

Via Enrico Mattei, 17  
61032 Fano (PU)

# VASCA DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLO SCOLMATORE DI ACQUE REFLUE URBANE SITO ALLA FOCE DELL'ARZILLA - COMUNE DI FANO

## PROGETTO DEFINITIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
<b>DISCIPLINARE TECNICO E DESCRITTIVO</b>					
I PROGETTISTI:		HANNO COLLABORATO:		SCALA:	
Dott. Ing. Denis Cerlini		Dott. Ing. Marina Simonetti		-	
Dott. Ing. Alessandro Balbo		Dott. Ing. Daniele Recalcati		DISEGNO:	
Dott. Ing. Giacomo Galimberti				<b>FVA 2.08</b>	
Dott. Ing. Luca Pezzoli					
Dott. Ing. Marta Mirabella					
Dott. Ing. Gaetano Di Franca					
				Marzo 2018	



**INDICE**

<b>1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>8</b>
1.1 GENERALITÀ	8
1.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI	8
1.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA	9
1.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI	9
<b>2. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI .....</b>	<b>10</b>
2.1 GENERALITÀ	10
2.2 ACQUA	10
2.3 LEGANTI IDRAULICI	11
2.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE	18
2.5 PIETRISCHI, GRANIGLIE, SABBIE, ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI	19
2.6 TERRE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI E PER GLI STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA	20
2.7 DETRITO DI CAVA E TOUT-VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO	21
2.8 AGGREGATI FINI PER TRATTAMENTI SUPERFICIALI E CONGLOMERATI BITUMINOSI	22
2.9 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	23
2.9.1 Generalità	23
2.9.2 Ghisa	23
2.9.3 Metalli vari	23
2.9.4 Lamiera	24
2.10 BITUMI ED EMULSIONI BITUMINOSE	24
2.11 COLORI E VERNICI	24
<b>3. TRACCIAMENTI.....</b>	<b>26</b>
3.1 GENERALITÀ	26
<b>4. DEMOLIZIONI.....</b>	<b>27</b>
4.1 GENERALITÀ	27
4.2 MODALITÀ ESECUTIVE	27
<b>5. SCAVI .....</b>	<b>29</b>
5.1 GENERALITÀ	29
5.2 PROGRAMMA DI SCAVO	30
5.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO	30
5.4 CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI	30
5.5 TIPI DI SCAVI	31
5.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE	32
5.7 SMOTTAMENTI	33
5.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI	33
5.8.1 Prescrizioni generali	33
5.8.2 Armature provvisorie	34
5.9 DRENAGGI	34
5.10 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS	35

5.11	INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI	35
5.12	TRANSITO STRADALE	36
<b>6.</b>	<b>FORMAZIONE DI RILEVATI.....</b>	<b>38</b>
6.1	GENERALITÀ	38
6.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	38
6.3	MODALITÀ ESECUTIVE	39
6.4	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO	39
6.5	GABBIONI	40
6.5.1	<i>Caratteristiche del filo di acciaio</i>	40
6.5.2	<i>Caratteristiche del rivestimento protettivo</i>	41
6.5.3	<i>Caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione</i>	43
6.5.4	<i>Riempimento</i>	44
6.5.5	<i>Graffe metalliche</i>	44
<b>7.</b>	<b>FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI .....</b>	<b>45</b>
7.1	GENERALITÀ	45
7.2	SOTTOFONDAZIONE STRADALE	45
7.3	STRATO DI MATERIALI FILTRANTI (EVENTUALE)	46
7.4	MISTO GRANULARE STABILIZZATO	46
7.5	MISTO CEMENTATO PER SOTTOFONDO STRADALE	48
7.6	SOVRASTRUTTURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	49
7.6.1	<i>Requisiti generali</i>	49
7.6.2	<i>Strato di base</i>	49
7.6.3	<i>Strati di collegamento bituminoso (binder) e di usura (tappeto)</i>	51
7.6.4	<i>Sigillatura superficiale dello strato di collegamento</i>	55
7.7	PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA	58
7.8	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	58
7.8.1	<i>Generalità</i>	58
7.8.2	<i>Fresatura di strati in conglomerato bituminoso</i>	59
7.8.3	<i>Taglio di strati in conglomerato bituminoso</i>	59
<b>8.</b>	<b>GEOSINTETICI.....</b>	<b>61</b>
8.1	GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO	61
8.1.1	<i>Generalità</i>	61
8.1.2	<i>Caratteristiche dei materiali</i>	61
8.1.3	<i>Modalità esecutive</i>	61
8.1.4	<i>Prove di accettazione e controllo</i>	62
<b>9.</b>	<b>OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI.....</b>	<b>63</b>
9.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	63
9.2	MODALITÀ ESECUTIVE	63
9.3	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO	63
<b>10.</b>	<b>INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO.....</b>	<b>65</b>
10.1	RIDUZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	65

