
31044 - Montebelluna (TV)  
Tel. 0423-2928 Fax: 0423292929

Ing. Roberto Durigon  
Ing. Filippo Guerra  
Ing. Enrico Visentin

Data:

**Gennaio 2021**

Aggiornato:

**Aprile 2021**

Codice Piano d'Ambito

**260894006**

Codice Commessa:

**IF1609100**

**INDICE**

<b>1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
1.1. CONDIZIONI GENERALI .....	6
1.2. PROVE .....	6
1.2.1. Studi preliminari di qualificazione .....	6
1.2.2. Prove di controllo in fase esecutiva .....	7
1.3. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI .....	7
1.4. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	7
1.4.1. Inerti .....	8
1.4.2. Cemento .....	9
1.4.3. Acqua .....	9
1.4.4. Materiali per giunti .....	10
1.4.5. Additivi .....	10
1.4.5.1. Aeranti fluidificanti .....	11
1.4.5.2. Acceleranti di presa .....	11
1.4.5.3. Ritardanti di presa .....	11
1.4.5.4. Additivi Aeranti .....	12
1.4.5.5. Impermeabilizzanti .....	12
1.4.6. Ferro d'armatura .....	13
1.4.6.1. Le forme di controllo obbligatorie .....	13
1.5. TERRE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI E PER GLI STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA .....	14
1.6. PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	16
1.6.1. Fondazioni in misto granulare .....	16
1.6.2. Strati di base .....	17
1.6.3. Strati di collegamento e di usura .....	21
1.7. MATERIALI FERROSI E METALLI VARI .....	24
1.7.1. Ghisa .....	24
1.7.2. Lamiera zincata .....	25
1.7.3. Profilati e le lamiere per parapetti, grigliati, tubi e strutture .....	25
1.8. GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO .....	25
1.9. CHIUSINI, GRIGLIE, CADITOIE IN GHISA SFEROIDALE .....	26
1.10. TUBAZIONI PER FOGNATURA .....	27
1.10.1. Tubazioni in cemento armato vibrato .....	27
1.10.2. Tubazioni in PVC tipo SN (norma UNI EN 1401) e relativi pezzi speciali .....	27
1.10.3. Tubazioni e pezzi speciali in ghisa per fognatura per linea principale .....	28
1.10.4. Tubazioni e pezzi speciali in ghisa a giunto antisfilamento tipo UNIVERSAL STD VE .....	31
1.10.5. Tubazioni in ghisa per fognatura per allacciamenti .....	33
1.10.6. Tubazioni e pezzi speciali in acciaio .....	33
1.10.7. Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox .....	34
1.11. PARATOIE, SARACINESCHE E VALVOLE, ACCESSORI IDRAULICI PER FOGNATURA .....	35
1.11.1. Saracinesca a cuneo gommatto a corpo piatto e corpo ovale per fognatura .....	35
1.11.2. Valvola di ritegno a sfera .....	36
1.11.3. Sfiato automatico a tripla funzione per fognatura .....	36
1.11.4. Giunti di smontaggio .....	37
1.12. TUBAZIONI PER ACQUEDOTTO .....	37
1.12.1. Tubazioni in ghisa sferoidale .....	37
1.12.2. Tubazioni in polietilene e relativi pezzi speciali .....	38

1.12.3.	Tubazioni in PVC tipo PN (norma UNI EN 1452) e relativi pezzi speciali .....	40
1.12.4.	Collaudi, prove, accettazione del materiale.....	41
1.13.	APPARECCHIATURE IDRAULICHE, ORGANI DI MANOVRA, ACCESSORI E PEZZI SPECIALI PER ACQUEDOTTO ....	41
1.13.1.	Prescrizioni generali .....	41
1.13.2.	Prescrizioni particolari.....	41
<b>2.</b>	<b>NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>43</b>
2.1.	NORME GENERALI .....	43
2.2.	TRACCIAMENTI .....	43
2.3.	SCAVI DI SBANCAMENTO .....	43
2.4.	FONDAZIONE E PAVIMENTAZIONE STRADALI.....	44
2.4.1.	Premesse.....	44
2.4.2.	Strato di materiali filtranti .....	44
2.4.3.	Sottofondazione stradale (tout-venant) .....	45
2.4.4.	Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale.....	45
2.4.5.	Sovrastruttura in conglomerato bituminoso .....	46
2.4.5.1.	Requisiti generali .....	46
2.4.5.2.	Strato di base.....	47
2.4.5.3.	Strati di collegamento (binder) e di usura (tappeto) .....	48
2.4.5.4.	Sigillatura superficiale dello strato di collegamento o di risagoma .....	51
2.5.	SCAVO A SEZIONE RISTRETTA .....	53
2.6.	OPERE PROVVISORIE .....	53
2.6.1.	Armatura a cassa chiusa .....	53
2.6.2.	Blindaggio degli scavi .....	54
2.6.3.	Palancolati .....	54
2.6.3.1.	Modalità esecutive dei palancolati .....	55
2.7.	SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA .....	56
2.8.	TUBAZIONI PER FOGNATURA.....	56
2.8.1.	Norme generali .....	56
2.8.2.	Trasporto, movimentazione, reinterro dei tubi.....	57
2.8.3.	Prove di tubazioni in opera e norme generali di collaudo.....	57
2.8.4.	Generalità delle prove di collaudo delle tubazioni a gravità secondo UNI 1610 .....	58
2.8.1.	Tubi in PRFV .....	58
2.8.1.1.	Posa in opera di condotte in PRFV.....	58
2.8.1.2.	Prove e collaudi in cantiere.....	60
2.8.2.	Tubazioni in ghisa.....	60
2.8.2.1.	Prova idraulica per tubazioni in ghisa .....	60
2.8.3.	Tubazioni in PVC e PEAD .....	60
2.8.3.1.	Prova idraulica delle condotte in PVC e PEAD .....	61
2.8.4.	Pozzetti .....	61
2.8.4.1.	Prova idraulica per pozzetti e camere di ispezione.....	61
2.8.4.2.	Rivestimenti in resine epossidiche di manufatti in calcestruzzo.....	61
2.9.	TUBAZIONI PER ACQUEDOTTO .....	62
2.9.1.	Trasporto, movimentazione, reinterro dei tubi.....	62
2.9.2.	Posa di condotte in acciaio con rivestimento interno in malta cementizia ed esterno in polietilene (tipo Fuchs).....	63
2.9.2.1.	Estremità del rivestimento interno in malta cementizia in caso di tubi previsti per saldatura testa a testa .....	64
2.9.2.2.	Estremità dei rivestimenti esterni in caso di tubi previsti per saldatura testa a testa.....	64
2.9.2.3.	Verifica dell'assenza di difetti del rivestimento esterno in polietilene .....	64
2.9.2.4.	Riparazioni del rivestimento esterno in polietilene .....	65

2.9.2.5.	Riparazioni del rivestimento antiroccia FZM o del rivestimento interno in malta cementizia .....	65
2.9.2.6.	Taglio a misura dei tubi in cantiere .....	65
2.9.2.7.	Esecuzione di forature su tubi Fuchs per acquedotto (esecuzione di allacciamenti) .....	66
2.9.3.	Istruzioni di posa per tubi d'acciaio tipo Fuchs con giunzione saldata.....	66
2.9.3.1.	Protezione anticorrosiva dei giunti (rivestimento esterno).....	66
2.9.3.2.	La saldatura dei tubi per acquedotto con giunti testa a testa .....	68
2.9.3.3.	Controlli sulle saldature.....	72
2.10.	PROVE DELLE CONDOTTE ACQUEDOTTISTICHE .....	74
2.10.1.	Norme Generali .....	74
2.10.2.	Norme di collaudo finali.....	76
2.10.3.	Pressione di collaudo .....	77
2.10.4.	Prove degli allacciamenti. ....	77
2.11.	LAVAGGIO E DISINFEZIONE DELLE CONDOTTE PER ACQUEDOTTO.....	77
2.12.	ATTRAVERSAMENTI ED INCROCI DI LINEE SOTTERRANEE.....	78
2.12.1.	Zona di influenza degli scavi in trincea – parallelismi ed incroci di linee sotterranee .....	78
2.12.2.	Prescrizioni per attraversamenti e parallelismi con le condotte di distribuzione del gas.....	80
2.12.2.1.	Parallelismi/incroci di altri servizi con tubazione gas metano esistente .....	80
2.12.2.2.	ESTRATTO NORMA UNI 10576 “Protezione tubi gas durante lavori nel sottosuolo” .....	82
2.13.	STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO, ACCIAIO E MURARIE .....	83
2.13.1.	Generalità.....	83
2.13.2.	Conglomerati cementizi, semplici, armati e precompressi.....	83
2.13.2.1.	Premesse.....	83
2.13.2.2.	Classificazione dei calcestruzzi.....	84
2.13.2.3.	Temperatura di getto.....	85
2.13.2.4.	Esecuzione del getto.....	85
2.13.2.5.	Vibrazione dei getti .....	86
2.13.2.6.	Giunti di costruzione nei getti.....	86
2.13.2.7.	Giunti di dilatazione.....	86
2.13.2.8.	Protezione del getto .....	86
2.13.2.9.	Prove di accettazione e controllo .....	88
2.13.2.10.	Casseforme.....	88
2.13.2.11.	Prove di tenuta delle vasche in cemento armato .....	89
2.13.2.12.	Collaudo.....	89
2.14.	ELETTROPOMPE.....	90
<b>3.</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>92</b>
3.1.	NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....	92
3.2.	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA .....	92
3.3.	AGGOTTAMENTI .....	93
3.4.	DEMOLIZIONI .....	93
3.5.	TUBAZIONI .....	94
3.6.	RINTERRI.....	94
3.7.	POZZETTI .....	94
3.7.1.	Allacciamenti .....	94
3.8.	CONGLOMERATI CEMENTIZI, CASSEFORME .....	95
3.8.1.	Conglomerati cementizi semplici armati e precompressi.....	95
3.8.2.	Casseforme .....	96
3.8.3.	Acciaio per c.a.....	96
3.9.	MURATURE.....	97
3.10.	OPERE METALLICHE .....	97
3.11.	PARATIE, DIAFRAMMI, PALANCOLE METALLICHE TIPO LARSSSEN O SIMILARI .....	97

---

3.12. FONDAZIONE E PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	98
3.12.1. Fondazione stradale .....	98
3.12.2. Pavimentazioni in conglomerato bituminoso .....	99
3.13. TRASPORTI .....	99
3.14. NOLEGGI.....	99
3.15. MANODOPERA.....	100



## **1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### **1.1. Condizioni generali**

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole d'arte nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi appositi articoli; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno soddisfare i requisiti richiesti dall'Elenco Prezzi. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/2000. L'Impresa ha l'obbligo di presentare detti certificati su richiesta della D.L.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

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 l'autorizzazione scritta del Direttore dei 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, ed a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

### **1.2. Prove**

#### **1.2.1. Studi preliminari di qualificazione**

L'Appaltatore, per poter impiegare i vari tipi di materiali prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire preventivamente al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un Laboratorio ufficiale relativo ai valori caratteristici richiesti.

I certificati, in rapporto ai dosaggi e composizioni proposti, dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi; essi dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### **1.2.2. Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite a spese dell'impresa, di norma, presso Laboratorio ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione 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 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.

Per qualsiasi tipo di prove relative ai conglomerati cementizi e alle strutture metalliche, si richiamano i contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 ed eventuali successive modifiche ed integrazioni. Per qualsiasi tipo di prove relativo agli altri materiali si richiamano le normative UNI vigenti, od in difetto quelle ISO, per ciascun campo di applicazione.

L'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, ad effettuare nei punti del cantiere indicati dalla D.L. i prelievi di calcestruzzo, curare la confezione dei provini e la relativa stagionatura; il tutto secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Le prove cui verranno sottoposti i manufatti e le tubazioni saranno, generalmente, quelli previsti nelle normative di riferimento per i singoli materiali, e negli articoli del Presente Capitolato senza esclusione di altre prove che la Direzione Lavori vorrà eventualmente e ulteriormente effettuare.

### **1.3. Caratteristiche dei vari materiali**

Con riferimento a quanto stabilito nel precedente articolo i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti in seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatto, di volta in volta, in base a giudizio della Direzione Lavori la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

### **1.4. Opere in conglomerato cementizio**

L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" emanate con D.M. 17 gennaio 2018, alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;

- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente alla approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

#### 1.4.1. Inerti

Gli inerti saranno costituiti da inerti fini (sabbia) con dimensione massima dei grani non superiore a 5 mm e da inerti grossi con dimensione non inferiore a 5 mm.

La dimensione massima degli inerti grossi sarà quella indicata dalla tabella delle classi dei calcestruzzi.

Gli inerti per i calcestruzzi e le malte dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n.2229, D.M. 01.11.1959 n.1363 ed altresì rispondere alle caratteristiche fissate nelle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliese, priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose.

L'inerte grosso dovrà essere costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.

In ogni caso tutti gli inerti forniti dall'Impresa saranno soggetti all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori che potrà sottoporli a spese dell'Impresa a tutte le prove che riterrà opportune.

La sabbia dovrà essere graduata secondo i seguenti limiti:

Lato del vaglio a foro quadrato (mm)	Percentuale passante (%)
4,760	100
2,380	80 ÷ 100
1,190	50 ÷ 85
0,590	25 ÷ 60
0,297	10 ÷ 30
0,149	2 ÷ 10

Il modulo di finezza della sabbia dovrà aggirarsi attorno a 2,3 con scarti di +/- 20%.

L'inerte grosso dovrà essere graduato in peso secondo la seguente relazione:

$$P = 1002 d/D$$

ove p è la percentuale in peso che passa attraverso i setacci di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.

Il modulo di finezza della miscela sabbia-ghiaia potrà variare tra 5,5 e 7,5.

La raccolta dei materiali lavati e vagliati dovrà avvenire in appositi sili o depositi muniti di drenaggi per scolare l'eccesso di acqua.

Gli inerti saranno misurati normalmente a peso con tolleranze del 2% tenendo conto del grado di umidità degli stessi.

Per la sabbia, la somma della percentuale in peso delle sostanze nocive quali: argilla, mica, limo, deve essere minore o uguale al 5%. Le sostanze organiche minori o uguali all'1%.

Per la ghiaia la percentuale di argilla, limo ecc., dovrà essere minore o uguale al 2% in peso.

Gli inerti avranno una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata od appiattita non dovrà eccedere il 15% in peso.

Gli inerti dovranno in particolare rispondere ai seguenti requisiti delle norme ASTM (American Society for Texting and Material) - Los Angeles - :

- Prova di abrasione (ASTM C 131): la perdita, usando la granulometria standard tipo A, non dovrà superare il 10% in peso dopo 100 rivoluzioni, oppure il 40% in peso dopo 500 rivoluzioni;
- Resistenza al solfato di sodio (ASTM C 88): la perdita media in peso dopo 5 cicli non dovrà superare il 5%;
- Peso specifico (ASTM C 127): il peso specifico del materiale secco non dovrà essere inferiore a 26 kN/mc (2600 kgf/mc).

#### **1.4.2. Cemento**

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico benessere tecnico europeo (eta), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'Impresa alle prove di accettazione che dovranno possedere i requisiti stabiliti dal Decreto del Ministero dell'Industria n. 314 del 12.07.1999.

Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.

Non sarà permesso mescolare fra di loro diversi tipi di cemento e per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili.

Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni.

Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

#### **1.4.3. Acqua**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della Direzione dei Lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

A discrezione della Direzione dei Lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Tabella 1 - Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese		minore 2000 mg/litro

Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

#### 1.4.4. Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giunte e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in bentonite, in PVC o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni, i nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi.

La esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dall'Ufficio di Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione sia a tenuta o meno delle strutture in c.a. dove indicato nei disegni o richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori verranno poste in opera lastre tipo Populit dello spessore di cm 2, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bituminato, oppure possono essere impiegati riempimenti con cartonfeltro bitumato o mastice di bitume o con polistirolo espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contratto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

#### 1.4.5. Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- acceleranti;
- ritardanti
- aeranti;
- antigelo.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2 e ad altre specifiche UNI applicabili.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

#### **1.4.5.1. Aeranti fluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La Direzione dei Lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

#### **1.4.5.2. Acceleranti di presa**

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123;

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

#### **1.4.5.3. Ritardanti di presa**

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;

- getti in particolari condizioni climatiche;
- singoli opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

#### **1.4.5.4. Additivi Aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### **1.4.5.5. Impermeabilizzanti**

Il calcestruzzo destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a  $10^{-9}$  cm/s;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti di acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E).

Il rapporto a/c deve essere  $0,42 \pm 0,44$  in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di  $10^{-12}$ ; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20°C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%.

Sempre a riguardo della impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cmc/cm<sup>2</sup> in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

#### 1.4.6. Ferro d'armatura

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella Tabella 2.

**Tabella 2 – Tipi di acciai per cemento armato**

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ( $6 \leq \varnothing \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ( $5 \leq \varnothing \leq 12$ mm)

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

L'Ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare la aderenza.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dall'Ufficio di Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori, tutte a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non dovrà essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e la idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.

In ogni caso l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri (D.M. 09.01.1996); resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

##### 1.4.6.1. Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione da eseguirsi sulle forniture ove per centro di trasformazione si intende un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato

quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni;

- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

### **1.5. Terre per la formazione dei rilevati e per gli strati della sovrastruttura**

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM 0,4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità WP) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità WL) nonché dall'indice di plasticità (IP: differenza tra i due limiti anzidetti). Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR UNI 10006 di cui alla tabella allegata.

Prospetto I Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre ghiaiose-sabbiose - Frazione passante al setaccio 0.075 UNI 2332 < 35%							Terre limo-argillose - Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-4	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrico.													
Frazione passante allo setaccio													
2 UNI 2332 %	<50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4UNI 2332 %	<30	<50	>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075UNI 2332%	<15	<25	<10	<35	<35	<35	<35	>35	>35	>35	>35	>35	>35
Caratteristiche della frazione passante allo setaccio 0,4 UNI2332													
Limite liquido	-	-	-	<40	>40	<40	>40	<40	>40	<40	>40	>40	>40
Indice di plasticità	<6		N.P.	<10	<10max	>10	>10	<10	<10	>10	>10	IP<LL30	IP>LL30
Indice di gruppo	0		0	0		<4		<8	<12	<16	<20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costruenti il gruppo	Ghiaia o breccia, Ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorio vulcanico,pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	terre di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							
Azione del gelo sulle qualità portanti dei terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media			Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Ritiro e rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve			Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla				
Identificatore dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo Aspri al tatto Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento Tenaci allo stato asciutto Non facilmente modellabili allo satto umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero Facilmente individuabili a vista
Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendo successivamente tra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo scuotimento apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione tra le dita													

Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:

- a) strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere passante almeno per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25% al 50% al setaccio n. 4 ASTM, dal 20% al 40% al setaccio n. 10 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 40 ASTM, dal 3% al 10% al setaccio n. 200 ASTM.
- L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40.
- Inoltre, l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.
- b) strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia, argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm, essere passante per almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55% al 85% al setaccio n. 4 ASTM, dal 40% al 50% al setaccio n. 10, dal 25% al 45% al setaccio n. 40 ASTM, dal 10% al 25% al setaccio n. 200 ASTM.
- L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40 ASTM. Inoltre, l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval si

eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.

Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009). Il materiale costipato alla densità massima AASHO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un indice CBR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base. Dopo l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0,5%. Per tutte le prove si farà comunque riferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori.

## 1.6. Pavimentazioni stradali

### 1.6.1. Fondazioni in misto granulare

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure come miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 ÷ 100
Crivello 25	60 ÷ 87
Crivello 10	35 ÷ 67
Crivello 5	25 ÷ 55
Setaccio 2,000	15 ÷ 40
Setaccio 0,400	7 ÷ 22
Setaccio 0,075	2 ÷ 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,0075 ed il passante 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

Il passante al setaccio n° 4 ASTM dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

IP=NP;

Per situazioni in cui  $0 < IP < 6$  deve effettuarsi la prova dell'equivalente in sabbia di cui al punto 6;

- 5) Nel caso in cui l'E.S. è compreso tra 25 e 35 l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà la verifica dell'indice di portanza-CBR saturo di cui al punto 7, questo anche se la miscela dovesse contenere più del 60% in peso di elementi frantumati.;

6) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

7) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dall'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Ufficio di Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

### **Prove di accettazione e controllo**

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dall'Ufficio di Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

#### **1.6.2. Strati di base**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

## Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n.27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0.18 (ASTM n.80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0.075 (ASTM n.200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

## Bitume

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n.24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n.35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n.43 (06.06.1974); B.U. C.N.R. n.44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n.50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

$u = (\text{temperatura di rammollimento alla prova "palla - anello" in } ^\circ\text{C}) - (25^\circ\text{C})$

$v = \log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in } mm \text{ a } 25^\circ\text{C})$

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2,000	20÷40
Setaccio 0,400	6÷20
Setaccio 0,180	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n.30 (15.03.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7,0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque, esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dall'Ufficio di Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nel precedente articolo relativo alle fondazioni stradali in misto granulare.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/mq.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R. n.40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

## Prove di accettazione e controllo

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali L'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5,0\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3,0\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n.40 del 30.03.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n.39 del 23.03.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre, con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dall'Ufficio di Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni l'Ufficio di Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

### 1.6.3. Strati di collegamento e di usura

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo

IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

### **Inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup> (1400 kgf/cm<sup>2</sup>), nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art.5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n.30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n.200 ASTM.

## Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso dell'Ufficio di Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

## Miscela

Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65÷100
Crivello 10	50÷80
Crivello 5	30÷60
Setaccio 2,000	20÷45
Setaccio 0,400	7÷25
Setaccio 0,180	5÷15
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9,0 kN (900 kgf). Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70÷100
Crivello 5	43÷67
Setaccio 2,000	25÷45
Setaccio 0,400	12÷24
Setaccio 0,180	7÷15
Setaccio 0,075	6÷11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n.30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10<sup>-6</sup> cm/s.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

### **Prove di accettazione e controllo**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

## **1.7. Materiali ferrosi e metalli vari**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore.

In particolare, a seconda delle diverse modalità di impiego, i materiali stessi (acciaio tondo in barre, liscio o ad aderenza migliorata per c.a., acciaio in barre, fili o trefoli per c.a. precompressi, piatti o profilati per strutture metalliche ecc.) dovranno essere conformi a tutte le norme di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche ed integrazioni.

Per altri materiali ferrosi e metalli vari dovranno essere altresì rispettati i requisiti di cui ai punti seguenti:

### **1.7.1. Ghisa**

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente

omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

### **1.7.2. Lamiera zincata**

La lamiera zincata per coperture, condotti, canali di gronda, scossaline, compluvi, ecc. dovrà essere della migliore qualità, di spessore uniforme, esente da screpolature, fenditure ed ossidazioni. La lavorazione per la curvatura dovrà essere fatta nel senso della laminazione.

Di norma lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi per metro quadrato, presente complessivamente sulle due facce della lamiera, sarà di 380 gr/mq e 610 gr/mq rispettivamente per zincatura normale e pesante, restando vietato l'uso di lamiera a zincatura leggera.

Per quanto riguarda gli spessori, la zincatura, le caratteristiche, le norme di accettazione, le prove, ecc. si richiamano le Norme di unificazione in vigore (UNI).

### **1.7.3. Profilati e le lamiere per parapetti, grigliati, tubi e strutture**

Quando richiesto dalla specifica voce di elenco prezzi, dovranno essere in acciaio inossidabile conforme alla classificazione AISI indicata in E.P. o sugli elaborati progettuali o, eventualmente, dalla Direzione Lavori. Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme: UNI 3666/65, 4008/66, 4009/66, 4261/66, 4262/66, 4263/65, 4530/73, 5687/73, 5890/66, 5891/66, 6375/68, 6376/68.

Ad ogni modo per tutti i materiali ferrosi l'Impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e il materiale presenti evidenti difetti, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio potrà rifiutare in tutto o in parte la partita fornita.

## **1.8. Geotessili in tessuto non tessuto**

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica o termosaldati. Le prestazioni meccaniche devono essere isotrope.

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa sulla marcatura CE, dovrà essere disponibile la certificazione di conformità del materiale redatta da un Ente certificatore esterno autorizzato, tale

certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura, riportando le caratteristiche meccaniche di seguito esposte.,

Le caratteristiche dei geotessili prescritti sono indicate nella tabella seguente in relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro:

TIPO A: per trincee drenanti in suoli limosi e argillosi

TIPO B: per trincee drenanti in suoli diversi dal tipo A

TIPO C: per controllo delle erosioni di sponda

TIPO D: per separazione e rinforzo su strade ad alto traffico

Caratteristiche	Norma riferimento	Unità	A	B	C	D
<b>Proprietà generali</b>						
Peso unitario	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	125	136	165	190
Spessore sotto 2 kN/m <sup>2</sup>	EN ISO 9863-1	mm	0.45	0.47	0.49	0.57
Spessore sotto 200 kN/m <sup>2</sup>	EN ISO 9863-1	mm	0.37	0.39	0.40	0.48
<b>Proprietà meccaniche</b>						
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	8.5	9.0	12.6	13.1
Allungamento	EN ISO 10319	%	52	52	52	52
Resistenza al 2% allungamento	EN ISO 10319	kN/m	1,78	1,89	2,55	2,84
Resistenza al 5% allungamento	EN ISO 10319	kN/m	3.8	4.0	5.2	5.7
Punzonamento CBR*	EN ISO 12236 o DIN 54307	N	1200	1250	1800	1850
Penetrazione dinamica cono	EN918	mm	33	29	30	22
Lacerazione	ASTM D4533	N	320	370	335	460
<b>Proprietà idrauliche</b>						
Permeabilità sotto 20 kN/m <sup>2</sup>	DIN 60500-4	1 Q4 m/s	3.2	2.8	1.7	1.9
Permeabilità sotto 200 kN/m <sup>2</sup>	DIN 60500-4	1 o m/s	1.8	2.0	1.2	1.4

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e presentare una buona resistenza fino ad alcuni mesi se a contatto diretto con la luce solare.