10.2	INIEZIONI DI COMPATTAZIONE	65
10.3	DRENAGGI	67
	10.3.1 Preparazione del piano di lavoro	67
	10.3.2 Rivestimenti metallici	68
	10.3.3 Pozzo drenante in ghiaia	68
<b>11.</b>	<b>OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....</b>	<b>69</b>
11.1	GENERALITÀ	69
11.2	CALCESTRUZZO	69
	11.2.1 Caratteristiche dei materiali	69
	11.2.2 Inerti	69
	11.2.3 Cemento	71
	11.2.4 Acqua	71
	11.2.5 Materiali per giunti	72
	11.2.6 Additivi	72
	11.2.7 Classificazione dei calcestruzzi	76
	11.2.8 Modalità esecutive	78
	11.2.9 Impianto di betonaggio	78
	11.2.10 Confezionamento del calcestruzzo	78
	11.2.11 Trasporto del calcestruzzo	79
	11.2.12 Getto del calcestruzzo	80
	11.2.13 Temperatura di getto	80
	11.2.14 Esecuzione del getto	81
	11.2.15 Vibratura dei getti	81
	11.2.16 Giunti di costruzione nei getti	82
	11.2.17 Giunti di dilatazione	82
	11.2.18 Inghisaggi	82
	11.2.19 Protezione del getto	83
	11.2.20 Finitura delle superfici del calcestruzzo	83
11.3	CASSEFORME	85
	11.3.1 Caratteristiche dei materiali	85
	11.3.2 Modalità esecutive	85
11.4	ACCIAIO D'ARMATURA	86
	11.4.1 Caratteristiche dei materiali	86
	11.4.2 Modalità esecutive	86
	11.4.3 Prove di accettazione e controllo	87
11.5	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO	87
	11.5.1 Prescrizioni per il calcestruzzo	88
	11.5.2 Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime	88
	11.5.3 Metodologie di prova per calcestruzzi	89
<b>12.</b>	<b>CONDOTTE.....</b>	<b>90</b>
12.1	GENERALITÀ	90
12.2	PROVE DI CONTROLLO	90
	12.2.1 Prove d'accettazione	90

12.2.2	<i>Prove in corso d'opera</i>	91
12.3	TRASPORTO, MOVIMENTAZIONE, POSA E RINTERRO DEI TUBI	92
12.3.1	<i>Imballaggi</i>	92
12.3.2	<i>Trasporto</i>	92
12.3.3	<i>Posa in opera</i>	92
12.3.4	<i>Fondo della trincea e sottoscavo</i>	93
12.3.5	<i>Acque d'infiltrazione</i>	93
12.3.6	<i>Procedura di messa in opera</i>	93
12.3.7	<i>Rinfianco e rinterro</i>	93
12.3.8	<i>Norme di compattazione e controlli qualitativi</i>	94
12.4	CONDOTTE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) CORRUGATE ESTERNAMENTE E LISCE INTERNAMENTE PER SCARICHI A GRAVITÀ	95
12.4.1	<i>Giunzioni</i>	95
12.4.2	<i>Documentazione</i>	95
12.5	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE TUBAZIONI	96
12.5.1	<i>Tubi in PEAD</i>	96
12.5.2	<i>Altre norme</i>	97
12.6	CONDOTTE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) PER ACQUEDOTTI E SCARICHI IN PRESSIONE	98
12.6.1	<i>Generalità</i>	98
12.6.2	<i>Caratteristiche della materia prima</i>	98
12.6.3	<i>Requisiti delle tubazioni</i>	99
12.6.4	<i>Controllo qualità</i>	100
12.6.5	<i>Marcatura</i>	101
12.6.6	<i>Documentazione</i>	101
12.6.7	<i>Imballaggio</i>	101
12.6.8	<i>Installazione</i>	102
12.6.9	<i>Raccordi e pezzi speciali</i>	102
12.7	SISTEMI DI GIUNZIONE PER CONDOTTE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) PER ACQUEDOTTI E SCARICHI IN PRESSIONE	103
12.7.1	<i>Generalità</i>	103
12.7.2	<i>Saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa)</i>	104
12.7.3	<i>Saldatura per elettrofusione (raccordi elettrosaldabili)</i>	105
12.7.4	<i>Giunzione mediante innesto rapido</i>	105
12.7.5	<i>Giunzioni flangiate</i>	105
12.8	CONDOTTE IN ACCIAIO PER SCARICHI IN PRESSIONE	106
12.8.1	<i>Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi</i>	106
12.8.2	<i>Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate</i>	107
12.8.3	<i>Curve</i>	108
12.8.4	<i>Saldatura elettrica</i>	108
12.8.5	<i>Rivestimento delle tubazioni e dei giunti</i>	111
12.8.6	<i>Rivestimento esterno in polietilene delle tubazioni in acciaio</i>	114
12.8.7	<i>Rivestimento interno delle tubazioni in resina epossidica</i>	123
12.8.8	<i>Compensatori</i>	126
<b>13.</b>	<b>MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO.....</b>	<b>127</b>