### 1.9. Chiusini, griglie, caditoie in ghisa sferoidale

Chiusini, griglie e caditoie in ghisa dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Chiusini, griglie e caditoie saranno di tipo perfettamente conforme alla norma UNI EN 124.

Al fine di consentire un collegamento univoco tra le seguenti documentazioni da fornire:

- Certificato ISO 9001:2008 dello stabilimento di produzione con indicazione univoca del luogo di fabbricazione;
- Certificato ISO 14001 dello stabilimento di produzione (Sistema di gestione ambientale);
- Certificazione OHSAS 1800 1:2007 - Sistema di gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro
- Dichiarazione di conformità alla classe della EN 124: 1994);
- Rapporti di prova (carico di prova e freccia residua, secondo cap.8 della EN 124: 1994);

- Analisi metallurgica (Analisi chimica della ghisa e prove meccaniche, secondo ISO 1083/EN 1563 per la gradazione della ghisa 500-7 o GJS 500-7);
- Certificazione qualità prodotto (Marchio di qualità) di terza parte attestante la completa conformità del prodotto alla norma di riferimento (EN 124:1994) e per tutti i dispositivi appartenenti alle classi D400/E600/F900, il superamento di specifiche prove dinamiche (stradali) a garanzia della compatibilità delle sedi di appoggio, della stabilità dei coperchi/gnanglie e della non emissione di rumore quando sottoposti alle sollecitazioni del traffico;

ed i materiali oggetto della fornitura, su ogni elemento componente il dispositivo dovranno essere riportati di fusione i seguenti codici;

- Codice identificativo del singolo elemento componente il dispositivo,
- Codice identificativo del modello utilizzato,
- Data e/o campagna di fusione,
- Numero della pratica di certificazione qualità prodotto,
- Codice di identificazione dello stabilimento di produzione (se non esplicitamente riportato sui materiali).
- Tali codici dovranno apparire nei contenuti dei predetti documenti di accompagnamento dei materiali.

## **1.10. Tubazioni per fognatura**

### **1.10.1. Tubazioni in cemento armato vibrato**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$  MPa;
- alta resistenza ai solfati;
- lunghezza non inferiore a metri 2,00;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina.

I tubi avranno incastro a bicchiere sagomato e guarnizione di tenuta a rotolamento di gomma sintetica con durezza di 40 +/- 5° IRHD, conforme alle norme UNI EN 681:2006. La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio e sulla femmina d'apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni, a sezione interna circolare, dovranno essere conformi alla norma DIN 4032, esenti da fori passanti. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR) comandate dall'esterno dello scavo.

### **1.10.2. Tubazioni in PVC tipo SN (norma UNI EN 1401) e relativi pezzi speciali**

Le tubazioni, i raccordi ed i pezzi speciali in PVC per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN, e contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP. Saranno dotati di giunto a bicchiere con anello in gomma.

Prima di procedere alla posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il direttore dei lavori lo riterrà opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

Non saranno accettati tubi PVC a norma UNI 7447 tipo 303/1-2, in quanto sono stati sostituiti dai tubi a norma UNI EN 1401-1 tipi SN4, SN8.

Tubi PVC SN4 - SDR 41

Ø esterno mm	Spess. mm	Ø interno mm	Peso kg/m
110	3,2	103,6	1,61
125	3,2	118,6	1,84
160	4,0	152,0	2,94
200	4,9	190,2	4,50
250	6,2	237,6	7,12
315	7,7	299,6	11,1
400	9,8	380,4	18,0
500	12,3	475,4	28,2
630	15,4	599,2	44,6

Tubi PVC SN8 - SDR 34

Ø esterno mm	Spess. mm	Ø interno mm	Peso kg/m
110	3,2	103,6	1,61
125	3,7	117,6	2,11
160	4,7	150,6	3,44
200	5,9	188,2	5,39
250	7,3	235,4	8,34
315	9,2	296,6	13,2
400	11,7	376,6	21,4
500	14,6	470,8	33,4
630	18,4	593,2	53,0

### 1.10.3. Tubazioni e pezzi speciali in ghisa per fognatura per linea principale

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere prodotte in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione e fabbricazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 10% per i DN 80 ÷ 1000 mm  
7% per i DN 1100 ÷ 2000 mm
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- |  |        |
|--|--------|
| - per diametri nominali DN 100 ÷ 600 mm incluso:     | 6 m    |
| - per i diametri nominali DN 700 ÷ 1000 mm incluso:  | 7 m    |
| - per i diametri nominali DN 1100 ÷ 2000 mm inclusi: | 8,15 m |

Le relative tolleranze sono conformi alla norma EN 598.

I tubi dovranno avere un'estremità a banchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero a profilo divergente conforme alle norme EN 681-1 e UNI 9163, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

Le deviazioni angolari ammissibili permesse dal giunto elastico automatico saranno le seguenti:

DN 80 ÷ 150	5°
DN 200 ÷ 300	4°
DN 350 ÷ 600	3°
DN 700 ÷ 800	2°
DN 900 ÷ 2000	1° 30'

Per la giunzione di tipo elastico automatico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al paragrafo 7 della norma EN 598 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)".

Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione secondo la norma EN 598 e certificato secondo quanto prescritto al paragrafo 7 sempre della suddetta norma in originale o copia conforme rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45000 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)".

Lo spessore del cemento alluminoso sarà conforme a quanto indicato nella Norma EN 598.

Esternamente le tubazioni dovranno essere rivestite con uno strato di zinco purissimo di 200 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione conforme alla norma EN 598, e successivamente verniciate con vernice epossidica rossa.

L'interno del banchiere e l'esterno dell'estremità liscia, ovvero le parti metalliche a contatto con l'effluente, saranno rivestiti con vernice epossidica rossa.

Il collaudo in fabbrica delle tubazioni sarà effettuato mediante prova idraulica di tenuta sotto una pressione di 32 bar per tutti i diametri.

### **Raccordi**

I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere prodotti in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione, fabbricazione e commercializzazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 (ed EN 545 quando necessario per i raccordi a pressione) emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000.

I raccordi dovranno essere contrassegnati con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598 ed EN 545 per i raccordi a pressione.

In particolare, i raccordi dovranno essere ottenuti mediante il procedimento produttivo del colaggio del metallo entro forme in sabbia e successiva sabbiatura.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 5%
- durezza Brinell:  $\leq 250$  HB

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero a profilo divergente conforme alle norme EN 681-1 e UNI 9163, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

Per la giunzione di tipo elastico automatico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al paragrafo 7 della norma EN 598 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)"

I tipi e le dimensioni dei raccordi per condotte in pressione dovranno essere quelli indicati nella norma EN 545.

I raccordi dovranno inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia con forature a norma UNI EN 1092-2.

Esternamente ed internamente i raccordi dovranno essere rivestiti con uno strato di resina epossidica rossa dello spessore non inferiore a 250 microns.

Le deviazioni angolari ammissibili permesse dal giunto elastico automatico saranno le seguenti:

DN 80 ÷ 150	5°
DN 200 ÷ 300	4°
DN 350 ÷ 600	3°
DN 700 ÷ 800	2°
DN 900 ÷ 2000	1° 30'

Per le tratte in pressione, dovranno essere impiegati giunti antisfilamento. La guarnizione, realizzata in elastomero di qualità EPDM, conforme alla norma EN 681-1, dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere e una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

Il trasferimento degli sforzi assiali atti a realizzare il dispositivo antisfilamento dovrà essere ottenuto mediante inserti metallici annegati nella guarnizione, che aderiranno sulla estremità liscia del tubo e vi si ancoreranno per attrito quando la condotta sarà messa in pressione.

Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545:2010 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)".

Potranno eccezionalmente essere impiegati raccordi con giunto elastico meccanico conformi alla norma EN 545, con controflangia e bulloni, il cui serraggio assicura la tenuta di una guarnizione in elastomero EPDM, conforme alle norme EN 681-1 e UNI 9164, all'interno di un bicchiere, provvisti di rivestimento interno ed esterno in vernice di tipo sintetico conformemente alla norma EN 545, per particolari necessità di cantiere e di collegamento tra elementi adiacenti della condotta.

Anche per tale giunzione di tipo elastico meccanico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo European Cooperation for accreditation (EAC)

Le deviazioni angolari permesse dal giunto di tipo elastico meccanico saranno le seguenti:

DN 80 ÷ 150	5°
DN 200 ÷ 300	4°
DN 350 ÷ 600	3°
DN 700 ÷ 800	2°
DN 900 ÷ 2000	1° 30'

Il collaudo in fabbrica per i raccordi a pressione sarà effettuato preferibilmente ad aria secondo quanto prescritto dalla Norma EN 598, EN 545.

#### **1.10.4. Tubazioni e pezzi speciali in ghisa a giunto antisfilamento tipo UNIVERSAL STD VE**

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere prodotte in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione e fabbricazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 10% per i DN 80 ÷ 1000 mm  
7% per i DN 1100 ÷ 2000 mm
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per diametri nominali DN 100-700 mm incluso: 6 m

Le relative tolleranze sono conformi alla norma EN 598.

I tubi dovranno avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico automatico e antisfilamento di tipo UNIVERSAL STD VE con bicchiere a doppia camera: quella interna alloggerà la guarnizione in NBR che assicura la tenuta idraulica, quella esterna alloggerà l'anello antisfilamento da applicare tra il bicchiere esterno e l'estremo liscio provvisto di cordone di saldatura.

DN 100/300	deviaz. angol.3°
DN 400/500	deviaz. angol.3°
DN 600-700	deviaz. angol.2°

Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione secondo le norme ISO 4179 ed EN 598. Lo spessore del cemento alluminoso sarà conforme a quanto indicato nella Norma EN 598.

Esternamente le tubazioni dovranno essere rivestite con uno strato di zinco puro di 200 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione conforme alla Norma EN 598, e successivamente con uno strato di finitura di vernice epossidica rossa.

L'interno del bicchiere e l'esterno dell'estremità liscia, parti metalliche a contatto con l'effluente, saranno rivestiti con vernice epossidica rossa.

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica di tenuta sotto una pressione di:

per DN minori o uguali a 300 mm	32 bar
per DN 350-600 mm	25 bar
per DN uguali a 700 mm	32 bar

### **Raccordi**

I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere prodotti in stabilimento certificato a norma EN ISO 9001:2000 e conformi alla norma EN 598.

In particolare, i raccordi dovranno essere ottenuti mediante il procedimento produttivo del colaggio del metallo entro forme in sabbia e successiva sabbiatura.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 5%
- durezza Brinell: ≤ 250 HB

I raccordi per condotte in pressione dovranno essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria ad una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (EN 598).

Dovranno inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia con forature a norma UNI EN 1092-2/99.

La guarnizione che assicura la tenuta idraulica sarà in NBR.

I raccordi e componenti per condotte a pelo libero dovranno garantire una tenuta idraulica, nei confronti della pressione interna ed esterna, non inferiore a 2 bar, secondo la norma EN 598.

I raccordi dovranno avere le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia, con forature a norma UNI EN 1092-2/99.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico automatico e antisfilamento di tipo UNIVERSAL STD VE con bicchiere a doppia camera: quella interna alloggerà la guarnizione in NBR che assicura la tenuta idraulica, quella esterna alloggerà l'anello antisfilamento da applicare tra il bicchiere esterno e l'estremo liscio provvisto di cordone di saldatura.

I raccordi dovranno essere inoltre rivestiti internamente ed esternamente con vernice epossidica rossa.

#### **1.10.5. Tubazioni in ghisa per fognatura per allacciamenti**

Le tubazioni in ghisa sferoidale aventi DN da 150 a 300 mm. atte al trasporto di acque reflue a regime gravitativo dovranno essere prodotte in stabilimenti ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione Europea operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione, fabbricazione e commercializzazione certificata da un Organismo Terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 emessa da un Organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598.

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per diametri nominali da 80 a 300 mm incluso: 6 m

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: 10%
- durezza Brinell:  $\leq 230$  HB

e comunque tali da assicurare una rigidità diametrale almeno pari a 32 KN/m<sup>2</sup>.

I tubi saranno provvisti di un'estremità a bicchiere per giunzione di tipo elastico automatico realizzata a mezzo di un anello in elastomero atto a permettere deviazioni angolari comprese tra 5° ed almeno 3°30' e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta.

La guarnizione, di specifica geometria a forma alveolare atta a ridurre le sollecitazioni di compressione, conformemente alla norma EN 681-1 sarà realizzata in elastomero NBR tipo WG, e sarà alloggiata all'interno del bicchiere al fine di poter assicurare la perfetta tenuta.

La giunzione completa delle prove di prestazione previste nella norma EN 598, garantisce pressioni di funzionamento ammissibile pari a 0-0,5 bar fino ad una sovrappressione massima pari a 2 bar (PEA).

Le tubazioni saranno rivestite esternamente con uno strato di zinco purissimo di 200 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione, successivamente completato da uno strato di finitura in vernice epossidica secondo quanto indicato nella norma EN 598.

Internamente, secondo quanto indicato nella norma EN 598, le tubazioni saranno rivestite con uno strato di vernice epossidica bicomponente di spessore pari ad almeno 300 micron atto al trasporto di effluenti aventi valori di pH compresi tra 3 e 11.

#### **1.10.6. Tubazioni e pezzi speciali in acciaio**

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e certificato da un ente

competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Hanno valore le norme UNI EN 10224-2003 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori. I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

#### 1.10.7. Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.

I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.

Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico. In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corondone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. La rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura ("pitting") o interstiziali ("crevice"). Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti. Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10, ed in particolare dovranno fare riferimento alla seguente tabella:

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Ø est. [mm]	33.7	42.4	48.3	60.3	76.1	88.9	114.3	141.3	168.3	219.1	273.0	323.9	355.6	406.4	508.0
spessore [mm]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0

Le curve a 90° (con raggio di curvatura  $\geq 1.5 D$ ) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9. I raccordi a "T" dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31.

Il collegamento tra tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale dovrà avvenire con giunzioni a serraggio meccanico tipo "STRAUB". Per giunzioni "tipo STRAUB" sono da intendersi giunzioni a serraggio meccanico in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), che lavorano per flessione e non per

reazione elastica della gomma, e sono in grado quindi di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell'invecchiamento. Queste giunzioni devono poter permettere deviazioni angolari fino a 5° in ogni direzione, e possono unire tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi.

Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox può avvenire anche mediante saldatura o giunzioni a flange.

La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm. La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti. I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura). I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI EN 287-1:1993, UNI EN ISO 9606-4:2004, UNI 8032, UNI EN 288/1, UNI EN 288/2, UNI EN 288/3.

L'esecuzione della giunzione a flange avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 millimetri. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle UNI EN 1092-1:2003.

I tipi di flangie da impiegarsi sono:

- flangie cieche UNI EN 1092-1:2003;
- flangie da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI EN 1092-1:2003;
- flangie da saldare di testa UNI EN 1092-1:2003.

Le flangie saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm<sup>2</sup>.

La superficie di tenuta sarà:

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| a gradino secondo      | UNI EN 1092-1:2003  |
| a faccia piana secondo | UNI EN 1092-1:2003. |

## **1.11. Paratoie, saracinesche e valvole, accessori idraulici per fognatura**

### **1.11.1. Saracinesca a cuneo gommato a corpo piatto e corpo ovale per fognatura**

Le saracinesche dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

#### **Caratteristiche costruttive**

- Esecuzione a corpo piatto o corpo ovale secondo quanto indicato negli elaborati di progetto e/o prescritto dalla Direzione dei Lavori;
- corpo, coperchio, dado e collare in ghisa sferoidale GS 400-15/7 con rivestimento in epossidico spessore minimo 250 micron;

- cuneo in ghisa sferoidale con scarico antigelo e guide laterali ricavate per fusione, interamente rivestito con gomma sintetica NBR dotata di marcatura in accordo con la norma EN 681;
- vite di acciaio inox al 13% di Cr, dotato di foro di collegamento posto nel quadro superiore, per il collegamento mediante spina alla eventuale asta di prolunga;
- boccia di centraggio vite-coperchio in ottone con rondella di centraggio dado-coperchio in acciaio tipo Z6 CN18.8 e guarnizione in nitrile;
- corpo del tipo a passaggio totale con guide laterali ricavate per fusione;
- coperchio realizzato in un'unica fusione con opportune sedi rettificate per gli organi di tenuta;
- sistema di tenuta o-ring sostituibile in esercizio protetto con guarnizione in gomma antipolvere
- tenuta secondaria mediante 2 O-ring alloggiati in sedi rettificate;
- collegamento corpo coperchio mediante viti annegate e protette con materiale sintetico;
- guarnizione di tenuta corpo-coperchio del tipo toroidale, alloggiata in sede dedicata, ricavata per fusione o rettifica e meccanicamente bloccata dal serraggio fra i due componenti, dotata di marcatura in accordo con la norma EN 681 per uso acqua;
- foratura flange secondo richiesta, a norma UNI EN 1092-2 PN 10.

**Requisiti**

- Produzione europea;
- certificazione ISO 9001 rilasciata dal produttore;
- provata e certificata ad una pressione di 1,5 PN per il corpo, 1,1PN per il cuneo

**Conformità alle norme**

- Prodotto: EN 1074-1 e 2, ISO 7259
- Collaudi in stabilimento: EN12266, EN1074
- Scartamento in accordo a: ISO 5752, EN 558 serie 14 per le tipo 23
- Foratura delle flange di collegamento: EN 1092-2, EN 7005-2

**1.11.2. Valvola di ritegno a sfera**

Le valvole dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Le valvole dovranno garantire un funzionamento perfetto in ogni condizione sia in verticale che in orizzontale o in ogni altra posizione intermedia o rovesciata, e saranno previste per le seguenti caratteristiche:

- pressione massima di esercizio conforme a quanto indicato in elenco prezzi e negli altri elaborati progettuali;
- corpo, coperchio di ispezione e sede in ghisa sferoidale con rivestimento in epossidico blu 250 micron minimo;
- materiale della sfera: ghisa sferoidale o alluminio AK 11 o acciaio ricoperto da strato di gomma NBR;
- guarnizione corpo-coperchio in gomma NBR
- foratura flange a norma UNI EN 1092-2.

**1.11.3. Sfiato automatico a tripla funzione per fognatura**

Lo sfiato garantirà il buon funzionamento della rete in pressione svolgendo le tre funzioni di degasaggio in pressione dell'aria presente e il rientro o l'uscita di grandi volumi d'aria in occasione di svuotamento o riempimento delle condotte.

Gli sfiati dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Sfiato automatico a tre funzioni per fognatura tipo CSA SCF o similare in esecuzione PN 16 con le seguenti caratteristiche:

- Corpo inferiore e corpo superiore: ghisa sferoidale, GJS 500-7 verniciati con polveri epossidiche applicate con tecnologia a letto fluido;
- coperchio per evacuazione filettato 1" F: PVC;
- sede dell'otturatore: acciaio inox AISI 304;
- boccaglio e sede guarnizione: acciaio inox AISI 316;
- otturatore foro maggiore: polipropilene;
- diffusore e manicotto di guida: acciaio inox AISI 304;
- galleggiante e asta di collegamento: acciaio inox AISI 316;
- guarnizioni di tenuta e del boccaglio: NBR;
- bulloneria: acciaio inox A2;
- rubinetto di controllo: ottone nichelato
- flangiatura a norma UNI EN 1092-2 PN 16.

Lo sfiato dovrà riportare in modo stabile ed indelebile i seguenti dati: nome del costruttore, modello, diametro, anno e lotto di costruzione e dovrà essere provato e certificato ad una pressione di 1,5 PN per il corpo, 1,1PN per l'otturatore e boccaglio.

#### **1.11.4. Giunti di smontaggio**

I giunti di smontaggio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

I giunti di smontaggio saranno in tre pezzi composti da tre flange forate secondo EN 1092-2 PN 10,16,25 a seconda delle prescrizioni degli elaborati di progetto, in acciaio al Carbonio S235JR UNI 10025-2 e corpi tubolari in acciaio collegati con saldature esterne ed interne alle flange e con o-ring in elastomero in EPDM tra i corpi e la flangia centrale con tiranti e dadi rispettivamente in acciaio con protezione elettrolitica (zincatura elettrolitica).

Dovranno essere forniti completi di tappi di protezione in gomma alle due estremità delle barre filettate. Garantire un'escursione massima di almeno 50 mm (+ o - 25 mm per parte).

Il rivestimento interno ed esterno dovrà essere previsto con vernice epossidica di spessore minimo 150 micron previa sabbiatura grado Sa 2.5, e verniciatura a forno con polvere epossidica applicata con processo elettrostatico a forno.

Tutti i materiali dovranno essere interamente conformi alle specifiche del Ministero della Sanità per il trasporto di acqua potabile.

Il collaudo dei giunti dovrà essere previsto ad una pressione pari a 1,5 volte la PFA+ 1 bar, e sarà eseguito a campione.

### **1.12. Tubazioni per acquedotto**

#### **1.12.1. Tubazioni in ghisa sferoidale**

I tubi da impiegare dovranno essere della classe 40, K 9 o superiore, atti a resistere alla pressione di 40 atm. in esercizio, idonei al trasporto di liquidi alimentari;

La ghisa costituente le tubazioni sarà a grafite sferoidale con una massa volumica di 7.050 Kg/mc.;

Le tubazioni di ghisa sferoidale per condutture in pressione saranno ottenute per centrifugazione e ricottura;

I tubi saranno del tipo a bicchiere in elementi della lunghezza di m. 6,00.

I tubi dovranno essere rivestiti internamente con una malta cementizia, composta da cemento sabbia e acqua, applicata per centrifugazione o mediante turbina centrifuga, confezionata con cemento 325 d'altoforno e forniti di rivestimento esterno secondo normativa UNI EN 545.

Il bicchiere sarà sagomato per alloggiare opportunamente la guarnizione di gomma ed avrà un tratto a sezione sagomata tale da permettere le deviazioni angolari tra i tubi accoppiati, la guarnizione di gomma presenterà all'esterno un apposito rilievo opportunamente dimensionato che ne permette il perfetto alloggiamento all'interno del bicchiere.

Sopra ciascun tubo dovranno essere chiaramente impressi con tinta indelebile:

- 1) la ragione sociale del fabbricante;
- 2) il diametro nominale;
- 3) il tipo di materiale (GS);
- 4) il tipo di giunto;
- 5) la classe del tubo.

Le raccorderie per le giunzioni delle tubazioni in ghisa e i pezzi speciali dovranno essere in ghisa sferoidale, comunque, quelli in uso dall'Ente Gestore e/o prescritti dalla D.L., se non già indicati nel presente capitolato e in ogni caso adatti per pressioni nominali pari o superiori ai tubi.

Ogni altro tipo di giunzione dovrà essere specificatamente autorizzata dall'Amministrazione appaltante.

In ogni caso le tubazioni, compresi i rivestimenti e qualsiasi altro accessorio inerente, dovranno essere conformi alle vigenti normative e specificatamente alla norma UNI EN 545.

### **1.12.2. Tubazioni in polietilene e relativi pezzi speciali**

Tubi in polietilene alta densità PE/A denominato PE100 sigma 80 blu di tipo Trenchless System, cioè con prestazioni tali da poter essere impiegati con tecniche "senza scavo" o con scavo ma senza necessità del letto in sabbia. I tubi devono essere atossici e idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare, conformi alla norma EN12201, rispondenti al DM 06/04/2004 n. 174, al DM 21/03/73 per i liquidi alimentari, aventi caratteristiche organolettiche rispondenti al D.Lgs. 02/02/2001 n. 31, verificate secondo EN 1622, e prodotti con materia prima al 100% vergine conforme ai requisiti della norma EN12201.

#### **Requisiti della materia prima**

PE 100 conforme di base ai requisiti UNI EN12201 parte 1 e con caratteristiche, qui sotto riportate, la cui conformità deve essere documentata in sede di offerta, dai produttori di materia prima e copie dei relativi report, devono essere allegati. In particolare, la documentazione deve riportare i valori, superiori ai minimi di norma al fine di garantire adeguato livello di sicurezza e idoneità all'uso:

MRS  $\geq$  10 MPa (curve di regressione del polimero secondo ISO TR 9080),

OIT (Oxidation Induction Time)  $\geq$  50 min a 200 °C,

RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11 / 0° / 10,0 bar (Diam 250), 24,0 bar (Diam 500),

Per la specifica resistenza alla propagazione lenta della fessura e ai carichi concentrati correlati alla idoneità all'uso dei tubi con pose senza letto in sabbia, devono essere documentati i valori:

SCG (Slow Crack Growth)  $>$  5000 h / 80° / 9,2 bar, SDR11, Diam 110 o 125 (Notch Test secondo EN ISO 13479)

Resistenza specifica alla pressione interna  $>$  8760 h,  $\sigma = 4$  MPa, 80°C, in bagno di soluzione di tensioattivo (Arkopal) al 2% in presenza di carico concentrato sul tubo.

#### **Requisiti dei tubi:**

I tubi devono essere conformi a EN12201 parte 2. Le estremità sono lisce, i tubi sono forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro.

I tubi sono prodotti con PE100 ad elevate prestazioni documentate dal produttore (vedi paragrafo precedente), in particolare per la "resistenza alla propagazione lenta della frattura" e la "resistenza ai carichi concentrati", tali da rendere i tubi durevoli per l'intera vita utile della condotta e idonei a pose senza scavo (trenchless) o con scavo senza letto in sabbia.

Il colore deve essere blu. Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e difettosità.

**Diametri:**

Le tubazioni in polietilene dovranno essere fornite in rotoli di lunghezza varia od in barre, per diametri maggiori, adatte per pressione nominale come descritta nell'elenco prezzi di contratto.

Le loro caratteristiche per la serie decimale rapportate a quella in pollici saranno le seguenti:

diametro 3/4"	del diametro esterno di mm. 25
diametro 1"	del diametro esterno di mm. 32
diametro 1"1/4	del diametro esterno di mm. 40
diametro 1"1/2	del diametro esterno di mm. 50
diametro 2"	del diametro esterno di mm. 63
diametro 2"1/2	del diametro esterno di mm. 75
diametro 3"	del diametro esterno di mm. 90
diametro 4"	del diametro esterno di mm. 110-125

**Marcatura:**

Tutti i tubi devono essere permanentemente marchiati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità dei marchi.

Il colore delle informazioni stampate deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura delle tubazioni deve essere leggibile senza ingrandimenti.

**Marcatura minima richiesta:**

La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma UNI EN 12201-2 e riportare quindi indelebilmente almeno:

- numero della norma UNI EN12201
- nome del fabbricante
- Diam. X sp,
- SDR e PN,
- identificazione materiale,
- data di produzione,
- n.ro trafilatura,
- n.ro lotto,
- marchi di qualità.

L'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e d'ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla D.L. comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.

Le raccorderie per le giunzioni delle tubazioni in polietilene e i pezzi speciali dovranno essere in ghisa sferoidale o in ottone secondo quanto indicato nel presente capitolato, comunque quelli in uso dall'Ente Gestore e/o prescritti dalla D.L., e in ogni caso adatti per pressioni nominali pari o superiori ai tubi.

Ogni altro tipo di giunzione dovrà essere specificatamente autorizzato dall'Amministrazione appaltante.

### 1.12.3. Tubazioni in PVC tipo PN (norma UNI EN 1452) e relativi pezzi speciali

Le tubazioni di PVC-U, esenti da cariche plastificanti, dovranno essere del tipo adatto al convogliamento di acqua potabile, idonei alla realizzazione di reti acquedottistiche interrate, impianti irrigui, condotte fuori terra e per fognature in pressione prodotti in conformità alla norma UNI EN1452, al DM 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Tali tubazioni, su indicazione della Stazione Appaltante, potranno essere impiegate anche per realizzazione di condotte fognarie di linea o di allacciamento.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIP-UNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma. Il materiale non dovrà contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento.

La miscela impiegata per la fabbricazione dei tubi della fornitura deve essere conforme a UNI EN1452-1.

I tubi conformi a UNI EN1452-2, sono a bicchiere con guarnizione a tenuta o bicchiere ad incollaggio o ad estremità lisce e forniti in barre di lunghezza commerciale di sei metri.

Tubi e raccordi devono riportare in maniera visibile e indelebile la seguente marcatura minima secondo la

- normativa di riferimento:
- nome del fabbricante
- Marchio di Qualità del prodotto
- numero norma di riferimento UNI EN1452
- materiale PVC-U
- Diametro esterno e spessore
- Pressione nominale PN
- data di produzione, n.ro lotto, n.ro turno, n.ro trafilatura.

Le giunzioni bicchiere/guarnizione devono essere tali da garantire la tenuta idraulica in esercizio e la tenuta alle eventuali depressioni che occorressero sulla linea ed essere tali da permettere la massima velocità di posa nella massima sicurezza.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI EN 681/1.

Il produttore di tubi deve documentare l'esito positivo dell'avvenuto collaudo del sistema bicchiere/guarnizione, come prescrive la norma di riferimento eseguito secondo:

- a) EN ISO 13844 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;
- b) EN ISO 13845 Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U – Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alle norme UNI EN ISO 9001 del proprio Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da società di certificazione riconosciute e accreditate Sincert.

b) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) alla norma di riferimento, rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da società di certificazione riconosciute e accreditate Sincert.

c) I tubi devono essere forniti accompagnati da documentazione del produttore relativa ai collaudi delle giunzioni bicchiere/guarnizione, come riportato nel paragrafo precedente, e attestanti l'esito positivo delle prove stesse.

#### **1.12.4. Collaudi, prove, accettazione del materiale**

Per ogni fornitura di tubi e giunti devono eseguirsi nello stabilimento di produzione le operazioni ordinarie di collaudo.

Dette operazioni consistono:

- nel controllo delle caratteristiche geometriche dei tubi e dei giunti (diametro, lunghezza, spessore e forma);
- nell'esecuzione delle prove d'accettazione, quali: prova di resistenza di tenuta per le giunzioni, prova di pressione idraulica interna, determinazione del peso specifico del materiale costituente la tubazione, tolleranze sul diametro e sullo spessore, prova di durezza Brinell.

Esse dovranno essere svolte secondo le norme stabilite dalle tabelle UNI EN 545-95 citate alle quali rimandiamo.

Tutte le tubazioni devono essere posate su un letto di 15 cm. e avvolte sempre con uno spessore minimo di 15 cm. di sabbia di frantoio ben costipata.

#### **1.13. *Apparecchiature idrauliche, organi di manovra, accessori e pezzi speciali per acquedotto***

##### **1.13.1. Prescrizioni generali**

Saranno di fabbricazione normale e di prima scelta, ogni apparecchio dovrà essere idoneo per essere montato e collegato alle tubazioni secondo gli schemi standard correnti, sulla superficie esterna d'ogni apparecchio dovrà risultare a fusione, la marca della casa fornitrice, il diametro di passaggio e la freccia per la direzione della corrente, tutte le parti in ghisa o in ferro che non siano da verniciare, dopo il collaudo in officina, dovranno essere catramate internamente ed esternamente, tutti gli apparecchi saranno provati in stabilimento alla pressione indicata per ciascuno di essi e come appresso, la campionatura degli apparecchi dovrà essere accompagnata da descrizioni, fotografie, pesi, illustrazioni e referenze d'ogni apparecchio proposto.

In ogni caso le apparecchiature e gli accessori idraulici, gli organi di manovra, i pezzi speciali, etc. dovranno essere quelli richiesti in uso dalla Stazione Appaltante o dal Gestore.

##### **1.13.2. Prescrizioni particolari**

###### ***Asta di manovra, chiusini in ghisa rialzabili per presa, per saracinesca e loro accessori***

L'asta di comando dovrà essere composta da asta di manovra telescopica in acciaio zincato a sezione quadrata, tubo protettore in PE avvitabile, manicotto di connessione e d'attacco all'albero di manovra, cappellotto di manovra, ecc., predisposta per altezze minime di m. 1,00.

I chiusini e gli accessori richiesti dovranno essere del tipo pesante, con rivestimento bituminoso, con sagoma regolare, privi di soffiature, predisposti per essere installati su sedi stradali e idonei a sopportare carichi stradali, del tipo RIALZABILE A VITE IN GHISA SFEROIDALE GS 500 - 7 a norma ISO 1083, con possibilità d'adattamento alle sopraelevazioni del livello del piano stradale, con chiusura idonea a baionetta e con coperchio con guida cilindrica e sede d'appoggio conica per evitare scorrimenti e rumore sotto le sollecitazioni del traffico, basetta in acciaio zincato o altro materiale quale c.a., se accettato dalla DD.LL., per appoggio del chiusino di presa, compresa la fornitura dei bulloni occorrenti ed il ripristino della catramatura e tutti gli oneri e prestazioni necessarie per alloggiare e fissare il telaio di ghisa del chiusino ed il tubo protettore.

I coperchi dovranno avere l'asola cieca per impedire il passaggio d'impurità all'interno del chiusino e consentire un buon aggancio che ne consenta un'agevolata apertura.

Dimensioni minime per chiusino per saracinesca con coperchio superiore completo di scritta incisa "acquedotto saracinesca":

Altezza mm. 200

Base Ø esterno mm. 250

Foro superiore Ø mm. 110

Dimensioni minime per chiusino per presa stradale con coperchio superiore completo di scritta incisa  
“acquedotto rubinetto”

Altezza mm. 200

Base Ø esterno mm. 194

Foro superiore Ø mm. 75.

## **2. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **2.1. Norme Generali**

Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

### **2.2. Tracciamenti**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, intendendosi che essa riceverà in consegna dalla Direzione Lavori i capisaldi altimetrici e i vertici principali; l'Impresa procederà poi, in contraddittorio con la D.L. al rilievo di prima pianta del profilo e delle sezioni trasversali. Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni di progetto, l'Impresa dovrà dare avviso alla Direzione Lavori perché siano introdotte tempestivamente le necessarie modifiche e non si abbiano poi eccedenze che potranno non essere contabilizzate.

A suo tempo l'Impresa dovrà pure stabilire, nelle tratte che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate dei rilevati e quelle degli sterri (quando queste ultime risultino determinate in base alle pendenze che verranno stabilite secondo la natura del terreno) curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione l'Appaltatore dovrà far riferimento a quelli posti in sito, a suo tempo, dall'Ente Appaltante e riportati nell'apposita monografia.

### **2.3. Scavi di sbancamento**

Sono così denominati tutti gli scavi occorrenti per il risezionamento di corsi d'acqua, per l'impianto di opere d'arte, per la bonifica dei piani di posa, ecc., portati a finitura secondo i disegni di progetto e gli ordini della Direzione Lavori.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere a suo carico e spesa alla rimozione delle materie franate e nei casi di inadempienza dovrà attenersi alle disposizioni all'uopo impartite.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque mantenere efficiente a sua cura e spese il deflusso delle acque, anche, se occorre, con canali fuggatori.

Si provvederà anzitutto al taglio delle piante, alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori della sede del lavoro ed all'eventuale consegna ad enti o persone designate dalla Direzione Lavori.

Si procederà quindi alla escavazione ed eventuale raccolta del terreno coltivo su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore in prossimità dei lavori.

Si potrà quindi procedere alla escavazione totale secondo le sagome prescritte dal progetto. Tali sagome potranno essere modificate ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori in funzione della natura dei terreni attraversati.

Lo scavo potrà essere eseguito anche in presenza d'acqua previa autorizzazione della D.L.

Sarà considerato come scavo di sbancamento normale anche la demolizione di massicciate stradali e di murature a secco, nei quali casi l'Appaltatore ha l'obbligo, senza con ciò aver diritto a compenso alcuno, della cernita ed accatastamento dei materiali riutilizzabili per i lavori di cui trattasi su aree da provvedersi a sua cura e spese.

I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti quantitativamente o non idonei per la formazione di rilevati arginali o stradali, se non riutilizzabili nell'ambito del cantiere, dovranno essere portati a rifiuto a discarica autorizzata o su aree predisposte a cura e spese dell'Appaltatore (in accordo con la normativa su terre e rocce da scavo) il quale avrà l'onere di ottenere le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti competenti.

Tutti quei materiali che, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, possono essere riutilizzati nell'ambito del cantiere, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, nelle zone di reimpiego. Gli eventuali oneri per il trasporto ed il conferimento a discarica, qualora non diversamente specificato in E.P., sono compresi e compensati nelle voci di elenco prezzi relative allo scavo.

## **2.4. Fondazione e pavimentazione stradali**

### **2.4.1. Premesse**

A maggior comprensione di quanto sarà esposto in seguito si precisa che:

- la fondazione stradale è quella parte che sta a diretto contatto con la pavimentazione e che ne costituisce la base di appoggio, distribuendone i carichi trasmessi in modo tale da non superare la capacità portante del sottofondo;
- per sottofondazione stradale si intende lo strato di materiale arido su cui poggia la fondazione stradale, realizzato comunque sia per strade in trincea sia per strade in rilevato, secondo le indicazioni e prescrizioni del presente Capitolato o, quando deficitarie, dei Capitolati ANAS;
- la pavimentazione è la parte del corpo stradale a diretto contatto con il traffico: deve essere resistente all'usura, impermeabile, non sdruciolevole e presentare un basso coefficiente di resistenza al rotolamento.

Essa sarà in conglomerato bituminoso costituita da alcuni o tutti i seguenti strati:

- strato di base
- strato di collegamento (binder)
- strato di usura.

### **2.4.2. Strato di materiali filtranti**

La sovrastruttura stradale dovrà essere di massima posta su piani di posa che assicurino la protezione della sovrastruttura stessa da infiltrazioni e contaminazioni di materiali fini quali limi ed argille e che interrompa inoltre le risalite capillari specie in zone soggette a gelo.

Su richiesta scritta della D.L. dovrà essere pertanto provveduto alla stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme avente il passante totale in peso così stabilito:

<b>Crivelli e setacci</b>		<b>Miscela</b>
<b>UNI</b>	<b>mm</b>	<b>passante totale in peso</b>
Crivello	5	100%
Setaccio	2	75÷100%
Setaccio	0,4	20÷45%
Setaccio	0,075	0÷5%

L'onere per la posa di tale materasso nonché la profilatura, l'assetto e la rullatura del piano di posa secondo le pendenze della pavimentazione viene compreso nel prezzo dello strato filtro relativo.

Nel caso in cui la D.L. ritenga invece di appoggiare la fondazione stradale su filtri artificiali, questi potranno essere acquistati direttamente dall'Amministrazione e l'Impresa potrà essere chiamata a pagarli su anticipazione anche oltre il 5% dell'importo di contratto.

Il trasporto e la posa in opera di tali filtri artificiali verranno eseguiti dall'Impresa stessa restando esplicitamente l'onere relativo compreso tra quelli generali del contratto ed entro quelli particolari del prezzo della fondazione stradale.

La posa del materiale artificiale costituito da rotoli di qualunque dimensione verrà effettuata in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno riutilizzare per l'esecuzione delle fondazioni stradali il materiale di demolizione della pavimentazione già esistente, tale materiale demolito e tritato verrà ridisteso o direttamente sul fondo dello scavo o sullo strato-filtro precedentemente creato e ciò a mezzo di macchine livellatrici che consentano la profilatura del materiale stesso.

Il materiale verrà quindi rullato a fondo con rulli lisci o gommati di peso non inferiore a 8 t fino a completa compattazione ed assicurando eventualmente a mezzo scarifiche la profilatura della superficie dello strato di fondazione così realizzato.

#### 2.4.3. Sottofondazione stradale (tout-venant)

Sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito (tout-venant) ed appartenente esclusivamente ai gruppi A1 e A3 e ai sottogruppi A2-4 e A2-5 della classificazione CNR UNI 10006 (AASHO M 145-49);

#### 2.4.4. Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale

È una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

Lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dai disegni esecutivi o di volta in volta dalla Direzione Lavori, salvo disposizioni diverse, scritte, dalla Direzione Lavori, la stesa avverrà in strati successivi.

##### a) Caratteristiche del materiale da impiegare

- 1) sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
Crivello	71	100
"	40	75÷100
"	25	60÷87
"	10	35÷67
"	5	25÷55
Setaccio	2	15÷40
"	0,4	7÷22
"	0,075	2÷10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a  $\frac{2}{3}$ ;
- 4) percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50% (prova CNR B.U. 34-1973);
- 5) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;

- 6) equivalente in sabbia (prova AASHO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale.
- 7) Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici, se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un IP inferiore a 3 con limite di liquidità non superiore al 25%;
- 8) indice di portanza CBR (norma ASTM D 1883-61 T oppure CNR-UNI 10009), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al setaccio da 3/4) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai n. 1.2.4 e 5.

b) **Modalità esecutive**

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed essere ripulita da materiali estranei.

Il materiale, già miscelato o no, secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in uno o più strati di spessore uniforme finito compreso tra 10 e 30 cm, il cui numero sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori, sino a raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di sospendere le operazioni, quando a suo esclusivo giudizio, le condizioni ambientali, (pioggia, neve, ecc.) possono in qualche modo danneggiare la buona riuscita del lavoro.

Qualora per eccesso di umidità, danni dovuti al gelo o per qualsiasi altro motivo il materiale messo in opera non risultasse conforme alle prescrizioni, lo strato o gli strati compromessi dovranno essere rimossi, corretti od eventualmente sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, che dovrà comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata. Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  (da eseguire in sito) non dovrà essere inferiore a 700 kg/cmq nell'intervallo compreso fra 2,5 e 3,5 kg/cmq.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza disposto secondo due direzioni ortogonali.

## **2.4.5. Sovrastruttura in conglomerato bituminoso**

### **2.4.5.1. Requisiti generali**

La sovrastruttura in conglomerato bituminoso è generalmente composta da alcuni o tutti i seguenti strati: strato di base, strato di collegamento (binder), strato di usura.

### 2.4.5.2. **Strato di base**

#### 1) Studi preliminari

Le caratteristiche dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

#### 2) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di ghiaia (pietrisco), sabbia e additivo (passante al setaccio 0,075%), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati e stesa in opera mediante macchine vibrofinitrice.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto salvo diverse indicazioni della D.L.

#### 3) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di inerti, per il controllo dei requisiti qui indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR cap. II del fascicolo IV/1953.

Saranno impiegati: ghiaie, frantumati, sabbia ed additivi aventi i seguenti requisiti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 40 mm, non presentare forma appiattita, allungata o lenticolare o comunque contenente elementi scistosi;
- b) la granulometria deve essere compresa in un fuso adeguato con andamento continuo ed uniforme, come da tabella indicata dalla D.L.;
- c) categoria non inferiore alla IV° del CNR (fasc. IV/1953);
- d) la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 34/1973 deve essere inferiore al 30%;
- e) l'equivalente in sabbia deve essere maggiore di 50 (prova CNR B.U. 27/1972 eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

L'Impresa in base a prove di laboratorio potrà proporre alla D.L. la composizione da adottare; ottenutane l'approvazione dovrà essere assicurata la osservanza della granulometria.

#### 4) Legante

Come leganti sono da usarsi bitumi rispondenti alle norme CNR fascicolo 2/1951. Salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori si adotterà bitume 60-70; 80-100; 100-120, con indice di penetrazione compreso tra -2 e +1.

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra 3,5% e 6% e dovrà essere comunque la minima che consenta il raggiungimento del valore massimo di stabilità Marshall e compattezza citati nei paragrafi seguenti.

#### 5) Miscela

La composizione adottata non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato, sotto carichi statici o dinamici, nemmeno alle alte temperature estive; mentre dovrà dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter seguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

Pertanto, la miscela dovrà possedere in sede di confezionamento una stabilità non inferiore a 600 kg ed uno scorrimento compreso fra 1 e 4 mm determinati secondo la prova Marshall a 60° (prova CNR B.U. 30-1973) con costipamento di 50 colpi per faccia.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra 4 e 9%. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione ed ogni qualvolta la D.L. lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni dalle partite in corso di stesa in misura, comunque, non inferiore ad una volta al giorno.

Tali campioni verranno inviati ai laboratori designati dalla D.L. che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tale caso la resistenza Marshall dovrà essere non inferiore a kg 500 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

6) Preparazione

Il conglomerato verrà confezionato a caldo in apposite centrali di potenzialità adeguata e tali da assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati e di tipo tale da assicurare l'accurato dosaggio del bitume.

La temperatura degli aggregati e del legante, all'atto del mescolamento, dovrà essere compresa tra 140° e 160°.

7) Posa in opera

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma e compattezza indicati nell'articolo relativo alla fondazione stradale in misto granulare.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata allorquando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 130°, in strati finiti di spessore non inferiore a 5 cm e non superiore a 10 cm.

Procedendosi alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano d'attacco mediante spargimento di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/mq.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto. La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi: in un primo tempo, quando la temperatura è ancora elevata, mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia, in un secondo tempo, immediatamente successivo al primo, mediante rulli compressori pesanti, ovvero con rulli gommati tutti di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta.

A costipamento ultimato, prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso del volume del provino Marshall costipato in laboratorio col contenuto ottimo di bitume. Parimenti dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L.

La percentuale dei vuoti residui nei campioni di conglomerato prelevati in opera dopo costipamento, non dovrà superare il 9 %.

#### **2.4.5.3. Strati di collegamento (binder) e di usura (tappeto)**

1) Descrizione

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Strato di collegamento (binder) (percentuali in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli)

Aggregato grosso

1"3/4	(mm 44,45)	100%	100%
-------	------------	------	------

1"1/2	(mm 38,1)	100%	85%
1"	(mm 25,4)	85%	60%
3/8"	(mm 9,5)	60%	35%
4 ASTM	(mm 4,76)	45%	25%

Aggregato fine

10 ASTM	(mm 2)	35%	15%
40 ASTM	mm 0,42)	23%	8%
60 ASTM	(mm 0,25)	20%	5%
200 ASTM	(mm 0,074)	8%	1%

Manto di usura (percentuale in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli)

Aggregato grosso

3/8"	(mm 9,52)	100%	100%
1/4"	(mm 6,36)	100%	82%
4 ASTM	(mm 4,76)	85%	70%

Aggregato fine

10 ASTM	(mm 2)	65%	45%
40 ASTM	(mm 0,42)	35%	21%
80 ASTM	(mm 0,177)	20%	12%
200 ASTM	(mm 0,074)	9%	7%

## 2) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme del CNR, Capitolo II del fascicolo IV/1953.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- la granulometria dovrà essere compresa in un fuso adeguato avente andamento continuo ed uniforme, come da tabella allegata indicata dalla D.L.;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme CNR B.U. 1973, inferiore a 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, (CNR, fascicolo IV/10539).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento e di usura in periodi umidi ed invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fine sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del CNR predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova CNR B.U. 27- 1972, non inferiore al 55% (strato di collegamento) ed al 60% (usura);
- materiale non idrofilo (CNR Fascicolo IV/1953).

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

L'Impresa, in base a prove di Laboratorio ed a campionatura, proporrà alla D.L. la composizione da adottare, ottenutane l'approvazione dovrà essere assicurata l'osservanza della granulometria.

Legante. Il bitume sarà preferibilmente di penetrazione non superiore a 80-100 con un indice di penetrazione compreso fra  $-0,7$  e  $+0,7$  salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali.

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione di bitumi" del CNR fascicolo II/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

Miscela. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento e di usura dovrà avere una composizione granulometrica idonea ad ottenere le caratteristiche di seguito precisate.

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione degli spessori da realizzare.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,8% ed il 6% per lo strato di collegamento e tra il 5,5% ed il 6,7% per lo strato di usura. Esso dovrà essere il minimo per consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla risagomatura, conguagli ed alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione a  $60^{\circ}\text{C}$  su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 700 kg (collegamento) e 800 kg (usura).

I valori dello scorrimento, sempre alla prova Marshall corrispondente alle condizioni di impiego prescelte, devono essere compresi tra 2 e 4 mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compreso tra 3 ed 8%. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa in misura, comunque, non inferiori ad una volta al giorno.

Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento ed ai controlli dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tal caso la resistenza dovrà non essere inferiore a kg 550 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti (collegamento) e kg 650 (usura);

- b) elevata resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;
- d) il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 4% e 10%.

3) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

4) Formazione e confezione degli impasti

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla D.L.. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare: il perfetto essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie degli aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

La temperatura degli aggregati e del legante all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra  $140^{\circ}\text{C}$  e  $160^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a  $140^{\circ}\text{C}$  e non superiore a  $160^{\circ}\text{C}$ .

La Direzione Lavori provvederà al controllo frequente delle composizioni granulometriche degli aggregati e del conglomerato, della quantità del filler, degli additivi e del bitume, delle qualità e caratteristiche del bitume, della temperatura degli aggregati e del bitume.

A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno muniti di termometri fissi.

5) Posa in opera degli impasti

Nei tratti ove la Direzione Lavori riterrà necessario eseguire la posa del conglomerato di conguaglio e risagomatura e dello strato di collegamento, questi verranno stesi, nei modi sotto precisati, in modo da sagomare la carreggiata, come risulterà possibile e necessario, secondo le disposizioni della Direzione Lavori. A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori.

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 od ER 60 in ragione di 0,5 kg/mq.

Immediatamente farà seguito lo stendimento di ogni strato.

Gli strati verranno stesi a metà strada per volta per non interrompere la continuità del traffico. L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchina vibrofinitrice in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 130 °C.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro. In particolare, se la temperatura dello strato di posa è inferiore a 10 °C, o se la superficie è umida, si dovranno adottare, previa comunicazione alla Direzione Lavori, degli accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (trasporto con autocarri coperti, uso di additivi, adesivi, ecc.).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa, e non potrà in ogni caso aver luogo la chiamata in causa di forza maggiore.

Nella stessa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale che deve essere tale da presentare una superficie liscia finita.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; una asta rettilinea lunga metri 4 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm. Gli strati saranno compressi con rulli meccanici o gommati a rapida inversione di marcia del peso di circa 6÷8 t.

La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 12÷14 t o con rulli gommati del peso di 10÷12 t. A costipamento ultimato il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del peso di volume del provino Marshall costipato in laboratorio con contenuto ottimo di bitume.

Dovranno essere prelevati in opera campioni di conglomerato mediante carotatura nella quantità indicata dalla D.L..