13.1	POZZETTI DI ISPEZIONE	127
13.1.1	<i>Generalità</i>	127
13.1.2	<i>Manufatti prefabbricati</i>	127
13.1.3	<i>Normativa di riferimento</i>	128
<b>14.</b>	<b>CHIUSINI IN GHISA</b> .....	<b>130</b>
<b>15.</b>	<b>OPERE IN CARPENTERIA METALLICA</b> .....	<b>131</b>
15.1	GENERALITÀ	131
15.2	MATERIALI	133
15.3	UNIONI SALDATE	135
15.3.1	<i>Procedure di saldatura</i>	135
15.3.2	<i>Materiali di base d'apporto per saldatura</i>	136
15.3.3	<i>Saldature provvisorie e connessioni temporanee</i>	136
15.3.4	<i>Saldature di testa</i>	136
15.3.5	<i>Saldature di perni o connettori</i>	136
15.3.6	<i>Test di saldatura</i>	136
15.4	UNIONI BULLONATE	137
15.5	COPERTURE DI BOTOLE E POZZETTI	138
15.6	VALVOLE DI NON RITORNO A CLAPET	138
<b>16.</b>	<b>REGOLATORI AUTOMATICI DI PORTATA</b> .....	<b>140</b>
16.1	PRINCIPI E DATI TECNICI	140
16.2	POSA IN OPERA	141
<b>17.</b>	<b>ELETTROPOMPE</b> .....	<b>142</b>
17.1	CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO	142
17.2	PRESSIONI E TEMPERATURA DI PROGETTO	142
17.3	FUSIONI	142
17.4	TENUTE	143
17.5	BILANCIAMENTO STATICO E DINAMICO	143
17.6	LUBRIFICAZIONE	143
17.7	GIUNTI D'ACCOPIAMENTO	143
17.8	ELETTROPOMPE SOMMERSIBILI	143
17.8.1	<i>Apparecchiature di potenza</i>	145
17.8.2	<i>Apparecchiature di potenza</i>	147
17.8.3	<i>Tipi di servizio</i>	147
17.8.4	<i>Tipo di protezione</i>	147
17.8.5	<i>Potenza</i>	148
17.8.6	<i>Caratteristiche da dichiarare</i>	148
17.9	SARACINESCA A CORPO PIATTO CON FORATURA PN10	149
17.10	VALVOLA DI RITEGNO A PALLA	149
<b>18.</b>	<b>MISURATORE DI LIVELLO A ULTRASUONI</b> .....	<b>151</b>
<b>19.</b>	<b>PARATOIE</b> .....	<b>152</b>
19.1	PARATOIE	152

19.1.1	<i>Gargami</i>	152
19.1.2	<i>Lenti</i>	152
19.1.3	<i>Guarnizioni</i>	153
19.1.4	<i>Cilindro di comando</i>	153
19.1.5	<i>Trasduttore di posizione</i>	153
19.1.6	<i>Centrale oleodinamica</i>	153
19.2	TRASPORTO E MONTAGGIO	154
19.3	COLLAUDO	155
19.3.1	<i>Collaudo idraulico</i>	155
19.3.2	<i>Collaudo meccanico</i>	155
19.4	PRESCRIZIONI FINALI	156
<b>20.</b>	<b>SISTEMA DI LAVAGGIO .....</b>	<b>157</b>
20.1	GENERALITÀ	157
20.2	DATI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	157
20.3	SISTEMA DEPRESSIONE	157
20.4	SISTEMA COMPRESSIONE	158
20.5	SISTEMA FLUSSAGGIO IN CAMPO	159
20.6	SISTEMA DI CONTROLLO	159
<b>21.</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>160</b>
21.1	GENERALITÀ	160
21.2	TIPOLOGIA IMPIANTISTICA E MATERIALI	160
21.3	ALIMENTAZIONI ESTERNE	160
21.3.1	<i>Avanquadri</i>	160
21.3.2	<i>Distribuzione esterna (realizzazione degli scavi, rinterrati, cavidotti, ecc.)</i>	161
21.3.3	<i>Quadri generali B.T.</i>	162
21.4	PRESCRIZIONI DI SICUREZZA	163
21.4.1	<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	163
21.4.2	<i>Protezione contro i contatti indiretti</i>	163
21.4.3	<i>Protezione contro le sovracorrenti</i>	164
21.4.4	<i>Protezione contro i corto circuiti</i>	164
21.4.5	<i>Sezionamento</i>	164
21.5	IMPIANTI DI TERRA	164
<b>22.</b>	<b>PALANCOLE METALLICHE .....</b>	<b>166</b>
22.1	DEFINIZIONE	166
22.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	166
22.3	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E GEOIDROLOGICHE ED AMBIENTALI GENERALI	167
22.4	PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI	168
22.5	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	168
22.6	MATERIALI	168
22.7	INSTALLAZIONE	169
22.7.1	<i>Attrezzature</i>	169
22.7.2	<i>Tracciamento</i>	170



22.7.3	Movimentazione e saldature	170
22.7.4	Infissione	170
22.7.5	Controlli e documentazione lavori	171

## **1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **1.1 Generalità**

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Disciplinare e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs 81/2008.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

### **1.2 Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori**

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarvisi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori.

### 1.3 **Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa**

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

### 1.4 **Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori**

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

## 2. CARATTERISTICHE DEI VARIMATERIALI

### 2.1 Generalità

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Se la D.L. rifiuterà qualsiasi provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti (ovvero venissero a mancare) ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

Il materiale utilizzabile proveniente dalle demolizioni, dai tagli e dagli scavi di ogni specie che residuerà dopo aver provveduto al riempimento degli scavi ed alla formazione dei rilevati, nonché alla formazione e sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottofondo o della massicciata di pietrisco in conformità alle prescrizioni che saranno impartite in corso d'opera dalla D.L., potrà essere impiegato dall'impresa, sempre che esso sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

Esso verrà perciò ceduto all'impresa nel quantitativo utilizzabile per i lavori stessi, salvo quanto sopra, senza alcun pagamento, essendosi già tenuto conto nei singoli prezzi di tale possibilità d'impiego.

### 2.2 Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materiale terroso ed esente da tracce di cloruri o solfati, sostanze organiche (quali oli minerali) che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuire le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità, ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura. La torbidità

dell'acqua non dovrà superare 2.000 parti per milione e la concentrazione di SO<sub>4</sub> sarà inferiore a 0,5%.

### 2.3 Leganti idraulici

Le calce idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica;
- calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: b) e c) sono prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 kg/cm <sup>2</sup>	10 kg/cm <sup>2</sup>	Si
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	Si
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	Si

Calce idraulica artificiale siderurgica	10 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	Si
--	-----------------------	------------------------	----

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti, purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

1. lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
2. iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
3. essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

#### A. Cementi:

- Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente da silicati di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

- B. Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.
- C. Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1/11/1959, n. 1363.
- D. Agglomeranti cementizi: per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi a presa lenta e a presa rapida.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m<sup>3</sup> di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m<sup>3</sup>.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del "Servizio di

controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 3 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 7 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 28 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 24 ore kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 3 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 7 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 28 giorni kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 90 giorni kg/cm <sup>2</sup>
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	SO <sub>3</sub>	MgO	Risultato positivo del saggio di pozzolanicità	Contenuto di zolfo da solfuri	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolatico	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Si	---	---
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Si	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Si	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35



	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

[\*] Solubile in HCl

[\*\*] È ammesso per il cemento d'altoforno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

TIPO	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	Almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. del 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland compositi (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*]

[\*] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calce idrauliche in polvere debbono essere forniti in una delle seguenti modalità:

- in sacchi sigillati;

- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della Ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calce idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli

che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 kg/cm <sup>2</sup>	25 kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 kg/cm <sup>2</sup>	12 kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare i 5 mm.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità. I gessi si dividono in:

TIPO	DUREZZA MASSIMA	RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni)	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni)
Gesso comune	60% di acqua in volume	15 kg/cm <sup>2</sup>	
Gesso da stucco	60% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>
Gesso da forma (scagliola)	70% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>

I cementi e gli agglomerati cementizi da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 3/6/1968, al D.M. 31/8/1972, al D.M. 20/11/1984, al D.M. 14/2/1992, al D.M. 6/1/1996 ed al Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato 13/9/1993.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.

Gli inghisaggi potranno essere effettuati anche mediante malte cementizie premiscelate, neoplastiche a ritiro compensato (tipo EMACO).

Le predette miscele utilizzate devono rispettare le norme UNI 8993 e 8994 per i tipi superfluido, fluido e plastico; quest'ultime devono avere alto potere adesivo, alta resistenza meccanica ed essere impermeabili e durevoli.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

#### 2.4 **Ghiaia, ghiaietto, pietrischi, sabbia per opere murarie**

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo sono da impiegarsi nella formazione di conglomerati escluse le pavimentazioni, e dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle norme per il calcestruzzo preconfezionato.

Si precisa inoltre che i materiali dovranno provenire esclusivamente dalla frantumazione naturale ed artificiale delle seguenti rocce:

- di origine ignea: graniti, quarzi, gabri, basalti,
- di origine sedimentaria: calcari, quarziti, silici.