#### **2.4.5.4. Sigillatura superficiale dello strato di collegamento o di risagoma**

Potrà essere richiesta dalla D.L. la sigillatura superficiale con sabbia pretrattata degli strati di collegamento o risagoma.

Tale sigillatura verrà effettuata nel modo seguente:

1) Bitume

Il bitume per il pretrattamento della sabbia dovrà essere di penetrazione 180-200 ed avere requisiti di punto di rammollimento di rottura, duttilità, solubilità ecc. prescritti dalle norme per l'accettazione

dei bitumi del CNR fascicolo II/1957 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

Il bitume dovrà essere miscelato con dopes di adesività in quantità da 0,3 a 0,5% in peso.

2) Emulsione

L'emulsione bituminosa per la preparazione della superficie da trattare dovrà avere le caratteristiche sia di composizione che fisiche prescritte dalle norme CNR fascicolo II/1957.

3) Sabbia

La sabbia dovrà provenire da fiumi o da cave, essenzialmente silicea e viva pulita e praticamente esente da argilla, terriccio ed altre materie estranee e dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle norme del CNR.

4) Miscela di sabbia e bitume pretrattata

Per la preparazione dell'impasto dovrà essere rispettata la seguente composizione:

a) Sabbia

passata al setaccio	n° 10	100%
"	n° 40	60÷70%
"	n° 80	10÷20%
"	n° 200	0÷10%

I setacci indicati sono quelli della serie UNI e le percentuali sono riferite al peso dell'inerte, inoltre esso dovrà essere preventivamente riscaldato a 180 °C nel cilindro essiccatore.

b) Leganti

Il legante costituito da bitume dovrà essere compreso fra l'1,2% e l'1,5% riferito al peso degli aggregati.

5) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, presso un laboratorio designato dalla Direzione Lavori, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità della Società relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei materiali impiegati. Una volta accettata la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi scrupolosamente.

6) Formazione e confezione degli impasti di pretrattamento

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto funzionamento ed essiccamento; la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliature ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume.

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C e quella del legante e del dopes di adesività tra 140 °C e 160 °C; la temperatura dell'impasto di pretrattamento all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C.

A discrezione della Direzione Lavori dovranno essere frequentemente controllate le composizioni granulometriche degli aggregati e dell'impasto.

7) Posa in opera dello strato di sabbia pretrattata

La sabbia pretrattata dovrà essere stesa sulla superficie da saturare dopo 2÷3 giorni dalla stesa del binder, previa pulizia, eventualmente anche con soffiatura della superficie stessa e previo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% di bitume in quantità non inferiore a kg 0,300 per mq. La stesa dell'impasto avverrà a mezzo di macchine che consentano il suo dosaggio uniforme sulla superficie da trattare in quantità pari a 2,5 litri per mq.

Lo strato verrà poi rullato con rullo leggero metallico o gommato a rapida inversione di marcia. Dopo un congruo periodo di tempo dall'apertura al traffico delle superfici così trattate l'Impresa dovrà effettuare la spazzolatura delle superfici asportando la sabbia eventualmente incorporata.

L'Impresa deve avere cura che subito dopo la stesa, la pavimentazione trattata dovrà essere interessata da due passate da un autocarro che trascini una stadia in legno, rivestita da sacchi di tela in modo da consentire la uniforme chiusura dei vuoti della pavimentazione.

A lavori finiti le superfici bitumate non dovranno presentare deformazioni e dovranno avere pendenze trasversali corrispondenti a quelle fissate dalla D.L..

Eventuali deformazioni conseguenti ad assestamento o cedimenti del rilevato e del sottofondo, dovranno essere corretti e ripresi a cura e spese dell'Appaltatore. Così pure, ulteriori difetti che dovessero riscontrarsi al piano viabile bitumato ultimato dovranno essere corretti a cura e spese dell'Appaltatore, sia demolendo e rifacendo il piano viabile stesso e risanando il sottofondo, sia ricaricando eventualmente il piano viabile con conglomerato bituminoso in modo che il lavoro finito risulti a regola d'arte.

## **2.5. Scavo a sezione ristretta**

Per scavi a sezione ristretta si intendono gli scavi chiusi da pareti di norma verticali che riproducono il perimetro delle fondazioni dell'opera da costruire e ricadenti al di sotto dei piani di sbancamento precedentemente eseguiti.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi a sezione ristretta devono essere spinti fino alla profondità che sarà fissata dalla Direzione Lavori. Resta infatti chiarito che le profondità indicate nei disegni di progetto sono esplicitamente indicative e che la Direzione Lavori si riserva la piena facoltà di variarle nel senso e nella misura che riterrà più conveniente senza che ciò dia motivo alcuno all'Appaltatore per sollevare obiezioni o richiedere particolari compensi.

I piani di fondazione dovranno essere di regola orizzontali.

Resta però facoltà della Direzione Lavori per quelle opere che ricadono su falde inclinate di prescrivere una determinata pendenza verso monte oppure la formazione di opportuni gradoni.

Gli scavi a sezione ristretta potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpate, in funzione del tipo di terreno incontrato.

Nel caso di scavi in terreni la cui consistenza non dia sufficiente garanzia di stabilità (art. 13 D.P.R. 7.1.1956 n° 164) dovranno essere solidamente puntellati, sbadacchiati e sostenuti con apposite armature (cassa chiusa o blindaggio) in modo da assicurare gli operai contro ogni pericolo ed impedire ogni smottamento di materia sia durante la esecuzione degli scavi che durante la posa delle condotte o esecuzione di murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni alle persone e cose che potessero derivare dalla mancanza ed insufficienza di puntellazioni, sbadacchiature, armature in genere.

I materiali provenienti dagli scavi a sezione ristretta non impiegati nei reinterri e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego, o comunque esuberanti dovranno essere conferiti giornalmente a discarica senza nessun accumulo presso il cantiere.

L'aggettamento delle acque piovane è compreso e compensato negli oneri a carico dell'Appaltatore per questa lavorazione.

## **2.6. Opere provvisoriali**

### **2.6.1. Armatura a cassa chiusa**

L'armatura a cassa chiusa viene utilizzata per il sostegno delle pareti dello scavo e per l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. La cassa chiusa, metallica, è trascinata, dalla macchina operatrice,

dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare. Tale lavorazione sarà compensata solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.

L'impiego della cassa chiusa per il sostegno delle pareti dello scavo con tubazioni di elementi della lunghezza di m 6,00 o superiore non è accettata, ma si dovrà impiegare il sistema di "blindaggio" delle pareti medesime. Sarà comunque cura della D.L. disporre su quanto sopra con ordini scritti.

### **2.6.2. Blindaggio degli scavi**

Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.

Il blindaggio verrà compensato a metro quadrato di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta.

Il blindaggio degli scavi sarà eseguito solo dietro esplicita autorizzazione della D.L.

Tale lavorazione sarà compensata a solo per scavi di altezza superiore a m 1,50.

### **2.6.3. Palancolati**

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità.

In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore.

Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

L'Impresa dovrà comunicare alla D.L. le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla D.L. i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La D.L., a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano del palancolato:  $\pm 3$  cm
- verticalità:  $\pm 2$  %
- quota testa:  $\pm 5$  cm
- profondità:  $\pm 25$  cm

Qualora l'infissione risultasse ostacolata l'Impresa, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura  $f_t = 550 \text{ N/mm}^2$
- limite elastico  $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

#### **2.6.3.1. Modalità esecutive dei palancolati**

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su una cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palanca da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Per quanto riguarda le armature metalliche si rimanda a quanto già esposto nel precedente paragrafo.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Impresa potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palanca per peso

proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

## **2.7. Scavi in presenza d'acqua**

Sono definiti scavi in acqua quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Il tipo di aggotamento da eseguirsi è in funzione delle caratteristiche geotecniche incontrate durante l'avanzamento dei lavori.

Pertanto, la metodologia adottata sarà in funzione delle indicazioni che la Direzione Lavori fornirà all'Appaltatore in base alle prove geotecniche eseguite in sito.

Qualora i normali mezzi di aggotamento, a causa della falda freatica elevata e della particolare natura del terreno, risultino insufficienti per il mantenimento all'asciutto degli scavi, la D.L. autorizzerà l'impiego di attrezzature per il raggiungimento dello scopo.

Il sistema che sarà generalmente usato sarà quello tipo Well-Point, consistente nell'infusione di aghi finestrati collegati a mezzo di un collettore ad un impianto aspirante; in casi particolari si potrà ricorrere alla realizzazione di pozzi drenanti che, forniti di idonee pompe aspiranti, provvederanno ad abbassare la quota della falda circostante; si dovrà quindi procedere al calcolo sia del raggio di influenza dei pozzi che delle caratteristiche delle pompe, al fine di ottenere un risultato omogeneo nell'area interessata. Detti progetti, calcolati da tecnico esperto designato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori, dovranno essere approvati preventivamente dalla D.L.

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa appaltatrice avrà cura di arrecare il minore danno possibile ai piani viabili stradali esistenti e dovrà provvedere comunque alla loro riparazione ed al ripristino della strada danneggiata a propria cura e spese.

Le acque provenienti e conseguenti ai lavori saranno scaricate nel collettore più vicino avendo particolare cura di eliminare prima ogni materiale in sospensione che decantando provochi l'intasamento, anche parziale, dello stesso; in ogni caso tali acque non dovranno mai interessare, anche indirettamente, terreni o beni di proprietà privata senza la preventiva autorizzazione e, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

## **2.8. Tubazioni per fognatura**

### **2.8.1. Norme generali**

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono si fa riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12.12.1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14.03.1986 e successive modificazioni od integrazioni, quando siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto. Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti sarà facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

Considerata la bassa pendenza dei profili, tutti i tipi di tubazioni dovranno essere posti in opera per tratte di almeno 20 metri - o di produzione giornaliera, a discrezione della D.L. - controllando la livelletta con idonea apparecchiatura laser compresa nel prezzo di elenco.

Nelle giunzioni a bicchiere non saranno ammessi sigillanti o malta per assicurare la tenuta, che dovrà dipendere esclusivamente dalla geometria del giunto e dalla qualità della guarnizione.

### **2.8.2. Trasporto, movimentazione, reinterro dei tubi**

Il tipo di imballaggio è a scelta dell'impresa ma deve garantire che i tubi oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto, che mantengano forma circolare e che le estremità delle barre siano perfette.

Lo stoccaggio deve avvenire in modo che i tubi non si deformino. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

Per la posa si precisa che ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa costituito da almeno 15 cm (o più se diversamente indicato in progetto) di sabbia o materiale granulare fine compattato ed almeno il 90% del Proctor standard. In corrispondenza dei punti di giunzione il letto di posa sarà ribassato. La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione. L'allineamento ed il livellamento dei tubi devono essere curati in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado. Nel caso si debbano realizzare delle limitate deviazioni del percorso, il disassamento fra due barre può essere spinto fino a 1 grado. Dove sono prevedibili cedimenti di vincolo dovuti ad opere murarie, pozzetti o blocchi di ancoraggio, dovrà essere previsto un giunto flessibile ad una distanza non maggiore di 2 diametri.

Il rinfianco e il rinterro saranno eseguiti immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiancare.

Il materiale usato per il rinfianco ed il ricoprimento del tubo per almeno 20 cm (o più se diversamente indicato in progetto) sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa. La compattazione del rinfianco sarà spinta ad almeno il 90% del Proctor Standard e verrà effettuata per strati di 30 cm circa. Si procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibrator a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risultasse maggiore del 3%, la compattazione dovrà essere incrementata. La validità della compattazione sarà confermata da test con penetrometri.

Durante la fase di reinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato si procederà alla sua sostituzione.

Per il fatto della esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

### **2.8.3. Prove di tubazioni in opera e norme generali di collaudo**

Le modalità di prova per il collaudo idraulico sono riportate nei punti specifici seguenti.

In ogni caso, per tutti i tipi di tubazioni valgono le seguenti prescrizioni di prova.

Si sottoporranno a pressione interna tratti di tubazioni parzialmente interrati con giunti scoperti, la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade ecc. già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari, o su richiesta dell'impresa, potrà essere ammesso di eseguire le prove con tubazioni anche completamente interrate; l'impresa non avrà diritto in nessun caso ad alcun compenso per la ricerca ed individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione.

Le testate terminali delle tratte di condotte in prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature, fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco.

Le spese per le prove, sia in officina che in opera, saranno a totale carico dell'Impresa la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti a quanti altri ne possano occorrere (chiusura di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazione o di altre parti delle condotte, queste dovranno essere sostituite, restando a carico dell'Impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

Il manometro, di tipo scrivente, da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova, con la condotta in leggera pressione, verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e cioè sino a che vi fuoriesca solo acqua.

I singoli tratti di condotta saranno sottoposti ad una prova idraulica alla pressione pari ad una volta e mezza quella di esercizio di ciascun tratto in esame.

Il collaudo prevede una prima fase di controllo visivo di rispetto delle livellette di posa, verifica visiva delle giunzioni, dei rivestimenti e dei ricoprimenti. Al collaudo visivo segue il collaudo tecnico, cioè la verifica della tenuta all'acqua delle tubazioni, compresi raccordi, pozzetti e camere di ispezione. In generale, salvo eccezioni indicate nei punti seguenti, la prova di tenuta per condotte a gravità segue le modalità descritte dalla norma UNI 1610.

#### **2.8.4. Generalità delle prove di collaudo delle tubazioni a gravità secondo UNI 1610**

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione deve essere effettuato con aria (metodo L), oppure con acqua (metodo W). Si può eseguire il collaudo separato dei tubi e dei raccordi, dei pozzetti e delle camere di ispezione (per esempio i tubi con aria e i pozzetti con acqua).

Nel caso di metodo L, non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di prova. Nel caso di mancato superamento della prova ad aria è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo solo il risultato di quest'ultimo.

#### **2.8.1. Tubi in PRFV**

##### **2.8.1.1. Posa in opera di condotte in PRFV**

Il produttore dei tubi dovrà fornire adeguate istruzioni di installazione che saranno ad integrazione delle indicazioni della presente specifica.

##### **Costruzione della trincea**

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.

Dove esistono condizioni di infiltrazione di acqua, sia stazionarie che correnti, sul fondo della trincea e tali da rendere pericolosamente "mobile" il fondo stesso, quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da

appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire, durante la posa della condotta, flottazioni della stessa.

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.

### **Procedura di messa in opera**

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Tale letto di posa dovrà essere formato con sabbia, o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 32 mm, od inferiore nel caso di tubi di piccolo diametro.

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni dovuti ad urti con pietre o corpi appuntiti.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

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.

### **Procedura di rinterro**

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 fino a 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 dell'80-85 % e potrà avvenire in unica soluzione una volta eseguito tutto il rinterro fino a 0.30 m sopra il tubo.

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.

Comunque, già in fase di offerta, il fornitore, nella esecuzione dei calcoli di verifica statica, dovrà evidenziare di avere tenuto conto, oltre che delle sollecitazioni esterne agenti sul tubo (altezza/peso del rinterro, spinta idrostatica della falda se presente, carico dovuto al traffico se presente, effetto della possibile depressione -0.5 bar- ecc.) anche del tipo di rinterro sopra descritto e quindi riportare i valori dei moduli elastici del terreno presi a base del proprio elaborato.

### **2.8.1.2. Prove e collaudi in cantiere**

Ultimata la posa, la costruzione degli eventuali blocchi di ancoraggio ed il rinterro completo del tratto di condotta da provare, si procederà alla prova in opera.

Il collaudo in opera di tubazioni in PRFV a pelo libero viene effettuato secondo le modalità di collaudo ad aria descritte dalla norma UNI EN 1610.

### **2.8.2. Tubazioni in ghisa**

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, pezzo speciale od apparecchio deve essere, a piè d'opera, accuratamente pulito dalle tracce di ruggine e di qualunque altro elemento estraneo.

Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti e corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente durante le interruzioni del lavoro.

I tubi, i pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura nelle trincee dove devono essere posati. Si dovranno evitare spostamenti notevoli entro il cavo.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di piastre, massi, ecc. che possono danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

La posa in opera dei tubi a bicchiere si eseguirà nel modo seguente:

- si pulirà l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma, si cospargerà di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione,
- si introdurrà quest'ultima nel suo alloggiamento nell'interno del bicchiere,
- si cospargerà di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione ed il tratto di canna che verrà imboccato,
- si tratterà sulla canna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità d'imbocco del bicchiere, diminuita di 10 mm,
- assicurato il centraggio del tubo da imboccare con il bicchiere corrispondente, si introdurrà la canna del bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere.

#### **2.8.2.1. Prova idraulica per tubazioni in ghisa**

Il collaudo in opera di tubazioni in ghisa a pelo libero viene effettuato secondo le modalità di collaudo ad aria descritte dalla norma UNI EN 1610.

### **2.8.3. Tubazioni in PVC e PEAD**

Le tubazioni saranno fornite in rotoli se il diametro lo consente, o barre della lunghezza da 6 a 12 metri e dovranno essere trasportate su piani di appoggio privi di asperità.

Le imbragature per il fissaggio del carico dovranno essere realizzate con funi, bande di canapa, di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con le imbragature di fissaggio per non provocare danneggiamenti.

Il carico e lo scarico dei mezzi di trasporto e comunque la movimentazione devono essere effettuati con gru e col braccio di un escavatore ed i tubi devono essere sollevati nella zona centrale evitando di far strisciare gli stessi nelle sponde dei mezzi di trasporto.

L'accatastamento dovrà essere effettuato su un piano di appoggio livellato esente da asperità e l'altezza di accatastamento non dovrà essere superiore a metri due.

I raccordi ed accessori verranno forniti in genere in appositi imballaggi e se forniti sfusi si dovrà aver cura nel trasporto ed immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente; si dovrà inoltre evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti.

Il fondo dello scavo deve essere stabile ed eseguito secondo le norme di capitolato.

Prima della posa del tubo verrà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente quale sabbia o terra sciolta o vagliata di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posto il tubo che verrà poi rinfiacato per almeno 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a cm 20 misurato sulla generatrice superiore.

L'assiemaggio della condotta potrà essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi, utilizzando idonei mezzi meccanici.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati dovranno essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione, come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Prima di procedere al riempimento totale del cavo, tenendo conto che il tubo può dilatarsi in funzione della temperatura del terreno, si dovrà effettuare un riempimento parziale per i primi 50 cm sopra il tubo del tratto di condotta posata, nelle medesime condizioni di temperatura.

Per consentire che la tubazione si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta posata dovrà essere sempre mantenuta libera.

#### **2.8.3.1. Prova idraulica delle condotte in PVC e PEAD**

Il collaudo in opera di tubazioni in PVC e PEAD a pelo libero viene effettuato secondo le modalità di collaudo ad aria descritte dalla norma UNI EN 1610.

#### **2.8.4. Pozzetti**

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla 1° 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 tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976 n° 319 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.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del prefabbricato con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione a più labbra in gomma sintetica del tipo FORSHEDA F910, rispondente alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, e EN681.1.

#### **2.8.4.1. Prova idraulica per pozzetti e camere di ispezione**

Il collaudo in opera di pozzetti e camere di ispezioni viene effettuato secondo le modalità di collaudo ad acqua descritte dalla norma UNI EN 1610.

#### **2.8.4.2. Rivestimenti in resine epossidiche di manufatti in calcestruzzo**

Il rivestimento interno per i pozzetti e le camerette in calcestruzzo (ove richiesto) dovrà essere costituito da un sistema sintetico liquido bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere sufficiente tixotropia e resistenza all'usura.

Per l'accettazione di materiali proposti dall'Appaltatore, la rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata su campione appositamente predisposto secondo con le seguenti modalità.

- Determinazione della densità dopo maturazione completa (7 gg.) a  $23 \pm 2$  °C ed umidità relativa del  $65 \pm 5\%$ . L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di:  $1,4 \pm 0,2$  kg/dmc.
- Determinazione del punto Martens (secondo norma UNIPLAST-UNI 4281 ottobre 1959, con apparecchiatura Heat Resistance Tester Type Martens). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di: 36 °C.
- Determinazione del residuo secco (secondo norma UNICHIM 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai 160 °C ai richiesti 120 °C). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso maggiore del 98%.
- Determinazione dell'adesione su calcestruzzo (secondo normative del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées "Mesure de l'aderence de Chapes en film mince sur support en beton", prova di strappo con apparecchiatura Elcometer - Adhesion Tester). L'accettazione del prodotto sarà legata al verificarsi di rottura coesiva del supporto (calcestruzzo con cemento 425 dosato a 350 kg/mc.).
- Determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di mole tipo CS 10 con peso sovrapposto di 500 giri). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TABER INDEX 200 inferiore o al massimo eguale a 85.
- Determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERICHSEB tipo 304). L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della rottura per un valore di  $0,3 \pm 0,05$  kgm (supporto in calcestruzzo dalle dimensioni 100 x 100 x 30 mm confezionato con cemento 425 dosato a 350 kg/mc.).
- Determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normative UNI 4292).

## **2.9. Tubazioni per acquedotto**

### **2.9.1. Trasporto, movimentazione, reinterro dei tubi**

Il tipo di imballaggio è a scelta dell'impresa ma deve garantire che i tubi oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto, che mantengano forma circolare e che le estremità delle barre siano perfette.

Lo stoccaggio deve avvenire in modo che i tubi non si deformino. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

Per la posa si precisa che ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa costituito da almeno 15 cm (o più se diversamente indicato in progetto) di sabbia o materiale granulare fine compattato ed almeno il 90% del Proctor standard. In corrispondenza dei punti di giunzione il letto di posa sarà ribassato. La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione. L'allineamento ed il livellamento dei tubi devono essere curati in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado. Nel caso si debbano realizzare delle limitate deviazioni del percorso, il disassamento fra due barre può essere spinto fino a 1 grado. Dove sono prevedibili cedimenti di vincolo dovuti ad opere murarie, pozzetti o blocchi di ancoraggio, dovrà essere previsto un giunto flessibile ad una distanza non maggiore di 2 diametri.

Il rinfiacco e il rinterro saranno eseguiti immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiacare.

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo per almeno 20 cm (o più se diversamente indicato in progetto) sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa. La compattazione del rinfiacco sarà spinta ad almeno il 90% del Proctor Standard e verrà effettuata per strati di 30 cm circa. Si

procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risulterà maggiore del 3%, la compattazione dovrà essere incrementata. La validità della compattazione sarà confermata da test con penetrometri.

Durante la fase di reinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato si procederà alla sua sostituzione.

Per il fatto della esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

### **2.9.2. Posa di condotte in acciaio con rivestimento interno in malta cementizia ed esterno in polietilene (tipo Fuchs)**

La posa dei tubi in acciaio rivestiti internamente con malta cementizia va effettuata in accordo con i metodi consueti in materia di costruzione di condotte in conformità alla norma DIN 19630. Si debbono effettuare verifiche circa la presenza di eventuali danneggiamenti, sia nel rivestimento esterno che anche nel rivestimento interno, con riferimento alla norma DIN 2614.

Eventuali danni rilevati vanno riparati.

Fessure o crepe fini presenti nel rivestimento cementizio non sono significative in quanto esse si chiudono automaticamente, in breve tempo, successivamente alla messa in esercizio della condotta.

I tubi vengono forniti con le estremità coperte da cappucci in plastica. Essi servono per garantire un processo di essiccazione controllato della malta cementizia e per proteggere il rivestimento stesso da impurità, nelle fasi di stoccaggio e trasporto.

Pertanto, gli stessi devono essere rimossi soltanto immediatamente prima della posa dei tubi. Al termine della giornata lavorativa le estremità ancora scoperte vanno nuovamente chiuse. Al fine di evitare danni al rivestimento esterno ed alla malta cementizia interna, si devono utilizzare idonei sistemi di scarico, come ad esempio gru con dispositivi d'aggancio con protezioni in gomma, a fascia larga (almeno 10 cm) e relativo punto di applicazione possibilmente alle due estremità (non centralmente).

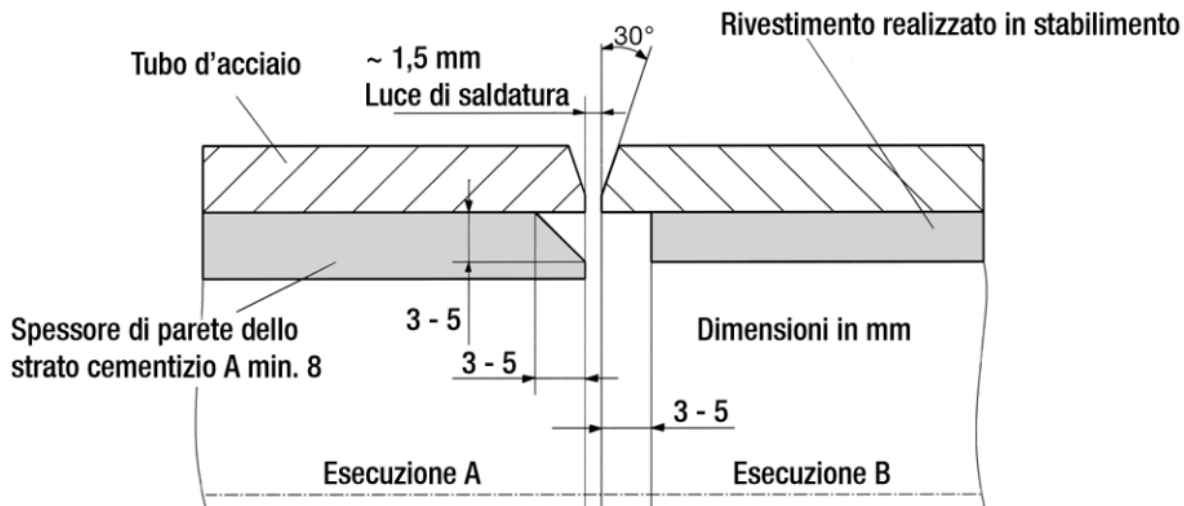
I tubi possono essere calati negli scavi o singolarmente, oppure a due barre per volta. In fase di deposizione nello scavo si deve porre attenzione affinché vengano evitate inflessioni con un raggio di curvatura inferiore a 500 volte il diametro.

Il letto dello scavo va realizzato in modo tale che la tubazione risulti appoggiata per l'intera sua lunghezza. In caso di necessità la profondità dello scavo deve essere aumentata in modo corrispondente presso le posizioni di giunzione.

In caso di sottofondo di tipo roccioso o con prevalenza di pietre si deve incrementare la profondità dello scavo a seconda del tipo di materiale ed in relazione al tipo di protezione esterna. Lo strato rimosso va sostituito con un sottofondo privo di pietre. Vengono a tal fine utilizzati sabbia compattata o sabbia ghiaiosa.

### 2.9.2.1. **Estremità del rivestimento interno in malta cementizia in caso di tubi previsti per saldatura testa a testa**

Le esecuzioni di estremità per tubi a saldare sono previste in accordo con le norme DIN EN 10298 / DIN 2880. È possibile scegliere tra le due esecuzioni tenendo peraltro in considerazione il fatto che l'esecuzione B risulta più diffusa come standard produttivo in virtù della sua più agevole lavorabilità.

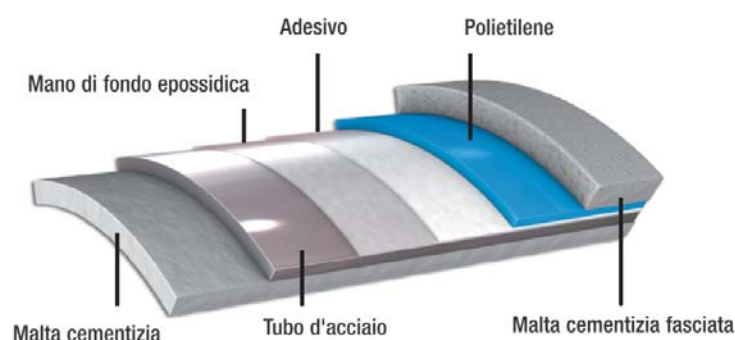


In caso di esecuzione di tagli in cantiere, l'esecuzione di estremità B può essere nuovamente riprodotta grazie ad una mola a disco.

### 2.9.2.2. **Estremità dei rivestimenti esterni in caso di tubi previsti per saldatura testa a testa**

Le estremità dei tubi sono fornite di regola prive per circa 90 mm di resina epossidica e di adesivo polimerico, mentre il vero e proprio rivestimento esterno in polietilene è arretrato, secondo gli standard produttivi, a circa 110 mm. In caso di tubi provvisti di ulteriore rivestimento esterno FZM (antiroccia), quest'ultimo viene arretrato fino a circa 90 mm sul rivestimento in Polietilene, cosicché all'estremità si presenta una zona scoperta, estesa per circa 200 mm, senza rivestimento FZM.

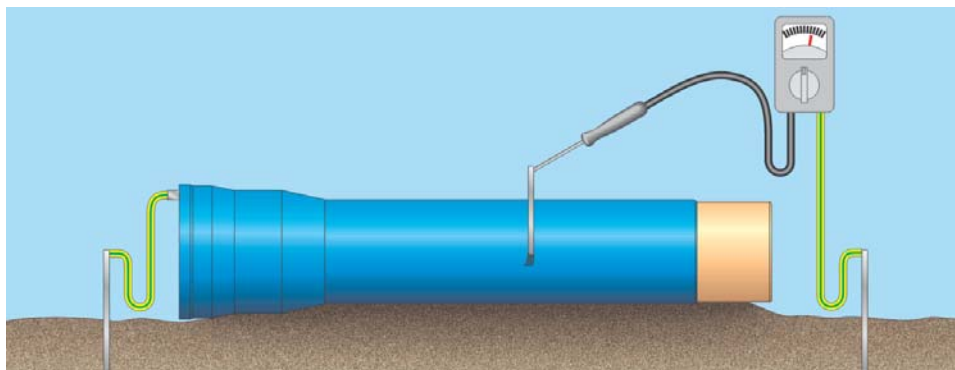
Nella figura seguente lo schema degli strati che costituiscono il tubo in acciaio tipo Fuchs (completo di protezione opzionale antiroccia FZM in malta cementizia fasciata).



### 2.9.2.3. **Verifica dell'assenza di difetti del rivestimento esterno in polietilene**

Prima di effettuare il riempimento dello scavo si deve eseguire la verifica dell'intero rivestimento esterno della tubazione per mezzo di un idoneo dispositivo ad alta tensione. In presenza di zone danneggiate, si deve effettuare immediatamente l'opportuna riparazione.

Nel modo più opportuno, la verifica va effettuata prima di calare il tubo negli scavi.



Il tubo va messo a terra mediante un magnete applicato sulla corona frontale del bicchiere. La tensione di verifica è pari ad almeno 5KV per ogni mm di spessore di strato di rivestimento in polietilene, a cui vanno aggiunti 5KV; fino ad un valore massimo di 20KV.

#### **2.9.2.4. Riparazioni del rivestimento esterno in polietilene**

Qualora vengano riscontrati danni a carico del rivestimento esterno in polietilene, gli stessi possono venire riparati sul posto in modo da garantire comunque una protezione anticorrosiva di lunga durata. I danni si possono utilizzare nastri a freddo o a caldo per la riparazione. Dopo aver eseguito la riparazione, la posizione interessata deve essere sottoposta ad un ulteriore collaudo a livello di 20 KV con un dispositivo ad alta tensione.

#### **2.9.2.5. Riparazioni del rivestimento antiroccia FZM o del rivestimento interno in malta cementizia**

Per la riparazione di danni a carico del rivestimento esterno in malta cementizia fasciata FZM oppure a carico del rivestimento interno in malta cementizia centrifugata, si deve utilizzare una malta realizzata con sabbia fine quarzosa essiccata e cemento Portland, con un rapporto di miscelazione 1:1. Alla malta asciutta va aggiunta acqua fino al raggiungimento di una consistenza adeguata. La posizione da sottoporre a riparazione viene dapprima pulita ed inumidita con acqua. La malta può essere applicata tramite una spatola. Deve essere evitata l'asciugatura troppo rapida della zona oggetto di riparazione, all'aria o per irraggiamento solare. In certi casi la zona stessa può essere costantemente inumidita con acqua, oppure utilizzando un panno umido.

#### **2.9.2.6. Taglio a misura dei tubi in cantiere**

Il taglio a misura di tubi rivestiti internamente in malta cementizia ed esternamente in polietilene viene in genere effettuato con una mola a disco (con utensile per cemento). Si possono tuttavia utilizzare anche taglia-tubi a dischi, o seghe a motore idonee per tubi. Gli operatori debbono indossare occhiali protettivi e protezioni antinfortunistiche.

Grazie alle precise tolleranze diametrali dei tubi, essi possono venire tagliati a misura nell'ambito della loro intera lunghezza, mentre i tubi con giunto a bicchiere possono venire tagliati per esempio anche direttamente in prossimità del bicchiere stesso.

Dopo aver effettuato il taglio a misura, ad esempio per prepararsi alla saldatura testa a testa, si deve opportunamente eliminare il rivestimento esterno in polietilene fino a raggiungere la parete del tubo. A tal fine quest'ultimo va riscaldato dall'interno fino a circa 80°C, utilizzando per esempio una normale torcia a gas da cantiere. Per effetto del riscaldamento dall'interno, si ottiene un riscaldamento rapido ed omogeneo, senza danni a carico del rivestimento esterno in polietilene.

Nel rivestimento esterno vengono quindi effettuati un intaglio in senso longitudinale e due intagli in senso circonferenziale, cosicché il rivestimento stesso possa essere asportato dal tubo.

Le estremità vengono smussate in relazione ai diversi tipi di giunto (con smusso a 65° e spalla a 1,2 mm nel caso di giunti a bicchiere ad innesto e rispettivamente con smusso a circa 30° e spalla da 1,6 mm nel caso di giunti per saldatura di testa (vedi capitolo 2.9.2.1, pagina 64).

Nel caso di giunti a bicchiere ad innesto, sulla zona di estremità smussata viene applicata una protezione anticorrosiva a base bituminosa. Il calore residuo derivante dalla precedente fase di riscaldamento, effettuata per l'asportazione del rivestimento esterno in polietilene, può agevolare l'asciugatura e l'indurimento della verniciatura stessa.

In caso di taglio a misura di tubi provvisti di rivestimento esterno supplementare antiroccia FZM, si utilizza nel modo più opportuno una mola con disco diamantato, in quanto quest'ultimo presenta un tasso di consumo praticamente irrilevante.

Il rivestimento antiroccia FZM va intagliato in senso circonferenziale e longitudinale circa fino alla sua metà, potendo successivamente essere agevolmente distaccato con l'utilizzo di un martello e di una spatola.

La larghezza della zona di rivestimento che deve essere asportata è al massimo pari a 400 mm, in modo tale per cui il rivestimento antiroccia FZM abbia inizio a non oltre 200 mm dall'estremità del tubo.

#### **2.9.2.7. Esecuzione di forature su tubi Fuchs per acquedotto (esecuzione di allacciamenti)**

I collari di presa in carico normalmente disponibili in commercio con fascia più larga di 20 mm possono venire montati direttamente sul rivestimento esterno in polietilene. Non risulta quindi necessario effettuare una preventiva asportazione del rivestimento in polietilene.

La foratura viene realizzata sia manualmente, che a macchina.

L'avanzamento della punta di taglio (in acciaio super-rapido HSS, oppure in metallo duro HM), ovvero della fresa (HSS) deve essere di tipo lento e continuo, in modo da evitare distacchi del rivestimento interno in malta cementizia. Nel corso della fase di foratura si deve assicurare un sufficiente lavaggio della zona.

In caso di tubi provvisti di rivestimento esterno supplementare antiroccia FZM, si raccomanda di rimuovere preventivamente il rivestimento stesso nella zona della foratura.

#### **2.9.3. Istruzioni di posa per tubi d'acciaio tipo Fuchs con giunzione saldata**

I tubi d'acciaio con giunzioni saldate rivestiti esternamente in polietilene ed internamente con malta cementizia possono venire posati sia singolarmente, che anche in gruppi di più verghe, già saldate in precedenza fuori dallo scavo. In quest'ultimo caso si deve fare attenzione a non scendere al di sotto del raggio limite minimo di curvatura elastica, di volta in volta ammissibile.


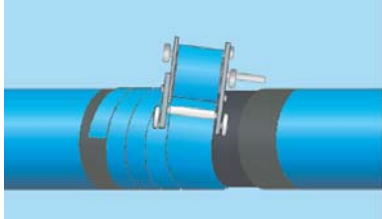
A tale proposito si debbono utilizzare almeno due, o meglio tre, dispositivi di sollevamento, quali escavatori, opportunamente dimensionati e posizionati.

##### **2.9.3.1. Protezione anticorrosiva dei giunti (rivestimento esterno)**

La protezione anticorrosiva esterna dei giunti di linea viene effettuata utilizzando nastri a freddo, oppure prodotti termorestringenti, secondo le norme DIN 30672.

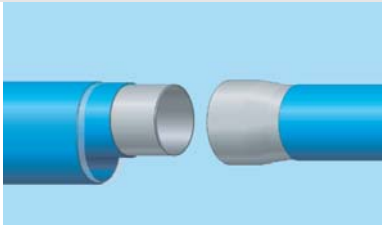
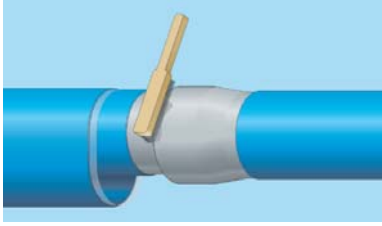
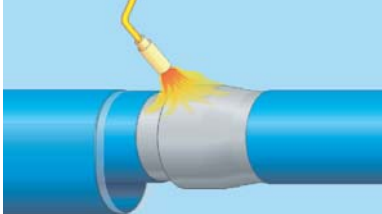
###### **2.9.3.1.1. Protezione con nastri a freddo**

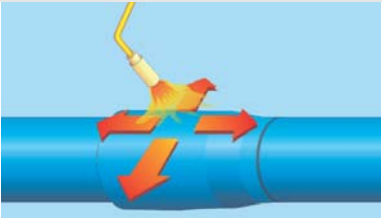
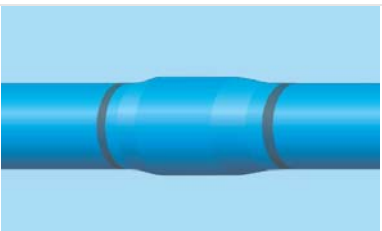
Si tratta di nastro in polietilene rivestito su entrambi i lati con un mastice di caucciù butilico, da installare previa applicazione di primer. Si impiega per temperatura di esercizio fino a 50°C. Viene fornito in rotoli, di larghezza 50 mm per impiego su tubazioni fino a DN 200 mm compreso, larghezza 100 mm per DN > 200 mm. L'applicazione del nastro avviene come segue:

	Eliminare residui di sporco, olio e grasso
	Applicare la mano di fondo (primer) sulla zona interessata dalla saldatura e nella adiacente zona già rivestita in stabilimento; attendere che asciughi all'aria.
	Avvolgere con una sovrapposizione variabile a seconda dei tipi i nastri a freddo utilizzati. Il rivestimento realizzato in stabilimento deve essere sormontato su entrambi i lati per almeno 50 mm.

#### 2.9.3.1.2. **Protezione con fasce o manicotti termorestringenti**

Per tubazioni fino a DN 300 mm vengono forniti manicotti (o fasce tubolari) termorestringenti. In alternativa e per diametri superiori si utilizzano fasce aperte, composte da nastro e pezza di chiusura, la cui larghezza standard è di 450 mm. Si applicano come segue:

	Infilare il manicotto sul tubo prima dell'accoppiamento delle sue estremità e spingerlo per circa un metro oltre la zona di giunzione.
	Effettuare l'accoppiamento fra i tubi. Pulire accuratamente le estremità dei tubi da residui di grasso e sporco.
	Effettuare il preriscaldamento fino circa a 70°C nella zona da rivestire. Rimuovere la pellicola protettiva e quindi spostare il manicotto termorestringente sulla zona di saldatura; la zona di sovrapposizione sul rivestimento realizzato in stabilimento è pari ad almeno 50 mm.

	<p>Effettuare un riscaldamento omogeneo del manicotto termorestringente mediante una torcia a gas propano a bassa regolazione, a partire dalla mezzaria del manicotto in direzione radiale verso l'esterno, così da causare l'espulsione di aria e di umidità in senso laterale.</p>
	<p>Il processo di contrazione è terminato quando il manicotto aderisce contro la parete del tubo in modo completo ed in assenza di bolle d'aria, mentre l'adesivo è stato spinto su entrambi i lati in modo omogeneo verso l'esterno.</p>

### 2.9.3.2. **La saldatura dei tubi per acquedotto con giunti testa a testa**

Tutte le operazioni di saldatura debbono venire eseguite da saldatori provvisti di un attestato di idoneità per il singolo caso d'impiego.

In base al tipo di procedimento e al materiale d'apporto previsti per la costruzione, i saldatori dovranno essere muniti di certificato di abilitazione o patentino di saldatore (non scaduto al momento della effettuazione delle saldature) secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 (Regole tecniche per la qualificazione dei saldatori per la saldatura per fusione degli acciai).

La saldatura di testa può essere utilizzata anche in presenza di tubi di acciaio rivestiti internamente con malta cementizia di diametro relativamente ridotto. I tubi di questo tipo presentano un rivestimento interno in malta cementizia esteso fino alle loro estremità, in conformità alle norme DIN 2614, figura 3.

Il processo di saldatura (testa a testa) più idoneo è quello a cordone discendente, in quanto la passata di fondo può essere realizzata con una velocità maggiore e con un bagno di fusione più ridotto, in modo tale che l'apporto di calore nella zona di saldatura risulti relativamente minore.

A causa della presenza del rivestimento interno in malta cementizia, la saldatura ad arco viene di regola effettuata con impiego di elettrodi ad asta rivestiti.

A tale proposito si è dimostrato ottimale l'uso di elettrodi di tipo cellulosico, idoneo per saldature a cordone discendente. La necessaria luce di saldatura deve essere pari a circa 1,5 mm. L'elettrodo più diffuso in generale è il tipo Cel 70 (E 42 2 C 25). Il grande vantaggio di questo procedimento consiste nell'elevata velocità di saldatura e nell'adequata copertura con gas protettivo, assicurata dall'alto tenore di cellulosa.

Per tubazioni di diametro maggiore di 600 mm, poiché la superficie interna risulta priva di rivestimento per 20 mm alle estremità dei tubi, si possono adottare i procedimenti di saldatura più consueti. L'obiettivo resta comunque quello di apportare il minimo quantitativo di calore possibile nella zona interessata.

L'accoppiamento dei tubi sarà realizzato preferibilmente con accoppiatori di tipo meccanico.

Per la saldatura di testa, quando i tubi presentino ovalizzazioni o comunque un eccessivo disallineamento anche locale delle superfici interne, si dovrà usare un accoppiatubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa (4 tratti di saldatura disposti in posizione ortogonale fra loro).

Qualora si verificasse un disallineamento dei lembi, a causa di montaggio scorretto, differente spessore delle pareti da saldare, ovalizzazione delle sezioni, tale disallineamento all'interno del tubo non dovrà superare 2 mm. In caso di superamento, l'allineamento dovrà essere assicurato mediante lavorazione meccanica.

Prima di procedere alla saldatura, si raccomanda di far preventivamente asciugare dall'esterno il rivestimento interno cementizio, utilizzando una tenue fiamma di propano. In questo modo si provoca gradualmente l'emissione preventiva dell'umidità, così da escludere l'eventuale dannoso fenomeno dello sviluppo repentino di vapori al momento della saldatura vera e propria.

La saldatura a cordone discendente della passata di fondo dovrebbe avere inizio nella posizione circonferenziale compresa fra le ore 4 e le ore 7, per essere poi terminata proseguendo dalla posizione di ore 12 verso le ore 4 e rispettivamente verso le ore 7.

Le successive passate di riempimento e di copertura possono essere effettuate sia con la procedura a cordone discendente che anche a cordone ascendente. Il cordone interno di saldatura deve possibilmente risultare contenuto e non oltrepassare 1 mm.

Al termine della prima passata, l'ossido superficiale deve essere rimosso mediante spazzolatura. Sulla parte esterna la prima passata dovrà presentare una superficie ben raccordata ai margini del cianfrino, così da permettere la deposizione delle passate successive senza il pericolo di inclusioni di scorie. La prima passata dovrà risultare correttamente penetrata al vertice e ben raccordata al materiale base adiacente; il sovrasspessore all'interno non dovrà superare 5 mm.

Al fine di evitare inclusioni di malta cementizia nel bagno di saldatura, si dovrebbe possibilmente utilizzare una corrente di saldatura piuttosto debole. Si raccomandano i seguenti valori orientativi (a seconda dello spessore di parete):

Diametro nominale (DN)	Spessore di parete (mm)	Diametro degli Elettrodi	Intensità di corrente (A)
DN > 100	3,60	2,50	60 ..... 80
150 ≤ DN ≤ 300	4,50 ..... 6,30	3,25	110 ..... 130
DN > 300	5,00 ..... 7,10	4,00	150 ..... 160

A seconda dello spessore di parete vengono effettuate due o tre passate. La prima passata dovrebbe venire realizzata con collegamento al polo negativo, mentre tutte le altre passate vengono realizzate con collegamento al polo positivo.

La zona di saldatura può essere verificata con utilizzo di sistemi non distruttivi, descritti nel capitolo 2.9.3.3.

Riassumendo, la procedura operativa per la saldatura è la seguente:

- 1) Effettuare la pulizia interna ed esterna nelle zone di estremità.
- 2) A seconda delle condizioni climatiche effettuare eventualmente le operazioni di saldatura sotto uno schermo.
- 3) Effettuare inoltre un preriscaldamento delle estremità qualora la temperatura esterna sia minore di 5°C.
- 4) Allineare e fissare le estremità da saldare l'una rispetto all'altra.
- 5) Effettuare un controllo della luce fra i lembi ed effettuare la saldatura della passata di fondo.
- 6) Effettuare una leggera pulitura a mola del cordone.
- 7) Effettuare la saldatura delle passate di riempimento e copertura (con elettrodi sfalsati e molatura dopo ogni passata).

#### **2.9.3.2.1. Tipologie e codifica degli elettrodi**

Nella saldatura classica ad arco l'elettrodo, oltre a fare da tramite per il trasferimento di elettricità, è anche quel componente che fornisce il materiale di apporto per rendere possibile la saldatura.

La saldatura a elettrodo rivestito può essere sempre utilizzata, sia in officina sia in cantiere, per quasi tutti i materiali, sono esclusi i materiali basso fondenti (Pb, Zn, Sn), i materiali reattivi con l'ossigeno (Al, Ti, Zr) ed i metalli refrattari (Nb, Ta). Non è consigliabile (per motivi economici) saldare con questa tecnologia giunti di spessore superiore a 35–40 mm.

Nella saldatura TIG invece l'elettrodo è in tungsteno e non fonde, quindi se di materiale di apporto si necessita, questo andrà aggiunto da fonti esterne tramite l'uso di barre di apporto. Viene consigliata per lamiere di spessore sottile.

Sono tre le principali tipologie di elettrodi

- Elettrodo rivestito
- Elettrodo non rivestito
- Elettrodo in tungsteno

Gli elettrodi devono di regola essere utilizzati entro 6 mesi dalla loro fabbricazione.

#### Elettrodi rivestiti:

Sono ricoperti da materiale essiccato diossidante, che impedisce alla saldatura di ossidare. Il rivestimento, inoltre, ha la funzione di stabilizzare l'arco di corrente.

Le principali varietà di materiale che riveste l'elettrodo sono:

- Cellulosico
- Rutilo (biossido di titanio)
- Ossidante
- Acido
- Basico

L'elettrodo cellulosico è rivestito da un materiale composto da cellulosa, silicio e manganese, si usa con un voltaggio molto alto. È possibile la saldatura in tutte le posizioni, anche con cianfrini stretti. Sono gli elettrodi che danno la massima penetrazione (fino a 2 volte il diametro dell'elettrodo, più 2 mm).

L'elettrodo rutilico è il più comune. Hanno un rivestimento contenente ossidi di Ti (il rutilo infatti è il biossido di titanio). Questi elettrodi hanno caratteristiche simili a quelle degli elettrodi acidi, tuttavia gli ossidi di titanio permettono di ottenere saldature molto lisce e praticamente invisibili senza strumenti adeguati. Per questo motivo gli elettrodi al rutilo sono utilizzati principalmente per fini estetici, nel caso di passate multiple vengono utilizzati solo per le passate di superficie. In alcuni casi per associare le caratteristiche estetiche del rutilo alle caratteristiche elettriche o meccaniche di altri tipi di rivestimento sono associati a sostanze organiche (rutilcellulosici) o a carbonati basici (rutilbasici).

Elettrodo con materiale ossidante: con questi elettrodi è possibile saldare tenendo l'elettrodo direttamente a contatto con il pezzo (da qui la loro denominazione alternativa "contact"), infatti il rivestimento, contenente ossidi di Fe, forma un cratere abbastanza profondo perché tutto l'arco scocchi entro il cratere. Sono gli elettrodi che permettono la massima deposizione (proprio per la presenza di ferro nel rivestimento) a parità di caratteristiche elettriche.

Elettrodo acido: normalmente il rivestimento (composto in gran parte di silice,  $\text{SiO}_2$  e silicato di ferro) contiene un'alta percentuale di disossidanti. La scoria prodotta è porosa e facilmente eliminabile. Il bagno prodotto da questi elettrodi ha una temperatura elevata (è sconsigliata la saldatura in posizioni diverse da quella orizzontale). Utilizzabile solo per materiali aventi buone caratteristiche di saldabilità, dato che, non avendo nessun effetto depurante, il cordone di saldatura è soggetto a cricche a caldo.

Elettrodo basico: sono rivestiti in gran parte da calcio e magnesio. La presenza di notevoli quantità di elementi depuranti rende questi elettrodi molto utili per la saldatura di materiali contaminati da S o P. Questi elettrodi lavorano con un bagno piuttosto freddo, quindi possono essere utilizzati in tutte le posizioni (praticamente sono gli unici che permettono la saldatura in sopratesta). Le caratteristiche meccaniche del giunto sono praticamente identiche a quelle del materiale base. Contro questi vantaggi stanno le difficoltà operative (arco corto), la necessità di avere gli elettrodi costantemente deumidificati, per evitare la formazione di cricche a freddo e la formazione di una scoria che è difficile da rimuovere.

Gli elettrodi non rivestiti vengono usati nella saldatura di acciaio al manganese che non ha bisogno dell'attività diossidante del rivestimento.