In particolare i calcari dovranno denunciare all'analisi chimica un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2%. Ferme restando le prescrizioni granulometriche, le pezzature massime dovranno sempre avere le dimensioni maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato è destinato: di norma, però, non si dovrà superare il diametro massimo di

- 5 cm se si tratti di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti e simili;
- di 4 cm se si tratta di getti per volti;
- di 3 cm se si tratta di conglomerati cementizi armati;
- di 2 cm se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Nella composizione delle malte con sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro. Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, si intenderanno, invece, le sabbie costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.

## 2.5 **Pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per pavimentazioni**

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del CNR (Fascicolo n. 4 - Edizione 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori. In particolare, il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10 (dieci), mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di frantumazione non superiore a 120 (centoventi).

A frantumazione avvenuta, rispetto ai crivelli UNI 2334, essi debbono essere:

- per il pietrisco, passanti a quello di 71 mm e trattenuti da quello di 25 mm;
- per il pietrischetto, passanti a quello di 25 e trattenuti da quello da 14 mm;
- per la graniglia normale, ottenuta anche la frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello di 5 mm;
- per la graniglia minuta passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

Di norma, si adoperano le seguenti pezzature:

- pietrisco 40/71, ovvero 40/60 se ordinato, per costruzione di massicciate;
- pietrisco 25/40 (od eccezionalmente 15/30, granulometria non unificata) per costituzione di ricarichi di massicciate e per materiale di costipamento delle massicciate (mezzanello);
- pietrischetto 15/25 per ricarichi di massicciate e conglomerati bituminosi;
- pietrischetto 10/15 per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e per pietrischetti bitumati;
- graniglia normale 5/10 per trattamenti superficiali tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- graniglia minuta 3/5 di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione Lavori; per trattamenti superficiali tale pezzatura di graniglia sarà invece usata per i conglomerati bituminosi ove richiesto. Dovrà comunque provenire da rocce durissime ed essere assolutamente esente da polvere. In luogo della graniglia, e con

le stesse pezzature, ovvero del pietrischetto 10/15, ove non vi siano rocce idonee di elevata durezza, potranno usarsi ghiaino (3/5 e 5/10) ovvero ghiaietto 40/45. Solo per i conglomerati bituminosi di tipo chiuso si useranno aggregati fini costituiti da sabbie e additivi; le sabbie saranno passanti quasi interamente al setaccio 2 UNI 2334 e trattenute da quello 0,075 UNI 2332 con tolleranza di una percentuale massima del 10% di rimanente sullo staccio 2 e non più del 5% di passante allo staccio 0,075 UNI 2332 con una tolleranza di 15% di materiale rimanente sopra tale staccio, ma passante allo staccio 0.18 UNI 2332, mentre almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Nelle forniture di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o siano non oltre il 10% inferiore al limite minimo della pezzatura fissata. In tutti gli aggregati grossi, gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata o appiattita (lamellare): per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli e ghiaia dovrà ottenersi che non si abbia più una faccia arrotondata. Per ciascuna pezzatura l'indice dei vuoti non deve superare il valore di 0,8.

## 2.6 **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  $W_P$ ) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità  $W_L$ ) nonché dall'indice di plasticità ( $I_P$ , pari alla 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 AASHTO adottata dalle norme CNR UNI 10006.

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

- 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.

- 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 AASHTO 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.

## 2.7 **Detrito di cava e tout-venant di cava o di frantoio**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non plastico) ed avere un potere portante CBR (rapporto portante californiano) di

almeno 30 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per materiali teneri (tufi, arenarie), in quanto la loro granulometria si modifica ed adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà essere superiore ai 71 mm. Per gli strati di base si farà uso di materiali lapidei duri tali da assicurare un CBR saturo di almeno 60: la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare 25 mm.

## 2.8 **Aggregati fini per trattamenti superficiali e conglomerati bituminosi**

Le rocce dalla cui frantumazione devono provenire tali aggregati devono essere compatte, uniformi per struttura e per composizione, sane e prive di elementi decomposti od alterati da azioni atmosferiche, preferibilmente idrofobe e particolarmente dure, con assoluta preferenza alle rocce di origine ignea; nelle regioni ove queste manchino, sono accettabili i calcari solo se molto compatti, qualora siano sottoposti a prova di frantumazione.

Il coefficiente dovrà essere inferiore a 120 se il materiale sarà usato per le strade sottoposte a traffico intenso, inferiore a 140 per strade con traffico leggero.

Il coefficiente di qualità determinato con la prova normale Deval non potrà essere inferiore a 12. La resistenza all'usura sarà, di norma, al minimo pari a 0,6.

I pietrischetti o graniglie ed i ghiaioni da usare per trattamenti superficiali e conglomerati non dovranno, di norma, presentare un'idrofilia superiore a quella dei pietrischi; inoltre, non dovranno perdere alla prova di decantazione in acqua più dell'1% del proprio peso. In essi dovrà riscontrarsi una buona adesione del legante ai singoli elementi anche in presenza di acqua.