Gli elettrodi al tungsteno sono elettrodi non consumabili utilizzati nella Saldatura a TIG (Tungsteno Inert Gas).

Secondo la codifica UNI EN ISO 2560:2010, il simbolo completo di un elettrodo è composto da 9 parti, per esempio ISO 2560: E 46 3 1Ni B 5 4 H5. Tale codifica indica:

E - Indica che il materiale è un elettrodo

46 - Indica 1/10 del valore minimo garantito della sollecitazione di snervamento in N/mm<sup>2</sup> della zona di saldatura, in questo caso 460 N/mm<sup>2</sup>

3 - Indica il valore minimo di resilienza, pari a 47 J, e la temperatura a cui deve essere effettuata la prova. In generale:

Z - non richiesta

A - + 20 °C

0 - 0 °C

1 - (-10 °C)

2 - (-20 °C)

3 - (- 30 °C)

4 - (- 40 °C)

5 - (-50 °C)

6 - (-60 °C)

1N - (opzionale) Indica la percentuale di Nichel che in questo caso è pari a circa l'1.00%. In generale nessun simbolo - si ha una percentuale di manganese del 2%

Mo - Mo=0,3-0,6%; Mn=1,4%

MnMo - Mo:0,3-0,6%; Mn:>1,4- 2%

1Ni - Ni:0,6÷1,2%; Mn:1,4

2Ni - Ni:1,8÷2,6%; Mn:1,4

3Ni - Ni:>2,6÷3,8%; Mn:1,4

Mn1Ni - Mn:>1,4 ÷ 2%; Ni:0,6 ÷ 1,2%

1NiMo- Mn:>1,4 ÷ 2%; Ni:0,6 ÷ 1,2%; Mo:0,3 ÷ 0,6%

Z - ogni altro elemento chimico

B - Indica il tipo di rivestimento. In generale:

O - ossidante

A - acido

R - rutilo

RR - rutilo di forte spessore

B - Basico

C - cellulosico

RC - rutilo-cellulosico

RB - rutilo-basico

V - speciale

5 - Indica la quantità di materiale che si deposita nell'unità di lunghezza (rendimento) e il tipo di corrente richiesto. in generale:

1 - ≤105% - corrente continua e corrente alternata

2 - ≤105% - corrente continua

- 3 - >105% e ≤125% - corrente continua e corrente alternata
- 4 - >105% e ≤125% - corrente continua
- 5 - >125% e ≤160% - corrente continua e corrente alternata
- 6 - >125% e ≤160% - corrente continua
- 7 - > 60% - corrente continua e corrente alternata
- 8 - > 160% - corrente continua
- 4 - Indica la posizione di saldatura per cui l'elettrodo è utilizzabile. In generale sono:
  - 1 - elettrodi per la saldatura in tutte le posizioni
  - 2 - elettrodi per la saldatura in tutte le posizioni esclusa la verticale discendente
  - 3 - elettrodi per la saldatura solo in piano e piano frontale (angolo normale)
  - 4 - elettrodi per la saldatura solo in piano e angolo posizionato
  - 5 elettrodi per la saldatura verticale discendente

H5 - Indica il tenore (in ml/100g) di idrogeno in un deposito di 100 g di saldatura (rilevante per definire il rischio di formazione di cricche a freddo).

La codifica più diffusa degli elettrodi è quella americana AWS. Lo stesso elettrodo presenterebbe codice E 80 15. Il significato delle sigle è il seguente:

E - Indica che il materiale è un elettrodo

80 - Indica 1/1000 della resistenza minima di trazione, espressa in libbre per pollice quadrato(psi) dell'elettrodo, in questo caso 80.000 psi;

1 - Indica le posizioni di saldatura permesse. In generale:

- 1 - tutte
- 2 - orizzontale e ad angolo
- 3 - solo orizzontale
- 4 - verticale

5 - indica il tipo di corrente (continua, alternata o entrambe) richiesto e il tipo di rivestimento. In generale:

- 0 - continua con elettrodo a polarità negativa, per elettrodi cellulosici
- 1 - alternata e continua (polarità positiva)
- 2 - alternata e continua (polarità negativa)
- 3 - alternata e continua per elettrodi rutili
- 4 - alternata e continua per elettrodi rutili ad alta efficienza
- 5 - continua con elettrodo a polarità negativa per elettrodi basici
- 6 - alternata e continua per elettrodi basici
- 7 - alternata e continua (polarità qualsiasi) per elettrodi ad alta efficienza per ossido di ferro
- 8 - alternata e continua (polarità positiva) per elettrodi basici ad alta efficienza

### **2.9.3.3. Controlli sulle saldature**

Il Committente, per il tramite del Direttore dei Lavori, ha il diritto di ispezionare tutte le saldature sia alla fine dell'operazione che durante l'operazione stessa, purché ciò non costituisca intralcio al normale svolgimento del lavoro.

Il controllo delle saldature consiste in una serie di esami non distruttivi atti a stabilire se il risultato delle operazioni svolte è conforme alle esigenze previste per la classe di qualità richiesta per la tubazione. Riferimento normativo è UNI EN 17635:2017 "Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali

per i materiali metallici". Questa norma consiglia i metodi da applicare sulla base del materiale, dello spessore del metallo e del tipo di giunto. I tipi di prove effettuate e l'entità di eventuali difetti rilevati si collegano ai criteri di accettabilità indicati nella UNI EN 5817 "Livelli di qualità delle imperfezioni nei giunti saldati", e nella UNI EN 3834 sui "Requisiti di qualità della saldatura".

Esistono diversi tipi di prove: ognuna presenta dei vantaggi e dei limiti.

Metodo	Caratteristica	Vantaggi/Svantaggi
ISPEZIONE VISIVA UNI EN ISO 17637	Caratteristiche superficiali per esempio cricche, variazioni di colore, deformazioni...	È un sistema economico ma richiede personale preparato e vale solo per controlli superficiali
LIQUIDI PENETRANTI UNI EN ISO 3452-1	Aperture superficiali dovute a cricche, porosità...	Per essere rilevati i difetti devono avere uno sbocco sulla superficie del metallo
ESAME MAGNETOGRAFICO UNI EN ISO 17638	Variazione nel campo magnetico dovuta a cricche, inclusioni...	Controllo adatto solo a metalli ferromagnetici. Bisogna preparare la superficie che può dover essere smagnetizzata post verifica
ULTRASUONI UNI EN ISO 17640	Variazioni di impedenza acustica dovuta a cricche, inclusioni...	Può penetrare alti spessori
RADIOGRAFIA UNI EN ISO 17636-1 e ISO 17636-2	Variazioni di densità dovute a inclusioni, vuoti...	Produce una prova 'scritta' di eventuali difetti

I controlli sull'integrità delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato secondo UNI EN ISO 9712:2012, individuato, su proposta dell'Appaltatore, con approvazione della Stazione Appaltante per tramite del D.L.L.. Il tecnico competente, in accordo con l'Appaltatore e con la D.L.L., definisce un adeguato piano di verifica, mediante combinazione delle tecniche sopra citate e qui di seguito descritte, o di altre che consentano pari o maggior grado di dettaglio.

- a. **ESAME VISIVO:** l'appaltatore deve presentare le saldature pulite da ogni residuo di scoria ed accuratamente spazzolate; la superficie esterna del cordone deve risultare regolare per quanto riguarda le maglie, l'altezza del sovrappessore, l'avviamento del raccordo con il materiale base; i cordoni d'angolo devono avere le dimensioni prescritte.
- b. **ESAME CON LIQUIDI PENETRANTI:** questo esame ha lo scopo di rivelare difetti affioranti come soffiature, porosità, cricche; per l'esame devono essere impiegati liquidi penetranti colorati, del tipo adatto per la rimozione con acqua; prima dell'applicazione del liquido penetrante la superficie da esaminare deve essere pulita per l'eliminazione di qualsiasi traccia di scoria, polvere, spruzzi di saldatura; l'applicazione del liquido penetrante deve essere effettuata su superfici asciutte; la rimozione del liquido penetrante deve avvenire mediante lavaggio con acqua pulita e l'applicazione del rivelatore dovrà ancora essere effettuata su superfici asciutte; l'applicazione del rivelatore avverrà mediante spruzzatori ad aria compressa; il tempo di permanenza del liquido penetrante sarà quello indicato dal fornitore del prodotto ma comunque non inferiore a 10 minuti; l'applicazione del rivelatore dovrà seguire immediatamente la rimozione del liquido penetrante; l'esame finale di ogni traccia di liquido penetrante sul rivelatore deve essere fatto almeno dopo 15 minuti.
- c. **ESAME MAGNETOGRAFICO:** permette di rilevare eventuali discontinuità. Il metodo si basa su un comune magnete, che presenta due poli che rappresentano l'inizio e la fine del campo magnetico associato. Nel caso in cui non ci sia continuità, si ha una distorsione del campo magnetico in corrispondenza della zona in cui il materiale è assente. Cospargendo la superficie della zona nella quale è presente la discontinuità con particelle di ferro (o altro materiale ferromagnetico), esse tenderanno ad agglomerarsi in corrispondenza del suo perimetro.

Questo metodo è molto preciso nel rilevare difetti anche minimi, ma ha il limite di poter essere applicato solo su metalli ferromagnetici.

- d. **ESAME CON ULTRASUONI:** questo tipo di prova è applicabile a tutti i materiali ferrosi. È idoneo per identificare eventuali discontinuità, anche in profondità, dovute a cricche, mancata fusione, scorie, porosità. Si basa sull'assunto che il suono si propaga nei corpi mediante la vibrazione elastica degli atomi e delle molecole che lo compongono. La presenza di disomogeneità altera il percorso delle onde sonore, causando dei fenomeni dispersivi.
- e. **ESAME RADIOGRAFICO:** la tecnica che utilizza i raggi X rappresenta un importante metodo di controllo non distruttivo. Non altera la struttura chimico-fisica del pezzo o le sue proprietà meccaniche e fornisce una registrazione dell'esito dell'esame.
- f. Come criterio residuale, in determinate circostanze, può attuarsi un **CONTROLLO DISTRUTTIVO DELLE SALDATURE:** la Direzione Lavori ha la facoltà di ordinare il prelievo di provini da sottoporre a prova distruttiva in ragione dell'1% delle saldature eseguite; i prelievi ed il rifacimento delle saldature saranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore; qualora in eccedenza a quanto sopra stabilito vengano ordinati prelievi di altri provini, l'appaltatore dovrà provvedere al taglio ed al rifacimento della saldatura; gli oneri relativi a tali ultime operazioni saranno a carico della Committente in caso di esito positivo della prova ed a carico invece dell'appaltatore qualora la saldatura risultasse difettosa; le prove distruttive verranno eseguite in conformità della procedura prevista dalle norme API 1104.

Gli esiti del controllo dovranno essere comunicati con tempestività alla Direzione Lavori.

Le saldature denunciate difettose al controllo con esame visivo, con liquidi penetranti, con esame magnetografico, con prova ad ultrasuoni, dovranno essere sottoposte ad esame radiografico al fine di accertare la natura del difetto.

Tutte le indagini, le verifiche e le prove richieste sulle saldature eseguite in opera e fuori opera saranno effettuate a cura e spese dell'Impresa, la quale resta sempre l'unica e sola responsabile della perfetta riuscita dei lavori di saldatura.

Tutte le operazioni inerenti all'eliminazione delle saldature classificate non accettabili e le riparazioni delle saldature difettose verranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore con l'approvazione della Direzione Lavori.

Per i giunti con saldatura di testa si procederà ad asportare completamente la saldatura depositata nella parte difettosa, rifacendo lo smusso originale con molatura. Si procederà quindi a nuova saldatura.

## **2.10. Prove delle condotte acquedottistiche**

### **2.10.1. Norme Generali**

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove di collaudo dei tronchi di condotta e degli allacciamenti al più presto possibile e pertanto dovrà costruire subito i blocchi di contrasto e d'ancoraggio. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura dei suddetti blocchi, dovrà provvedere all'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove dovranno essere effettuate per tratti di condotta di circa 500 m massimo. La Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, può diminuire od aumentare tale lunghezza. Ciascun tratto da provare sarà idraulicamente isolato dagli altri tratti con i dispositivi più adatti.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Appaltante. Dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri, manografi e manotermografi registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un Laboratorio Ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

**Le prove da eseguirsi per ogni tratto e per la sola condotta priva degli allacciamenti saranno due:**

- **Prima Prova - a condotta seminterrata con tutti i giunti ed i punti di collegamento e giunzione scoperti (qualora possibile);**
- **Seconda Prova - a scavo chiuso (da effettuarsi sempre).**

**Rimane sempre la facoltà della D.L., in relazione ai problemi di viabilità, di procedere solo alla prova a scavo chiuso.**

Le prove vanno eseguite con tutte le tubazioni isolate e le eventuali apparecchiature idrauliche installate convenientemente tappate sulle testate estreme per evitare eventuali perdite durante le prove.

I collegamenti con le condotte esistenti vanno eseguiti solo a collaudo positivo.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento, oltre alla sabbia prescritta, con il materiale idoneo previsto, con l'avvertenza però di lasciare tutti i giunti ed i punti di collegamento e raccordo scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Si procederà al riempimento con acqua dal punto più depresso della tubazione e quindi la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di 1 bar al minuto fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assorbimento naturale e l'assestamento dei giunti e per l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Di solito il tempo minimo necessario è di 24 ore.

Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione. In ogni caso il punto d'installazione dovrà essere tassativamente indicato dalla D.L. in quanto dipenderà dall'andamento altimetrico dei luoghi.

Durante il riempimento, prima della prova con la condotta in leggera pressione, si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria e verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione dei Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti.

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

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Eseguita la prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie prescritte e collocandole con la massima cura fino a costituire il ricoprimento finale del tubo.

Quindi si procederà alla seconda prova con le stesse modalità della prima.

Quando la seconda prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni più avanti riportate, lo scavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

Solo dopo che la prova a condotta interrata avrà dato esito favorevole si potrà procedere all'esecuzione degli allacciamenti.

**Si dovrà quindi eseguire una terza prova finale di collaudo che dovrà comprendere sia la condotta che gli allacciamenti.**

Le modalità d'esecuzione saranno quelle sottoindicate o quelle che saranno date al momento dalla D.L.L..

## **2.10.2. Norme di collaudo finali**

Salvo indicazioni diverse date dalla D.L. all'atto pratico dell'esecuzione le prove di pressione verranno eseguite come sotto descritto.

### **PRIMA PROVA (NON UFFICIALE) DA ESEGUIRSI A 12 ORE CON CONDOTTA PARZIALMENTE INTERRATA.**

La prova va eseguita con tutte le tubazioni e le apparecchiature idrauliche installate convenientemente tappate e puntellate sulle testate estreme per evitare eventuali perdite durante le prove.

Lasciando la tubazione da collaudare, parzialmente interrata, con giunti, con eventuali apparecchiature ed organi di manovra scoperti, si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (vedi capitolo 2.10.3) e quindi si isolerà il sistema della pompa di prova.

La prova deve essere registrata su apposito disco mediante manografi muniti di certificato di taratura rilasciato da un Laboratorio Ufficiale.

Nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova. Tale quantitativo, espresso in litri, non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 per 1/3 chilometri di condotta per 1/25 mm. di diametro interno della condotta (Di) espresso in millimetri.

$$0,125 \times \text{lunghezza [km]} \times \frac{\text{pressione di collaudo [bar]}}{3} \times \frac{Di \text{ [mm]}}{25} = \text{vol max rabbocco [litri]}$$

### **SECONDA PROVA (UFFICIALE) DA ESEGUIRSI CON CONDOTTA COMPLETAMENTE INTERRATA**

#### Prova preliminare a 1 ora (non ufficiale)

La prova va eseguita con tutte le tubazioni e le apparecchiature idrauliche installate convenientemente tappate e puntellate sulle testate estreme per evitare eventuali perdite durante le prove.

Dopo aver provveduto ad interrare completamente la condotta fino a livello stradale secondo le prescrizioni di posa, si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (vedi capitolo 2.10.3) e si isolerà il sistema della pompa di prova per un periodo di un'ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo, espresso in litri, non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato sempre con la precedente formula.

#### PROVA FINALE UFFICIALE A 12 ORE VALIDA SOLO PER TUBAZIONI IN MATERIALE PLASTICO (POLIETILENE E P.V.C.).

Effettuata la prova preliminare ad 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando od eventualmente riportando la tratta interessata alla pressione di prova.

Trascorse come minimo 12 ore dall'inizio di questa seconda prova, nel caso di calo di pressione, il quantitativo d'acqua che dovrà essere pompata per ristabilire la pressione di prova iniziale non dovrà superare il quantitativo d'acqua ottenuto applicando sempre la precedente formula.  
Solo in quest'ultimo caso il collaudo sarà da ritenersi positivo.

**PROVA A 24 ORE DA ESEGUIRSI PER TUBAZIONI METALLICHE (IN GHISA O IN ACCIAIO ANCHE RIVESTITO) ED ALTRI TIPI IN GENERE ESCLUSI SOLO QUELLE IN MATERIALE PLASTICO.**

Effettuata la prova preliminare ad 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 24 ore lasciando od eventualmente riportando la tratta interessata alla pressione di prova.

Trascorse come minimo 24 ore dall'inizio di questa seconda prova, nel caso di calo di pressione, il quantitativo d'acqua che dovrà essere pompata per ristabilire la pressione di prova iniziale non dovrà superare il quantitativo d'acqua ottenuto applicando sempre la precedente formula.

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

### **2.10.3. Pressione di collaudo**

La pressione di collaudo deve essere concordata con l'Ufficio di Direzione Lavori. In linea di principio devono seguirsi le seguenti indicazioni.

Il Decreto Min. Lav. Pubblici del 12.12.1985 stabilisce che la pressione di collaudo in campo  $P_c$  dipende dalla pressione di esercizio  $P_E$ . Deve risultare  $P_c = 1,5 P_E$ , salvo maggiori valori indicati nel periodo seguente.

**La pressione di collaudo per la prova della sola condotta di linea** è normalmente assunta in 15 bar per le tubazioni in ghisa e metalliche e 10÷12 atm, per le tubazioni in materiale plastico quali PEad e PVC, a condizione che le apparecchiature idrauliche installate siano di classe almeno PN16.

### **2.10.4. Prove degli allacciamenti.**

La prova degli allacciamenti è analoga a quella della condotta principale nelle modalità e nei tempi, con la sola differenza che la **pressione di collaudo è pari a 10÷12 atm. (a scelta della D.L.)** e va eseguita in blocco assieme alla condotta principale una volta che gli allacciamenti stessi siano stati tutti eseguiti.

Ad insindacabile giudizio e decisione della D.L. potrà essere ordinato che i collaudi degli allacciamenti, obbligatoriamente quando gli allacciamenti vengano derivati da condotte già in funzione, siano eseguiti immediatamente e singolarmente, con giunti, accessori ed organi di manovra scoperti, in modo da verificare a vista le eventuali perdite nel caso che lo strumento di misura evidenzii cali di pressione. Solo in questo caso e solo dopo che l'allacciamento sia stato collaudato con esito favorevole potrà essere rilasciata l'autorizzazione dalla D.L. affinché vengano eseguiti senza soluzione di continuità anche i collegamenti alle tubazioni d'utenza dopo il contatore.

**Le prove sopra riportate non escludono altre prove di collaudo finali ritenute opportune dalla D.L. In ogni caso, a giudizio insindacabile della D.L., in caso di discordanze, le stesse saranno eseguite secondo le normative vigenti.**

## **2.11. Lavaggio e disinfezione delle condotte per acquedotto**

Ad avvenuta ultimazione e collaudo di tronchi funzionali dell'acquedotto si darà luogo al lavaggio ed alla disinfezione delle tubazioni.

Si procederà ad un energico lavaggio preventivo con scarico libero alle estremità delle condotte. Successivamente, in punti intermedi, verrà introdotto ipoclorito sodico, in congrua soluzione, nella condotta medesima che resterà piena senza prelievo alcuno d'acqua per la durata minima di 24 ore.

Si passerà infine ad un ulteriore accurato lavaggio con acqua e scarichi aperti. Verrà quindi effettuato il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimica e batteriologica, per l'accertamento della potabilità dell'acqua stessa. Le spese per l'acqua di lavaggio, per la disinfezione e per le analisi saranno a carico dell'Impresa. Qualora le analisi accertino la potabilità dell'acqua, si procederà alla messa in esercizio della condotta.

## 2.12. Attraversamenti ed incroci di linee sotterranee

Prima dell'inizio di qualsiasi lavorazione, dovrà essere individuata in loco l'esatta posizione dei sottoservizi interferenti, contattando gli Enti gestori e prestando l'eventuale assistenza.

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno collettori o tubazioni di fogna, tubazioni di gas ed acqua, fibra ottica, cavi elettrici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso al Direttore dei Lavori che darà le disposizioni del caso.

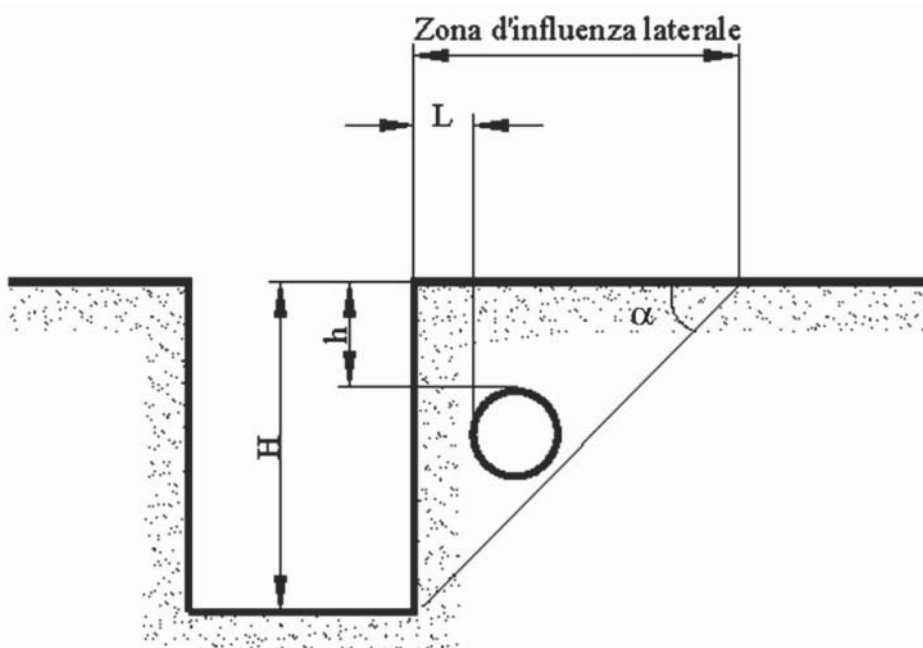
Particolare cura dovrà porre l'Appaltatore affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo; egli dovrà, a sua cura e spese, per mezzo di sostegni, puntelli, sbadacchiature e sospensioni, fare quanto occorre perché le opere stesse restino nella loro primitiva posizione.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere sottosuolo e che è obbligato a ripagarlo od a farlo ripagare al più presto sollevando l'Appaltante da ogni gravame, noia o molestia.

### 2.12.1. Zona di influenza degli scavi in trincea – parallelismi ed incroci di linee sotterranee

L'esecuzione di uno scavo in trincea implica la generazione di una zona di influenza laterale che può influire sulla stabilità a breve e lungo termine delle tubazioni stradali esistenti all'interno di essa (vedi **Figura 1**).

L'estensione della zona d'influenza dipende dalla profondità dello scavo e dalla tipologia del terreno scavato. Si definisce "angolo di riposo" l'angolo che delimita la zona di influenza, i cui valori di riferimento, in assenza di carichi superficiali, sono riportati nella **Tabella 3** (pagina 79).



**Figura 1**

**Tabella 3 – Angolo di riposo  $\alpha$  per scavi in trincea**

	Roccia	Argille da rigide a dure	Terreni medi	Sabbie e ghiaie sciolte – Argille tenere	Argille molto tenere – Sabbie sature
K	0	0,5	1,0	1,5	2,0
$\alpha$	90°	63,4°	45°	33,7°	26,6°

Un sottoservizio esistente, parallelo ad una trincea di scavo, risulta al di fuori della zona d'influenza dello scavo al verificarsi della seguente condizione:

$$L > K \cdot (H - h) + 0,4$$

dove:

- L      distanza (misurata dalla generatrice laterale) alla quale viene a trovarsi la tubazione esistente dal bordo della trincea di scavo;  
H      profondità dello scavo da effettuare;  
h      profondità della tubazione esistente;  
K      coefficiente caratteristico del terreno oggetto di scavo (vedi **Tabella 3**, pagina 79).

Nel caso non sia tecnicamente possibile ubicare il sottoservizio interferenze al di fuori della zona di influenza laterale, di cui al punto precedente, si dovrà procedere con il sostegno dello scavo. Inoltre, nella fase di scavo, laddove possibile, occorre:

- evitare il transito e lo stazionamento dei mezzi meccanici dalla parte del tubo esistente;
- qualora non sia possibile attuare la prescrizione di cui al punto precedente, dovranno essere adottati sistemi efficaci di ripartizione dei carichi (ad esempio piastra d'acciaio di adeguato spessore e larghezza);
- non far gravare pesi (ad esempio accumulo di materiale di risulta) sull'area di influenza della tubazione esistente;
- completare l'operazione di rinterro nel più breve tempo possibile al termine delle operazioni di posa.

Qualora si renda necessario scoprire il sottoservizio esistente parallelo, occorre:

- che il transito e lo stazionamento dei mezzi meccanici e il deposito di materiali avvenga nella zona laterale allo scavo e non sopra la parte di tubazione rimasta interrata;
- che, nel caso in cui il tubo esistente rimanga sospeso nello scavo, la tubazione sia adeguatamente sostenuta mediante imbracatura con fasce di larghezza pari ad almeno 15 cm, tipo "bindelle", fissate a traverse disposte al di fuori dello scavo, ortogonalmente all'asse del tubo, ed appoggiate sul terreno, o mediante sacchetti di sabbia;
- che, per tubazioni con giunzione a bicchiere, i sostegni siano essere realizzati con particolare cura ed innanzitutto in corrispondenza di ciascun giunto;
- che la tubazione scoperta non venga in alcun modo utilizzata come appoggio.

In caso di sottopasso di tubazione esistente, occorre:

- che il transito e lo stazionamento dei mezzi meccanici ed il deposito di materiali avvenga nella zona laterale allo scavo e non sopra la parte di tubazione rimasta interrata;
- che il tubo sospeso venga sostenuto mediante fasce di larghezza non inferiore a 15 cm, tipo "bindelle", fissate a traverse appoggiate al terreno, al di fuori dello scavo;
- che le condotte scoperte non siano in alcun modo utilizzate come appoggio.

In caso di sottopasso realizzato mediante cunicolo (tubazione esistente non scoperta), occorre:

- che, affinché il tubo esistente non sia soggetto a carichi eccessivi dettati dal peso del terreno sovrastante, sia mantenuta una distanza di rispetto di almeno 1,5 m tra la volta superiore del

cunicolo e la generatrice inferiore della tubazione stradale. Questo consente di realizzare un adeguato "cuscino di ripartizione" dei carichi tra il tubo ed il cunicolo;

- m) che la protezione delle tubazioni che si trovano nella parte di terreno sovrastante lo scavo di gallerie per posa manufatti avvenga mediante il completo riempimento della sezione scavata compresa tra il manufatto e la volta della galleria stessa con materiale arido compattato o con conglomerato cementizio magro.

## 2.12.2. Prescrizioni per attraversamenti e parallelismi con le condotte di distribuzione del gas

Prima dell'inizio di ogni intervento e durante la sua esecuzione, l'esecutore deve rilevare l'eventuale presenza di gas nella zona interessata dai lavori. Nel caso se ne constati la presenza, occorre immediatamente avvisare il Pronto Intervento del Gestore della rete gas, provvedendo contestualmente a sospendere qualsiasi operazione nel sottosuolo ed il funzionamento di apparecchiature elettriche e/o meccaniche in prossimità dei lavori; il sito deve essere evacuato e presidiato sino all'arrivo del personale del Gestore. Analogo comportamento deve essere tenuto nel caso in cui, nel corso dei lavori, si verifichino danneggiamenti delle tubazioni che comportino fuoriuscita di gas.

Eventuali danneggiamenti che non comportino fuoriuscita di gas (ad esempio incisione di tubi di polietilene, danneggiamento del rivestimento di tubazioni di acciaio, ecc.) devono essere tempestivamente segnalati all'Unità Tecnica del Gestore della rete gas. Allo stesso modo devono venire segnalate eventuali dispersioni da acquedotti o fognature che possano generare situazioni di criticità per i tubi gas.

È indispensabile osservare tutte le cautele necessarie per garantire una distanza dalle condotte gas esistenti e a non creare interferenze per contatto diretto tra superfici metalliche e tubazioni gas preesistenti, per non generare fenomeni corrosivi reciproci. È inoltre necessario che, nel caso sia rilevata l'esistenza di interferenze di tale tipo, venga informato il personale del Gestore della rete gas, in modo che possano essere concordati gli accorgimenti da adottare per ripristinare le corrette condizioni di non contatto e di mutua protezione.

### 2.12.2.1. Parallelismi/incroci di altri servizi con tubazione gas metano esistente

La distanza raccomandata della rete idrica dalle tubazioni gas di 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> specie è di almeno 30 cm. Ciò vale per sovrappassi, sottopassi e parallelismi.

Per le reti fognarie, la distanza minima di cui sopra aumenta a 50 cm nel caso di interferenza con tubazioni gas di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie.

Classificazione condotte per la distribuzione del gas con densità < a 0,8. D.M. 16 aprile 2008			
Impianti con pressione di esercizio	Pe > 24 bar	(1a specie)	Pmax = oltre 24 bar
Impianti con pressione di esercizio	12 bar < Pe < 24 bar	(2a specie)	Pmax = 24 bar
Impianti con pressione di esercizio	5 bar < Pe < 12 bar	(3a specie)	Pmax = 12 bar
Impianti con pressione di esercizio	1,5 bar < Pe < 5 bar	(4 a specie)	Pmax = 5 bar
Impianti con pressione di esercizio	0,5 bar < Pe < 1,5 bar	(5 a specie)	Pmax = 1,5 bar
Impianti con pressione di esercizio	0,04 bar < Pe < 0,5 bar	(6 a specie)	Pmax = 0,5 bar
Impianti con pressione di esercizio	Pe < 0,04 bar	(7 a specie)	Pmax = 0,04 bar

I rinterri degli scavi devono sempre essere eseguiti in modo da ristabilire le condizioni iniziali di portanza del terreno al fine di evitare successive sollecitazioni indotte alle condotte gas, e inoltre, la posa del materiale di rinterro deve essere eseguita per strati e con idonei mezzi di compattazione inserendo per almeno 15 cm al di sopra e al di sotto della condotta gas uno strato di sabbia.

Nel caso in cui non si possa rispettare la distanza minima prescritta, dovrà essere informato il personale del Gestore per concordare gli eventuali accorgimenti da adottare per la protezione della rete gas. Valgono comunque le norme derivate dal: D.M. 24 novembre 1984, "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo del gas naturale con densità non superiore a 0,8"; dal D.M. 16 aprile 2008, "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8". Norma UNI 10576 del 23 aprile 1996 "Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo", adottata con D.M. 26.03.2004 e ai sensi della Legge 1083 del 6 novembre 1971.

#### **A) INCROCI**

**Applicazione: fognature e canalizzazioni con distanza inferiore a quanto sopra indicato da TUBAZIONE GAS IN MEDIA PRESSIONE** in posizione di:

- sottopasso: m 6,00 di guaina in PVC con massello in cls.
- sovrappasso: m 2,00 di guaina in PVC con massello in cls.

**Applicazione: fognature e canalizzazioni con distanza in verticale inferiore a quanto sopra indicato da TUBAZIONE GAS IN BASSA PRESSIONE** in posizione di:

- sottopasso: m 1,00 di guaina PVC con massello in cls.
- sovrappasso: m 1,00 di guaina PVC con massello in cls.

#### **NOTE:**

Le lunghezze delle guaine sulle tubazioni gas suindicate vanno sempre maggiorate dell'ingombro (diametro) della canalizzazione: esempio di calcolo della protezione per incrocio di nuova fognatura DN 400 in cls con tubo gas di Media Pressione in sovrappasso: lunghezza  $(100 + 100 + 40 + 7 + 7) = \text{cm. } 254$  di guaina vc + cls.

**Applicazione: cavi pieni o allacciamenti di acquedotti in polietilene o acciaio**

m 1,00 di guaina in PVC allo scopo di individuare il servizio sia per la condotta in media pressione che per quella in bassa pressione.

#### **B) PARALLELISMI**

**Applicazione: con qualsiasi canalizzazione per distanza in verticale inferiore a cm 50**

Per le condotte in MEDIA pressione e BASSA PRESSIONE la distanza minima fra le due superfici affacciate delle tubazioni con altri servizi non deve essere inferiore a cm 50.

Qualora non sia possibile osservare tale distanza le condotte del gas devono essere inguainate con idonea protezione in PVC con massello in cls per tutta la lunghezza del parallelismo.

Le operazioni di protezione delle tubazioni gas metano vanno comunque concordate preventivamente con personale ASCOPIAVE.

#### **C) - TIPOLOGIA DELLE GUAINES PVC**

Le guaine PVC dovranno essere del tipo rigido, serie normale UNI EN 1401-1 tipo SN8 ed essere messe in opera con massello in calcestruzzo.

#### **D) - PARALLELISMI/INCROCI LINEE FERROVIARIE/TRANVIARIE EXTRA-URBANE**

- in caso di parallelismi o attraversamenti di linee ferroviarie e tranviarie extra-urbane, si applicano le norme speciali emanate dal Ministero dei Trasporti a tutela di impianti di propria competenza;
- nei casi di attraversamento di linee tranviarie urbane, la distanza tra i due Servizi non deve essere inferiore a 1 m, misurata tra la generatrice superiore del tubo gas e il piano del ferro.

Le tubazioni di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Specie devono essere inoltre collocate in tubo di protezione (PVC + cls) prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno un metro misurato a partire dalla rotaia esterna. Per le tubazioni di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> Specie è ammessa una profondità di posa minore, fino a un minimo di 0,50 m, purché la condotta sia messa in tubo di protezione (PVC + cls) prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno un metro misurato a partire dalla rotaia esterna.

### **2.12.2.2. ESTRATTO NORMA UNI 10576 "Protezione tubi gas durante lavori nel sottosuolo"**

#### **Interventi realizzati da Gestori di opere sotterranee di utilità pubblica.**

Tutti gli interventi realizzati da gestori di opere sotterranee di utilità pubblica, tali da comportare possibili danneggiamenti alle tubazioni gas, devono essere sottoposti all'esame dell'ente gestore del servizio gas mediante comunicazione lavori, con la massima tempestività e corredati di adeguata documentazione, per la definizione delle misure di protezione necessarie.

#### **Interventi realizzati da Operatori Terzi**

Prima di effettuare qualsiasi tipo di intervento, gli Operatori terzi a ciò preposti o autorizzati devono garantire la comunicazione preventiva all'Ente gestore del servizio gas e comunque un avviso di inizio lavori di almeno 48 ore.

#### **Sistemi di indagine per verifiche tipologia dei servizi interrati e degli assaggi**

Si raccomanda di svolgere l'esecuzione degli assaggi con particolare attenzione per evitare il rischio di danneggiamento delle tubazioni gas interrate.

Premesso che lo scavo di assaggio è da considerare tecnica comunque necessaria, si raccomandano le seguenti cautele operative al fine di evitare danneggiamenti alle tubazioni gas:

- le dimensioni dello scavo di assaggio devono essere limitate allo stretto necessario che consenta l'individuazione dei servizi interrati preesistenti;
- nell'esecuzione dello scavo di assaggio è consentito l'uso di mezzi meccanici solamente per l'eventuale asportazione degli strati della pavimentazione e del relativo cassonetto; oltre tale profondità è consentito solo lo scavo a mano.

#### **Utilizzo di mezzi meccanici**

I mezzi meccanici utilizzati per l'esecuzione degli scavi non devono operare o transitare su aree che, direttamente o indirettamente, possano trasmettere sovraccarichi alle tubazioni gas interrate.

#### **Comportamento degli Operatori durante gli scavi**

Nel corso delle operazioni di scavo gli operatori devono prestare la massima attenzione per evitare danneggiamenti alle tubazioni gas ed ai loro eventuali rivestimenti. Tutte le tubazioni gas messe a nudo all'interno degli scavi non devono essere in nessun modo sollecitate.

#### **Materiali di rinterro**

I materiali di rinterro intorno ai tubi gas messi a nudo devono essere conformi alla norma UNI 9165: sabbia di cava o fiume per uno spessore minimo di 15 cm.

#### **Modalità di rinterro**

I rinterri degli scavi devono essere eseguiti in modo da ripristinare le condizioni iniziali di portanza del terreno al fine di evitare successive sollecitazioni indotte alle tubazioni gas.

Nel caso le tubazioni gas siano state messe a nudo, la messa in opera dei materiali di rinterro di cui in deve essere eseguite per strati successivi di circa 30 cm, seguiti da idonea compattazione.

#### **Manufatti**

Manufatti superficiali rigidi (compresi pozzetti o camerette interrate) non devono essere costruiti sulla verticale delle tubazioni gas, in quanto causa di trasmissione diretta di sovraccarichi concentrati. Qualora ciò non sia evitabile, deve essere concordata con l'ente gestore del servizio gas la posa in opera di idonee opere di protezione.

#### **Sostegno delle tubazioni**

Qualora durante i lavori di scavo vengano messe a nudo tubazioni gas, devono essere attuate idonee ed accurate opere di sostegno delle stesse per l'intera lunghezza del tratto scoperto, in modo da evitare che le tubazioni possano essere soggette a sollecitazioni meccaniche anomale per il peso proprio e/o per il sovraccarico accidentale.

## **2.13. Strutture in cemento armato, acciaio e murarie**

### **2.13.1. Generalità**

Le prescrizioni indicate in tutto il presente articolo valgono, in quanto estendibili, per tutte le opere, e le loro parti, assimilabili a quelle descritte nei singoli paragrafi, anche se più direttamente trattate in altri articoli.

Esse dovranno essere integrate con le norme vigenti in materia, e non in contrasto con questo stesso Capitolato.

### **2.13.2. Conglomerati cementizi, semplici, armati e precompressi**

#### **2.13.2.1. Premesse**

L'Appaltatore dovrà tenere a disposizione della Direzione Lavori un registro nel quale saranno indicati, oltre a quanto prescritto dalle vigenti leggi, o da altre che potranno essere emanate, le date di inizio e fine dei getti, le date di disarmo, le curve granulometriche, la natura e provenienza degli inerti, il tipo e provenienza del cemento, le dosature usate, e quanto altro la Direzione Lavori ritenesse opportuno richiedere.

Detto registro controfirmato giornalmente dal rappresentante della Direzione Lavori dovrà essere consegnato in originale ed una copia alla Direzione Lavori alla ultimazione dei lavori stessi.

I calcoli statici relativi alle opere in conglomerato cementizio armato e non, e/o per quelle in carpenteria metallica sono, salvo diversa specificazione, a onere e carico della Stazione Appaltante, l'Appaltatore potrà, assumendosene l'onere e la spesa, fornire alla D.L. integrazioni e/o modifiche ai calcoli e alle tavole strutturali.

Se il progetto di un'opera in conglomerato armato normale e precompresso o a struttura metallica è stato fornito dall'Ente Appaltante, l'Appaltatore dovrà dichiarare per iscritto, prima di iniziare qualsiasi lavoro, direttamente od a mezzo di un Ingegnere di sua fiducia, se non sia rivestito di tale qualità, di aver esaminato e preso perfetta conoscenza del progetto medesimo in ogni sua parte, di averne rifatto i calcoli di stabilità e di conseguenza di riconoscere il progetto stesso perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera.

L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori delle suddette integrazioni ai calcoli statici delle opere non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le attribuzioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli stabiliti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e completo responsabile delle opere e, di conseguenza, l'Appaltatore stesso dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Il progetto esecutivo delle opere in conglomerato armato normale e precompresso, o a struttura metallica, dovrà essere corredato da un esauriente relazione di calcolo e dovrà essere completo in ogni particolare esecutivo e costruttivo sia per quanto riguarda i conglomerati che l'armatura metallica. Inoltre, sia nei disegni che nella relazione, dovranno essere chiaramente indicati il tipo e qualità dei materiali da impiegarsi, le dosature di cemento, nonché le caratteristiche e resistenze prescritte per i conglomerati e gli acciai.

Il progetto dovrà essere corredato anche da una esauriente relazione che prescriva le modalità di costruzione, di disarmo e di prova di carico della struttura con l'indicazione delle frecce di deformazione che si dovranno attendere.

Dal giornale dei lavori del cantiere dovranno risultare tutte le approvazioni degli elaborati di progetto e di calcolo delle strutture in genere, tutti gli ordini relativi all'esecuzione dei getti e disarmo, nonché le date di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L.:

- 1) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- 2) lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- 3) il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua-cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intende eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi strutturali;
- 4) il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- 5) i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi strutturali, dovranno essere indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi ai solai dovrà inoltre essere riportata per esteso l'analisi dei carichi che comprenderà oltre ai carichi permanenti anche i carichi accidentali.

Si intende altresì che l'Appaltatore dovrà adeguarsi a tutte le norme che saranno successivamente emanate dalle competenti autorità.

### 2.13.2.2. **Classificazione dei calcestruzzi**

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza della Tabella 4.

**Tabella 4 – Classi di resistenza**

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tabella 5, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

**Tabella 5 – Impiego delle diverse classi di resistenza**

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Per le classi di resistenza più comuni, classificate in base alla resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura, sono previsti i dosaggi minimi di cemento indicati in Tabella 6.

La dimensione massima degli inerti è di 30 mm con eccezione di quelle strutture la cui minor dimensione sia uguale od inferiore a 15 cm, per le quali il diametro massimo degli inerti sarà di 15 mm.

**Tabella 6 – Dosaggio minimo cemento e diametro massimo inerti**

<b>Resistenza minima a 28 gg.</b>	<b>Dosaggio cemento quantità min.</b>	<b>Diametro max inerte grosso</b>
(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(mm)
30 (300 kgf/cm <sup>2</sup> )	3,0 (300 kgf/cm <sup>3</sup> )	20
25 (250 kgf/cm <sup>2</sup> )	2,5 (250 kgf/cm <sup>3</sup> )	20
20 (200 kgf/cm <sup>2</sup> )	2,0 (200 kgf/cm <sup>3</sup> )	30
15 (150 kgf/cm <sup>2</sup> )	1,5 (150 kgf/cm <sup>3</sup> )	30

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo rispondente a quanto sopra richiamato dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.

Il rapporto acqua-cemento sarà specificatamente indicato negli elaborati progettuali oppure sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Impresa svolgerà sotto il controllo dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori. Di regola il rapporto acqua-cemento non dovrà essere superiore a 0,55.

Lo slump approvato dall'Ufficio di Direzione Lavori sarà costantemente controllato durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'Ufficio di Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

#### **2.13.2.3. Temperatura di getto**

Non si dovrà procedere al getto del calcestruzzo qualora la sua temperatura sia superiore a +28°C oppure inferiore a +4°C.

Se la temperatura ambiente fosse inferiore a +4°C quella dell'impasto dovrà essere superiore ai +10°C.

Durante la stagione calda sarà permesso raffreddare convenientemente gli inerti e l'acqua mentre durante la stagione fredda si potranno riscaldare gli stessi fino ad una temperatura massima di +40°C e non oltre per evitare la falsa presa di getto. Gli accorgimenti tecnici usati a questo scopo devono essere approvati dalla Direzione Lavori.

Il costo relativo al raffreddamento o riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Impresa. In ogni caso è vietata l'esecuzione di getti all'aperto quando la temperatura ambiente sia inferiore a -10°C.

#### **2.13.2.4. Esecuzione del getto**

L'Impresa dovrà assicurarsi e provvedere affinché tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto od ad insufficienze di vibrazione e/o a mano d'opera scarsa o male addestrata.

Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm; ogni strato sarà opportunamente vibrato, specialmente per strutture sottili.

L'Impresa non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

Qualora si verificano interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con l'Ufficio di Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci, indice di deficiente esecuzione dei getti e di vibrazione.

#### **2.13.2.5. Vibrazione dei getti**

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratori ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratori nel getto saranno approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.

La vibrazione dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo.

In linea di massima la durata di vibrazione per mc di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti.

In ogni caso la vibrazione dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti e del cemento.

L'Impresa è tenuta a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri al minuto per tipi da applicare alle casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili (spessore rustico 15 cm) dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie dell'Ufficio di Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'Impresa, a richieste di sovrapprezzi o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'Impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibrazione dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

Al limite del possibile bisognerà evitare le riprese di getto.

#### **2.13.2.6. Giunti di costruzione nei getti**

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori. In particolare, è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che per necessità strutturali debbono garantire un comportamento perfettamente monolitico siano prive di riprese.

In particolare, potrà essere richiesto che il getto dei basamenti di macchine rotanti od alternative, sia eseguito senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese di getto, senza che per tale fatto alcun onere addizionale venga richiesto da parte dell'Impresa.

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1÷2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

#### **2.13.2.7. Giunti di dilatazione**

Tutti i giunti di dilatazione saranno eseguiti e localizzati come indicato nei disegni.

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione del giunto.

Eventuale materiale di riempimento sarà costituito da cartongesso bitumato e mastice di bitume o da altro materiale approvato dall'Ufficio di Direzione Lavori.

L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.

#### **2.13.2.8. Protezione del getto**

Dopo il getto è necessario che il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e delle scosse meccaniche.

I metodi di protezione del getto che assicurino il mantenimento delle condizioni richieste per la stagionatura saranno di responsabilità dell'Impresa ma soggetti all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Per i getti di calcestruzzo da eseguirsi durante la stagione invernale, dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo.

È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti, mentre dovranno essere invece adottate le seguenti disposizioni:

- l'acqua di impasto dovrà essere riscaldata a  $+60^{\circ}\text{C}$  con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a  $+60^{\circ}\text{C}$  nelle betoniere assicurandosi d'altra parte che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a  $0^{\circ}\text{C}$  e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra  $+10^{\circ}\text{C}$  □  $+15^{\circ}\text{C}$ ;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non devono superare i  $+40^{\circ}\text{C}$  sia per l'acqua sia per gli inerti;
- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.

Si potranno proteggere i getti, quando la temperatura scende al di sotto di  $-5^{\circ}\text{C}$ , con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.

In questo caso sarà riconosciuto un prezzo di addizionale al calcestruzzo gettato.

**Finitura delle superfici del calcestruzzo**

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.

Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.

La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi.

La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto.

In particolare, dovrà essere curato il distanziamento della armatura in ferro dal fondo delle casseforme.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.

Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.

Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1, si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2, si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 1 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3, si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4, si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

Si tenga presente che i calcestruzzi per i quali è richiesta la finitura F3 devono avere dosaggio di cemento non inferiore a 3 kN/mc (300 kgf/mc).

È facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto.

Salvo riserva di accettazione da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.

In particolare, per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

Inseri a tenuta nei calcestruzzi

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni nel contatto calcestruzzo-inerti.

Pertanto, potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquido nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica.

La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Impresa.

#### **2.13.2.9. Prove di accettazione e controllo**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori iscritti all'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il Direttore dei Lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

Il prelievo di campioni, le dimensioni e la stagionatura dei provini per la resistenza a compressione dei vari calcestruzzi sarà effettuato nel rispetto delle direttive di cui al D.M. 17 gennaio 2018 ed in ogni caso con la frequenza di almeno una serie di provini per ogni struttura principale per ogni tipo di calcestruzzo, con facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di richiedere per strutture particolarmente importanti, a suo insindacabile giudizio, prelievi addizionali, sempre restando a carico dell'Impresa tutte le spese relative.

#### **2.13.2.10. Casseforme**

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

Quando indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.

L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.

In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'Ufficio di Direzione Lavori.

#### **2.13.2.11. Prove di tenuta delle vasche in cemento armato**

Le prove di tenuta sono a carico dell'Impresa che provvede al riempimento della vasca e al relativo svuotamento per tutte le volte occorrenti ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Primo riempimento della vasca: una volta raggiunto il massimo livello la vasca viene mantenuta piena per giorni otto consecutivi. Al termine del periodo si localizzano le eventuali perdite verificatesi, si provvede allo svuotamento nonché alla riparazione delle impermeabilizzazioni.

In seguito, si riempie una seconda volta la vasca per altri otto giorni e si determinano le eventuali ulteriori perdite che non possono superare i 2 l per m<sup>2</sup> di parete bagnata ragguagliata a 24 ore. Tali perdite inizialmente ammesse debbono diminuire del 30% ogni 24 ore successive.

In caso contrario si ripete nuovamente la prova fino al raggiungimento dell'esito favorevole.

Non si possono manifestare all'esterno della parete della vasca macchie dovute a porosità o infiltrazione.

L'acqua necessaria per le prove è fornita a cura e spese dell'Impresa. Il tempo occorrente per le prove non è compreso nel periodo a disposizione per l'esecuzione dell'opera e la sua durata è in relazione al numero delle prove occorrenti a discrezione della Direzione Lavori.

È pure a carico dell'Impresa la disinfezione della vasca e di tutte le condutture od apparecchiature idrauliche ed elettroidrauliche, nonché il successivo lavaggio prima dell'inizio della utilizzazione.

#### **2.13.2.12. Collaudo**

Le operazioni di collaudo comprendono il controllo del grado di sicurezza inserito nelle operazioni di progetto, da effettuare con verifiche delle ipotesi, della corrispondenza con i dati del progetto, l'esecuzione delle prove di carico e ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le opere non possono essere poste in servizio prima che siano state assoggettate a prove di carico.

Queste non possono avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista.

Il loro programma dovrà essere sottoposto al Direttore dei Lavori e al Progettista, e notificato all'Appaltatore.

Le prove di carico si svolgeranno con le modalità indicate dal Collaudatore, e con gli appostamenti e le norme di sicurezza decise dal Direttore dei Lavori che assumerà la responsabilità delle operazioni.

I carichi di prova saranno di regola quelli di progetto e la durata di applicazione degli stessi non sarà inferiore a 24 ore.

Di ogni prova di carico sarà redatto un certificato che sarà sottoscritto dal Collaudatore, dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore.

Quando le opere debbano essere ultimate prima della nomina del Collaudatore, le prove di carico saranno eseguite dal Direttore dei Lavori, che ne redigerà certificato sottoscrivendolo assieme all'Appaltatore. È in facoltà del Collaudatore effettuare controlli su tali prove precedentemente eseguite ed eventualmente integrate a suo criterio.