Una prova preliminare indicativa è da effettuarsi su pietrisco avvolto ad un quantitativo di bitume pari a 70 kg/m<sup>3</sup>, mediante lo sbattimento del pietrischetto bitumato in sufficiente quantità d'acqua contenuta in adatto recipiente: la prova deve consentire di apprezzare una notevole stabilità del rivestimento bituminoso.

Per i trattamenti di irruvidimento si impiegano pietrischetti e graniglie della qualità migliore e più resistente e assolutamente non idrofili, pressoché poliedrici e con spigoli vivi taglienti. Le graniglie saranno ottenute con appositi granulatori e saranno opportunamente vagliate in modo da essere anche spogliate dei materiali polverulenti provenienti dalle frantumazioni.



Gli aggregati fini per i conglomerati bituminosi dovranno essere costituiti da sabbie naturali e di frantumazione, dure, vive e lavate aspre al tatto, povere di miche, praticamente esenti da terriccio, argilla od altre materie estranee. La perdita in peso alla prova di decantazione in acqua dovrà non superare il 2%.

## 2.9 **Materiali ferrosi e metalli vari**

### 2.9.1 *Generalità*

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; inoltre 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 che il materiale presente evidenti difetti, la Direzione Lavori potrà rifiutare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte la partita fornita.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante ulteriori prove.

### 2.9.2 *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 fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

E' assolutamente vietato l'impiego di ghise fosforose.

### 2.9.3 *Metalli vari*

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a

seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

#### 2.9.4 Lamiera

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere guard-rail sarà in acciaio laminato a caldo avente tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup>, protetta su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento. Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata di ogni faccia, in misura non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione; macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura.

Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti e simili dovranno essere trattati mediante doppia zincatura a caldo secondo la UNI EN ISO 1461:1999 (*"Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova"*).

Per tutte le lamiere di acciaio previste sono incluse nella voce di elenco prezzi tutti i fissaggi, compresi eventuali tagli, inchiodature e saldature.

#### 2.10 Bitumi ed emulsioni bituminose

Essi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti *"Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione"*, ultima edizione; *"Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali"*, fascicolo n. 3, ultima edizione; *"Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)"*, ultima edizione del CNR.

Per quanto riguarda i bitumi liquidi, essi dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle *"Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali"*, fascicolo n. 7 – ultima edizione.

#### 2.11 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità. Per quanto concerne l'acquaragia utilizzata, essa dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole ed altamente volatile. La sua densità a 15 °C sarà di 0,87 t/m<sup>3</sup>.

Il minio, sia di piombo sia di alluminio, dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenente colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.).

I rivestimenti protettivi per le superfici ferrose possono essere formati anche da pitture non a base di olio di lino ma ottenute con leganti misti, costituiti da resine sintetiche ottenute per policondensazione e polimerizzazione, quali le alchidiche, clorocaucciù, poliuretanic e epossidici.

Per ciascuno di questi tipi i materiali da pittura o formanti i sistemi protettivi dovranno provenire da ditte primarie ed essere forniti nei loro recipienti originali.

Per il pretrattamento dell'acciaio prima dell'applicazione della mano di fondo, potrà essere usato il "wash primer", intendendo per esso una composizione protettiva costituita da una pellicola sia inorganica, sia organica, risultante da una serie di reazioni tra i componenti essenziali del wash primer e cioè: acido fosforico, pigmenti di tipo cromati inorganici e la resina polinbutirralica.

### **3. TRACCIAMENTI**

#### **3.1 Generalità**

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, e che comunque non saranno, se non denunciate, considerate agli effetti dell'applicazione dell'art. 13 del Capitolato Generale dello Stato per quanto riguarda variazioni. 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.

## 4. DEMOLIZIONI

### 4.1 Generalità

Ove sia necessario, l'impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'impresa potrà intraprendere le demolizioni (effettuate in roccia o di strutture complete) in ottemperanza alle norme di cui dall'art. 71 all'art. 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante sia i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza di cui all'art. 31) della Legge 415/98:

- a. il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b. l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- c. i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d. si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

### 4.2 Modalità esecutive

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento, dovrà essere trasportato in aree indicate dall'ufficio di Direzione Lavori nell'ambito del cantiere.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, etc..., sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo. La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori di lavoro. Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Disciplinare tecnico. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

## 5. SCAVI

### 5.1 Generalità

L'impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano sia a macchina, tanto all'asciutto quanto in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. La stessa dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza, senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'impresa. Per quanto riguarda le modalità esecutive di scavo si veda la tavola di riferimento allegata al progetto.

In ogni caso, l'impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori, e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

## 5.2 **Programma di scavo**

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

## 5.3 **Variazioni delle linee di scavo**

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi da parte dell'impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definita di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere all'esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto.

L'impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

## 5.4 **Classificazioni degli scavi**

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- **Scavo in roccia:** si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 m<sup>3</sup> e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una



elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.

- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a 0,75 m<sup>3</sup>.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente, a propria cura e spese, con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

## 5.5 **Tipi di scavi**

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinature provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati.
- Scavi di fondazione: si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

- Scavi per tubazioni e canalizzazioni: si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per attombare canalette, fognature, condutture e tombature.

Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato ed avere le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

- Scavo per lo svasso dell'alveo: si definiscono come svassi quegli scavi eseguiti nell'alveo dei corsi d'acqua e torrenti per la rimozione del materiale alluvionale, depositatosi a seguito di eventi alluvionali.

## 5.6 **Materiale scavato e discariche**

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Amministrazione appaltante e potrà essere acquisito a canone gratuito dall'impresa solo ed esclusivamente per riutilizzarlo nei lavori appaltati. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterrati inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il

distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale non utilizzato dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a pubbliche discariche.

La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

## 5.7 **Smottamenti**

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'impresa, il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'impresa e la Direzione Lavori.

## 5.8 **Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti**

### 5.8.1 *Prescrizioni generali*

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei fabbricati esistenti in prossimità degli stessi; di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori.

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci, e ciò sotto la diretta responsabilità dell'impresa.

### 5.8.2 *Armature provvisorie*

L'impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone e alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, qualunque ne sia il tipo ed il numero risaltante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

## 5.9 **Drenaggi**

I drenaggi dovranno essere collocati in opera dopo aver compattato, nel limite del possibile, il fondo dello scavo e ciò allo scopo di evitare cedimenti delle strutture sovrastanti.

Durante la posa dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari per evitare intasamenti e futuri assestamenti.

I drenaggi dovranno avere la granulometria che sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in funzione delle caratteristiche di permeabilità che si vorranno ottenere. In ogni caso, essi dovranno essere assolutamente privi di impurità.

Stesa, compattazione e sagomatura dovranno essere condotte in modo che il massimo ed il minimo spessore rilevabili al lavoro finito abbiano uno scarto sullo spessore prescritto non superiore al 5% di quest'ultimo. La Direzione Lavori potrà ordinare il totale rifacimento del drenaggio: detto rifacimento, ancorché comportasse la perdita parziale e totale degli inerti, sarà a totale cura e spese dell'Appaltatore.

#### 5.10 **Abbassamento della falda con sistema tipo Wellpoints**

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto dovrà essere dimensionato a cura dell'Impresa appaltatrice ed installato in modo da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- motopompe aspiranti del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- un impianto di aspirazione e scarico;
- un impianto completo di infissione.

Il dimensionamento dell'impianto dovrà tenere conto degli effetti dell'abbassamento della falda sui terreni circostanti e dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari per garantire la salvaguardia delle strutture eventualmente presenti in prossimità, anche mediante l'installazione di piezometri per verificare l'effetto di abbassamento della falda al di fuori della zona di scavo.

Una volta ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro, il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico dell'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla Direzione Lavori anche da altre Imprese specializzate.

#### 5.11 **Interferenze con altri servizi**

E' fatto obbligo all'Impresa, preliminarmente all'inizio dei lavori, contattare gli Enti proprietari di tutte le reti interferenti sia in sottosuolo che in soprasuolo al fine di ottenere

il tracciamento in campagna delle stesse e di concordare le modalità per l'esecuzione delle lavorazioni previste in progetto in prossimità delle infrastrutture citate.

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontrassero condutture o cunicoli di fognatura, condotte di gasdotti, acquedotti, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevisti per cui si rendesse indispensabile qualche variante di tracciato, l'Impresa ha l'obbligo di darne immediato avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi oltre a quelli ordinati, né delle maggiori profondità a cui l'impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori. Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate le infrastrutture di Enti terzi presenti in sottosuolo e soprasuolo, e pertanto resta a totale suo l'onere di opere provvisoriale per mantenere la infrastrutture stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc..

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni (fiamme libere, ecc.) e si avvertiranno immediatamente i Vigili del Fuoco, nonché il servizio di pronto intervento dell'Ente proprietario.

Resta comunque stabilito che l'impresa è responsabile di qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette infrastrutture in sottosuolo e soprasuolo e che è obbligata a ripararle o a farle riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora, per effetto dei lavori da eseguire, dovesse emergere la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni; le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

## 5.12 **Transito stradale**

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e

consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono ugualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, nonché dei percorsi alternativi da utilizzarsi.

## 6. FORMAZIONE DI RILEVATI

### 6.1 Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

### 6.2 Caratteristiche dei materiali

Il materiale da usare per gli argini e gli sbarramenti in terra deve essere di modesta permeabilità e poco sensibile a rigonfiamento e ritiro (limi e argille di bassa e media plasticità).