La lettura degli apparecchi di misura, sia sotto carico che allo scarico, sarà proseguita fino a valore praticamente costante (salvo l'influenza degli effetti termici).

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotte lesioni o dissesti che compromettano la sicurezza e la conservazione dell'opera;
- la freccia permanente dopo la prima applicazione del carico massimo non superi  $1/3$  di quella totale, ovvero, nel caso che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura è in grado di raggiungere un buon comportamento elastico.

L'onere di tutte le prove suddette è a totale carico dell'Appaltatore.

## **2.14. Elettropompe**

Prestazioni richieste e requisiti tecnici di eventuali elettropompe sono indicati negli elaborati di progetto (grafici ed elenco prezzi).

Il punto di funzionamento di progetto, riferito alla girante montata, dovrà preferibilmente essere situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

Le curve caratteristiche prevalenza-portata dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa.



### 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### 3.1. *Norme generali per la misurazione e valutazione dei lavori*

La misurazione e la valutazione dei lavori e delle provviste sarà effettuata con metodi geometrici, la contabilizzazione degli stessi sarà fatta a numero, a peso, a misura o a corpo secondo quanto previsto nell'elenco prezzi.

Per la liquidazione dei lavori varranno le misure fissate dal progetto anche se, in sede di controllo da parte degli incaricati, si riscontrassero spessori, superfici; lunghezze diverse superiori a quanto previsto. Nel caso però in cui tali maggiorazioni risultassero ordinate per iscritto dalla Direzione Lavori esse saranno contabilizzate. Non saranno in nessun caso ammesse dimensioni inferiori a quelle di progetto salvo eventuali tolleranze previste dal progetto stesso e dal Capitolato Speciale. L'Appaltatore, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sarà chiamato al rifacimento delle opere deficienti a totale suo carico.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente richiedere la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni che, in progresso di lavoro, non si potessero più accertare e la verifica di tutto ciò deve essere fatta misurando e pesando il materiale prima di essere posto in opera. Resta convenuto che, se talune quantità non fossero accertate in tempo debito, l'Appaltatore dovrà accettare la valutazione della Direzione lavori.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che procedono i lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dalla Direzione Lavori e dal rappresentante dell'Appaltatore. Resta salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Tutti gli oneri e spese dell'Appaltatore per i tracciamenti e la conservazione degli stessi, gli oneri e spese necessarie per il prelievo di campioni di qualsiasi genere nelle opere eseguite ed in corso di esecuzione e di tutti quelli necessari per le prove previste dal Capitolato Speciale nonché per le prove da eseguire presso laboratori ufficiali al fine di accertare le caratteristiche dei singoli materiali e la rispondenza degli stessi e dei lavori eseguiti alle prescrizioni di Capitolato ed agli ordini della Direzione Lavori fatte salve eventuali diverse precise indicazioni del Capitolato e dell'elenco prezzi, si intendono compresi e compensati nei singoli prezzi di elenco.

#### 3.2. *Scavi a sezione obbligata*

Si intendono come scavi a sezione obbligata quelli che vengono eseguiti di norma per la costruzione di opere murarie in genere e per le trincee delle tubazioni.

Gli scavi a sezione obbligata, escluso lo scavo per la posa delle condotte, saranno computati, picchetto per picchetto, moltiplicando la lunghezza del tratto, misurato in orizzontale, per la media aritmetica delle sezioni estreme del tratto stesso, rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore all'atto della consegna dei lavori, o anche successivamente.

Ove la sezione degli scavi sia maggiore di quella risultante dai disegni e tipi di progetto o di quella stabilita – con ordine scritto, dalla D.L. – non solo non sarà tenuto alcun conto degli scavi in eccesso, ma l'Appaltatore dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti con maggior pendenza di scarpata, ma in tal caso, non sarà pagato il maggior volume risultante, né il successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Appaltatore dovrà eseguire a propria cura e spese e con tutte le cautele necessarie;

Lo scavo per la posa delle condotte, a prescindere dalla effettiva sezione di scavo, sarà valutato e pagato con le modalità indicate nelle sezioni tipo di progetto ed in base ai prezzi di elenco e quindi per un volume

uguale al prodotto dell'area convenzionale di scavo per la lunghezza della condotta dal filo esterno del pozzetto a filo esterno del pozzetto successivo.

Gli scavi a sezione obbligata sono valutati a parete verticale compreso l'ingombro della cassa chiusa o blindaggio o a pareti inclinate compresi eventuali sbadacchi e puntelli, ove la natura del terreno lo consenta.

Il volume dei manufatti presenti nella sezione dello scavo, qualora la demolizione sia compensata a parte, verrà dedotto dal computo dello scavo.

Lo scavo per la posa di pozzetti è compreso nel prezzo degli stessi e quindi non verrà pagato separatamente.

Lo scavo a mano, preventivamente ordinato dalla D.L., sarà pagato con il relativo prezzo di contrattuale.

Con i prezzi di tariffa oltre agli obblighi specificati e risultanti dai relativi precedenti articoli sono compresi e compensati i seguenti oneri:

- l'eventuale ripresa di frane per qualsiasi volume di materiale franato;
- gli eventuali maggiori scavi necessari per mantenere inalterato il libero deflusso dalle acque di superficie e per impedire che esse si scarichino negli scavi nonché per garantire il deflusso delle acque al di sotto del piano di lavoro e per far luogo ai centri di pompaggio;
- l'eventuale perdita anche se totale dei materiali impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità;
- nei prezzi di tariffa si è tenuto conto dell'obbligo per l'Impresa di provvedere a tutta sua cura e spese, ad assicurare la continuità del traffico stradale nel miglior modo possibile, ed in particolare quello pedonale e l'accesso alle case ed ai negozi lungo le arterie ove si eseguono i lavori, per cui l'Impresa dovrà fornire e collocare in opera a tutta sua cura e spese, pedane, passerelle, ponticelli di servizio.
- ogni altra spesa, infine, di qualunque genere occorrente per l'esecuzione degli scavi di cui trattasi a perfetta regola d'arte e secondo i progetti ed in conformità alle norme, istruzioni, precisazioni ed oneri del presente Capitolato.

### **3.3. Aggottamenti**

L'abbassamento della falda freatica, per la posa in opera delle condotte ed eseguita con l'applicazione dell'apposita attrezzatura, sarà valutato a metro lineare di condotta e pozzetto d'ispezione, intendendosi compresi nel prezzo ogni onere e provvista.

Detti lavori saranno compensati con i relativi prezzi d'elenco solo se autorizzati per iscritto dalla D.L..

Qualora, a giudizio della D.L., la quantità d'acqua presente nello scavo sia insufficiente per giustificare l'uso del wellpoint ma superiore a 20 cm dal fondo, l'aggottamento potrà essere eseguito con pompe e compensato con il relativo prezzo d'elenco.

### **3.4. Demolizioni**

Le demolizioni di manufatti saranno compensate con i corrispondenti prezzi di elenco i quali comprendono e compensano i seguenti particolari oneri:

- le puntellazioni e sbadacchiature di qualsiasi tipo e genere che siano necessarie per una corretta esecuzione del lavoro e per garantire la incolumità delle persone e delle cose. Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale e totale del materiale usato per tali puntellazioni e sbadacchiature;
- il carico, il trasporto a qualsiasi distanza e lo scarico di tutti i materiali di risulta, che resteranno tutti di proprietà dell'Appaltatore essendosi tenuto conto di ciò nella formulazione di prezzi;
- il taglio dei ferri e delle armature metalliche;

- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- quanto altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni di Capitolato e gli ordini della Direzione Lavori.

La misurazione del volume di demolizione dei fabbricati verrà fatta vuoto per pieno considerando come altezza quella esistente fra il piano di campagna ed il piano di gronda.

L'eventuale demolizione delle parti interrato del fabbricato e delle sue opere di fondazione, è compresa e compensata nella valutazione vuoto per pieno prima descritto.

Tutte le altre demolizioni saranno pagate in base all'effettivo volume delle strutture demolite.

### **3.5. Tubazioni**

Le tubazioni saranno valutate a metro lineare utile in opera, misurato lungo l'asse della tubazione, escludendo, se non diversamente specificato nelle voci di elenco prezzi, le curve ed i pezzi speciali di ghisa di acciaio e di grès, gli apparecchi e simili.

Nel prezzo della fornitura e posa in opera delle tubazioni, si intende compreso ogni onere oltre che per le forniture, per il trasporto, carico, scarico magazzinaggio anche per la formazione del piano di posa e dei giunti.

Il prezzo della fornitura e posa in opera delle tubazioni comprende e compensa la fattura delle giunzioni qualunque sia il loro numero e tipo nonché le prestazioni di mano d'opera per la posa di qualsiasi pezzo speciale in linea, restando escluso solamente il compenso per la fornitura dei pezzi speciali; è altresì compreso l'onere della prova di tenuta.

L'iscrizione in contabilità della posa delle tubazioni avverrà dopo che saranno stati ultimati, con esito favorevole, tutte le prove prescritte nell'apposito articolo.

Nel caso di ritardo di prove derivanti da ordine scritto della D.L., vale quanto detto in precedenza.

### **3.6. Rinterri**

Il rinterro degli scavi per posa di condotti, in corrispondenza delle sedi stradali, saranno misurati convenzionalmente come gli scavi per la posa in opera delle condotte.

Il rinterro attorno ai pozzetti resta compreso e compensato nel prezzo di questi e non verrà retribuito separatamente.

Nel prezzo del reinterro con materiale proveniente dagli scavi, è compreso l'onere della scelta e separazione del materiale scavato idoneo al rinterro, nonché il temporaneo accumulo dello stesso nei pressi del cantiere.

### **3.7. Pozzetti**

Saranno valutati a numero secondo i tipi previsti e fissati negli elaborati di progetto.

Nel prezzo è compreso lo scavo e l'eventuale abbassamento della falda, il rinterro, il ripristino della fondazione e della pavimentazione in corrispondenza delle sedi stradali, i tubi e i pezzi speciali di rivestimento e raccordo e quanto altro specificato nei disegni di progetto.

#### **3.7.1. Allacciamenti**

L'Appaltatore si impegna ad eseguire, ai prezzi e condizioni del presente Capitolato e contemporaneamente alla costruzione delle condotte di fognatura in sede stradale, i lavori necessari ad eseguire gli allacciamenti delle nuove condutture con gli scarichi privati, fino al limite della proprietà privata.

Ove possibile la posa in opera è previsto che, al limite della proprietà privata, sia posto in opera un pozzetto di ispezione.

### **3.8. Conglomerati cementizi, casseforme**

#### **3.8.1. Conglomerati cementizi semplici armati e precompressi**

I conglomerati cementizi semplici, armati e precompressi costruiti con getto in opera saranno valutati geometricamente a volume, a superficie od a lunghezza, secondo la categoria cui appartengono. La valutazione sarà fatta in base alle dimensioni prescritte, escluse ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dalle modalità con cui sono stati eseguiti i lavori. Dalle misure saranno dedotti i vani, se prescritti, di volume superiore a 0,20 mc.

Nei prezzi relativi ai conglomerati cementizi sono compresi e compensati quando non sia diversamente ed esplicitamente disposto dalle voci di elenco prezzi:

- ogni e qualsiasi spesa per impalcature e ponti di sicurezza, di qualsiasi importanza;
- l'eventuale aggiunta di cemento necessaria per raggiungere le resistenze caratteristiche minime indicate per i vari tipi;
- il trasporto, l'innalzamento dei materiali tutti nonché tutte le manovre necessarie per l'esecuzione delle opere per qualsiasi altezza, forma e dimensione dei getti da eseguire;
- la vibrazione dei getti con idonei vibratori ed i conseguenti cali;
- il controllo periodico dell'umidità degli inerti e la registrazione, ove prescritto, con adatti strumenti dell'umidità e temperatura ambientale;
- le prove granulometriche da effettuare sia prima dell'inizio dei lavori che periodicamente durante l'esecuzione dei getti;
- il controllo da eseguire presso laboratori ufficiali delle caratteristiche dell'acqua da usare negli impasti;
- il prelevamento di cubetti di prova del conglomerato e tutte le spese necessarie per l'esecuzione delle prove di resistenza in laboratori ufficiali che saranno indicati dalla Direzione Lavori compresi trasporti, spedizioni ecc. o per le prove eseguite nel laboratorio di cantiere;
- tutte le eventuali prove particolari che la Direzione Lavori prescriverà, a suo insindacabile giudizio per inerti, leganti, acqua, impasti e getti;
- la fornitura e l'impiego di eventuali sostanze plastificanti aeranti o simili;
- la fornitura e l'impiego di eventuali sostanze anticongelanti;
- tutti i provvedimenti necessari e prescritti dalla Direzione Lavori per una perfetta stagionatura dei getti;
- la formazione di fori, incastri o vani di alloggiamento per l'appoggio o l'ancoraggio di altre strutture o meccanismi di qualsiasi genere o tipo;
- la formazione di giunti di dilatazione o contrazione. Nel caso fosse prescritta la posa in opera di speciali apparecchiature o materiali essi saranno compensati con i corrispondenti prezzi di elenco oppure in base a fatture;
- l'eliminazione delle sbavature e la regolarizzazione con lo scalpello o martellina delle facce in vista che presentassero imperfezioni, nonché la ripresa delle irregolarità con malta di cemento se ordinata dalla Direzione Lavori;
- le prove di carico compresa la fornitura del treno di carico, gli strumenti di prova, le incastellature, la manodopera di assistenza e quanto altro occorra per un regolare e corretto svolgimento delle prove;
- tutti gli accorgimenti necessari per evitare il dilavamento dei conglomerati nel caso di getto eseguito in acqua;
- gli aggettamenti ed altre opere e magisteri eventualmente necessari per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;

- quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte secondo le disposizioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.

### **3.8.2. Casseforme**

L'onere per le cassature sarà compreso nelle relative voci di prezzo dei conglomerati cementizi se non esplicitato diversamente in elenco prezzi.

Gli oneri relativi alle casseforme comprendono anche quelli per eventuali armature di sostegno e centinature, limitatamente ai seguenti casi:

- a) per tutte le strutture verticali subverticali od inclinate di qualsiasi genere ed altezza quali ad esempio, muri, rivestimenti piedritti, pile ecc.,
- b) per tutte le strutture orizzontali, o ad arco, quali piattabande, travate, sbalzi, archi, volte ecc.;
- c) per tutte le strutture orizzontali di qualsiasi luce.

Quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte e secondo le disposizioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.

### **3.8.3. Acciaio per c.a.**

Il peso del ferro tondo per l'armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinature) e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali dell'UNI per i diametri effettivi posti in opera.

Il peso dell'acciaio ad alto limite elastico, di sezione anche non circolare, sarà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione effettiva corrispondente dato dalle tabelle ufficiali UNI.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla D.L., curando che le posizioni dei ferri coincidano rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

### **Giunzioni**

L'onere di eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, comunque vengano realizzate (con saldature, con manicotti filettati o con sovrapposizioni) si intenderà a carico dell'Appaltatore.

L'impiego di saldature sarà di norma, consentito soltanto per barre di acciaio tipo "calmato".

Le modalità di saldatura dovranno essere proposte tempestivamente dall'Appaltatore, in modo che la D.L. le possa approvare dopo conosciuto l'esito di alcune serie di prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la D.L. avrà la facoltà di eseguire ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

### **Altri oneri generali**

Si intenderanno comprese e compensate dai corrispettivi contrattuali e, pertanto, non saranno contabilizzate, sia le legature in filo di ferro, sia gli eventuali ferri od altri mezzi, non richiesti dal progetto approvato, per il distanziamento o per il sostegno delle apparecchiature metalliche o per altri fini, compresi tutti i materiali al riguardo occorrenti. Per il distanziamento delle armature metalliche delle pareti dei casseri non dovranno essere impiegati materiali ferrosi.

Tutti gli oneri derivanti dalle sopracitate disposizioni contrattuali sono compresi e compensati con i prezzi di tariffa.

Nelle strutture ad armatura pre-tesa tutte le armature di precompressione dovranno essere aderenti su tutta la loro lunghezza al conglomerato cementizio. Nel caso in cui si rendesse necessario procedere alla precompressione del conglomerato stesso, si dovrà, prima della posa in opera della struttura, sfilare da apposite predisposte cassette i tratti di armatura iniettando completamente con malta i condotti residui. Tutti gli oneri relativi alla eliminazione delle armature non aderenti, che ovviamente non saranno contabilizzate, all'iniezione dei condotti, alla sigillatura delle cassette, ed a quant'altro occorra sono compresi e compensati nel prezzo.

### **3.9. Murature**

Tutte le murature, salvo le eccezioni in seguito specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le categorie, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiori a mq 2,00. Le piattabande di qualsiasi luce e dimensione o in conglomerato cementizio armato o in cotto armato, saranno sempre valutate con il prezzo corrispondente al tipo di murature eseguito, compresa l'armatura in ferro.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguanci, spigoli, incassature per imposte di archi, piattabande e formazioni di feritoie regolari, per scolo di acqua o ventilazione.

Saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più, anche quelle seguite ad andamento planimetrico curvilineo.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio, si misureranno a metro cubo, al rustico deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a mq 2,00, intendendo nel prezzo compensata la formazione di spalle e piattabande.

### **3.10. Opere metalliche**

Tutti i lavori in metallo saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinata prima dalla loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Qualora non ci sia la possibilità di provvedere tempestivamente alla pesatura diretta, i pesi dei lavori in metallo saranno valutati in base alle tabelle UNI per i profilati o pezzi normalizzati od in base al peso teorico ricavato dal calcolo del volume geometrico per il peso specifico di 7.850 kg/mc, per i lavori con parti o forme non normalizzate.

Nei prezzi dei lavori in metallo in opera, è compreso ogni e qualunque compenso per forniture principali ed accessorie, per lavorazioni, montaggi e posa in opera.

Sono pure compresi e compensati:

- l'esecuzione sia dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, sia delle impiombature e suggellature con relativa fornitura della malta di cemento e del piombo per le impiombature;
- la coloritura con minio ed olio di lino cotto, il tiro ed il trasporto in alto (ovvero la discesa in basso) e tutto quanto altro necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

### **3.11. Paratie, diaframmi, palancole metalliche tipo Larssen o similari**

Nei prezzi di elenco relativi alle paratie e diaframmi sono compresi e compensati:

- l'esecuzione dei sondaggi esplorativi e delle prove di laboratorio necessari per determinare le caratteristiche degli strati, la loro permeabilità, la presenza di acque risalenti e di falde in movimento e i calcoli statici;
- la manodopera, macchinari ed attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro;

- il getto ed il costipamento con idonei mezzi della miscela di cemento e bentonite;
- lo sfrido di materiali e macchinari dovuto a rotture, guasti, impossibilità di recupero, e per qualsiasi altra ragione; anche nel caso di perdita totale;
- l'eventuale formazione e successiva demolizione di guide in conglomerato cementizio ed altri materiali;
- il carico, trasporto a qualsiasi distanza e scarico a rifiuto su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore, in ogni caso fuori della zona interessata dalla costruzione delle opere di tutte le materie di risulta degli scavi e dei fanghi bentonitici utilizzati;
- l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per una corretta esecuzione del lavoro anche in presenza di acque risalenti o di falda in movimento;
- gli aggettamenti ottenuti mediante pompaggi, impianto Well-Point od altro sistema per mantenere sgombra la zona dei lavori da qualsiasi quantità, distribuzione e portata d'acqua;
- ogni altra spesa ed onere, di qualsiasi genere occorrente per dare l'opera compiuta e perfettamente funzionante secondo il progetto approvato, le direttive della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni del presente Capitolato.

Le paratie e diaframmi sempre che siano espressamente ordinati dalla Direzione Lavori saranno contabilizzati con il rispettivo prezzo di elenco.

La misurazione verrà effettuata computando la superficie effettiva dell'opera, misurata secondo l'asse della paratia o diaframma e per la profondità prevista dal progetto ed ordinato dalla Direzione Lavori.

Non verranno pertanto contabilizzate le parti gettate eccedenti le quote definite sul progetto ed ordinate dalla Direzione Lavori: l'eventuale demolizione delle parti eccedenti se espressamente richiesta dalla Direzione Lavori sarà a completa cura e carico dell'Appaltatore.

La paratia e diaframma verrà compensata a mq secondo lo spessore di progetto e non si terrà conto degli eventuali maggiori spessori anche se derivanti da franamenti.

Resta fissato che, una volta ultimato lo scavo, prima di procedere al getto, l'Appaltatore dovrà attendere che la Direzione Lavori constati in contraddittorio che sia stata raggiunta la quota prescritta.

In mancanza di tale constatazione la Direzione Lavori potrà richiedere a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'esecuzione di trivellazioni sull'asse della paratia e del diaframma. Qualora da detto controllo risultasse una lunghezza inferiore a quella prescritta, l'Appaltatore dovrà rifare a sua cura e spese ed a contatto con la precedente una nuova paratia e diaframma di altezza e lunghezza eguali al tratto per il quale è mancato il controllo.

Le paratie metalliche con palancole tipo Larssen, i pannelli metallici o con casseri autoaffondanti saranno compensate a mq secondo quanto previsto nelle singole voci di elenco.

Il prezzo comprende l'infissione, l'estrazione, trasporti, sfridi e quant'altro occorre per dare il lavoro completo e funzionante.

### **3.12. Fondazione e pavimentazione stradale**

#### **3.12.1. Fondazione stradale**

Le fondazioni stradali in genere saranno valutate a volume, in opera, a costipamento ultimato e sagomato secondo il progetto.

Il volume della fondazione si otterrà moltiplicando la superficie per lo spessore medio. Larghezze superiori a quelle di progetto non saranno conteggiate per la parte eccedente. Lo spessore sarà determinato mediante una serie di provini a discrezione della Direzione Lavori. Uno spessore medio superiore a quello di progetto non sarà contabilizzato per la parte eccedente.

Quando in sede di controllo si verificassero superfici, spessori inferiori a quelli prescritti, la contabilizzazione sarà fatta adottando i valori riscontrati, sempre che, a giudizio della Direzione Lavori, la superficie lo spessore od i dosaggi ridotti siano accettabili.

Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenesse, a suo esclusivo giudizio non accettabili le dimensioni riscontrati, l'Appaltatore dovrà rinnovare e ricostruire a sue complete spese le parti risultate deficienti.

Il prezzo relativo alle fondazioni in misto granulare a legante naturale comprende e compensa:

- tutti gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio delle eventuali miscele e delle lavorazioni cui la fondazione deve essere soggetta;
- la fornitura dei materiali costituenti la miscela compresa l'aggiunta di eventuali leganti naturali;
- la miscelazione, stesa e compattazione della miscela;
- la regolarizzazione della sua superficie;
- tutte le prove di cantiere e di laboratorio prescritte dal Capitolato e richieste dalla Direzione Lavori per riscontrare la rispondenza dei materiali e delle fondazioni eseguite alle norme e previsioni di Capitolato;
- quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo le previsioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni di Capitolato.

### **3.12.2. Pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

Le pavimentazioni in conglomerato bituminoso saranno valutate a superficie. Saranno contabilizzate solo le superfici e gli spessori previsti dal progetto od ordinati dalla Direzione Lavori.

Superfici superiori a quelle previste dal progetto non ordinate dalla Direzione Lavori non saranno conteggiate per la parte eccedente mentre saranno detratte eventuali deficienze.

Gli spessori saranno controllati mediante una serie di provini a discrezione della Direzione Lavori. Spessori medi superiori a quelli prescritti non saranno contabilizzati per la parte eccedente (tenendo conto delle tolleranze previste per le lavorazioni). Spessori medi inferiori a quelli previsti, se accettati dalla Direzione lavori, daranno luogo a detrazioni per la parte deficiente.

I dosaggi saranno determinati con idonee prove. Dosaggi superiori a quelli previsti non saranno contabilizzati per la parte eccedente. Dosaggi inferiori, se accettati dalla Direzione Lavori, daranno luogo a corrispondenti detrazioni.

Nel caso in cui la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, ritenesse non accettabili le dimensioni ed i dosaggi riscontrati, l'Appaltatore dovrà rimuovere e ricostruite a sue complete spese le parti risultate deficienti.

Per i conglomerati bituminosi dello strato di base, di collegamento e di usura i prezzi comprendono:

- lo studio preliminare degli impasti;
- la fornitura e stesa, previa pulizia della superficie di applicazione del legante di ancoraggio in ragione di 1 kg/mq;
- la fornitura degli inerti e del legante delle caratteristiche e nelle quantità dalla Direzione Lavori per la confezione degli impasti;
- il noleggio della attrezzatura necessaria per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione del conglomerato bituminoso;
- ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte e secondo le previsioni di progetto, gli ordini della Direzione Lavori ed in conformità alle norme e prescrizioni di Capitolato.

### **3.13. Trasporti**

Il costo dei trasporti è conglobato nelle singole voci dei lavori e delle forniture.

### **3.14. Noleggi**

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio, debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, la manutenzione degli attrezzi e delle macchine, affinché siano sempre in buono stato di servizio.

Nel prezzo di noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso, i carburanti, i lubrificanti, l'energia elettrica ed i relativi operatori.

Sono inoltre comprese le spese di illuminazione in caso di lavoro notturno.

Nei prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa, sono compresi il motore, la linea per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

Per il noleggio verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni altro compenso per qualsiasi altra causa e perdita di tempo.

### **3.15. Manodopera**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.