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e massimo 50% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere adeguate caratteristiche geotecniche con l'utilizzo di tale materiale, sarà facoltà della Direzione Lavori individuare aree alternative di prelievo e stabilire eventuali percentuali di miscelazione con il materiale di cui sopra, senza nulla pretendere.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 È facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 40 cm. di terreno vegetale sul paramento a fiume del rilevato.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale andrà posto in opera in strati di spessore 30-40 cm, progressivamente compattati.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.



### 6.3 **Modalità esecutive**

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

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

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Disciplinare.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, L'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

## 6.5 **Gabbioni**

### 6.5.1 *Caratteristiche del filo di acciaio*

Il filo di acciaio impiegato per la costruzioni delle reti deve essere del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN ISO 16120-2. Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm<sup>2</sup> ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 8%.

Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si può fare riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2.

A titolo di riferimento, vengono di seguito riportati i diametri nominali standard del filo attualmente disponibili insieme ai valori delle tolleranze ammesse su ciascun diametro nel caso che il filo sia stato sottoposto unicamente ad un trattamento di protezione galvanica.

Diametro (*) (mm)	Tolleranza (mm)
2,2	±0,06
2,4	±0,06
2,7	±0,06
3,0	±0,07
3,4	±0,07
3,9	±0,07

\*Valori riferiti alla classe T1 della norma UNI-EN 10218-2

### 6.5.2 Caratteristiche del rivestimento protettivo

La protezione del filo dalla corrosione, non potendo essere di fatto associata ad un sovrappessore di tipo sacrificale a causa del suo piccolo spessore iniziale, è affidata ad un rivestimento appartenente ai seguenti consolidati tipi:

- Rivestimento con leghe di zinco-alluminio Zn95Al5 oppure Zn90Al10
- Rivestimenti in materiali polimerici

Ad ogni tipo di rivestimento compete in generale una diversa durabilità dell'opera, in relazione ai caratteri di impiego ed alle diverse condizioni di aggressività ambientale. Per le caratteristiche dei diversi tipi di rivestimento protettivo con leghe di zinco, può essere fatto riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 10223-3 ed a quelli prescritti per la Classe A della norma UNI EN 10244-2. Lo spessore minimo di rivestimento deve essere rapportato al diametro nominale del filo secondo quanto indicato dalla stessa norma UNI EN 10244-2 e riportato nella seguente tabella.

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (gr/m <sup>2</sup> )
2.0	215
2.2	230
2.4	230
2.7	245
3.0	255
3,4	265
3.9	275

Il rivestimento in materiali polimerici costituisce una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita nominale. I rivestimenti polimerici devono essere conformi alle prescrizioni delle norme UNI EN

10245-2, per i rivestimenti in PVC, e UNI EN 10245-5 per i rivestimenti in poliammide (PA6). Possono essere costituiti anche da polimeri di diversa composizione, purché ne venga garantita e certificata un'aderenza ottimale sul filo ed una valida resistenza agli agenti atmosferici (raggi U.V. e temperatura) e comunque rispettino, per quanto applicabili, i requisiti di base indicati dalle UNI EN 10245.

Il rivestimento in materiale polimerico deve essere comunque associato a rivestimenti galvanici altamente prestazionali quali quelli costituiti da leghe zinco-alluminio come da tabelle sotto riportate (prEN 10223-3).

Diametro interno filo (mm)	Ricoprimento minimo <i>Zn95Al5</i> oppure <i>Zn90Al10</i> (gr/m <sup>2</sup> )	Tipo di polimero di rivestimento
2.2	230	PVC
2.4	230	PVC
2.7	245	PVC
3.0	255	PVC
3.4	265	PVC
3.9	275	PVC

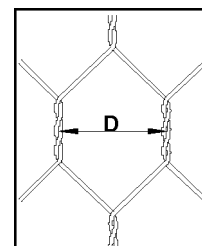
Diametro interno filo (mm)	Ricoprimento minimo <i>Zn95Al5</i> oppure <i>Zn90Al10</i> (gr/m <sup>2</sup> )	Tipo di polimero di rivestimento
2.2	60	PA6
2.4	60	PA6
2.7	60	PA6
3.0	60	PA6
3,4	60	PA6
3.9	60	PA6

Quantitativo minimo di Lega zinco alluminio per fili con rivestimento plastico

6.5.3 Caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione

Per la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, si può fare riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e rappresentate nella seguente tabella che si riferisce alle reti standard disponibili in commercio.

Denominazione Tipo	Diametro "D" nominale (mm)	Tolleranze (mm)
6x8	60	Da 0mm a +8mm
8x10	80	Da 0mm a +10mm



Le combinazioni-tipo tra le dimensioni "D" della maglia e il diametro del filo "d" con cui questa è costituita generalmente impiegate sono di seguito riportate:

	Maglia tipo	(D = mm)	Diametro minimo "d" del filo (*) (mm)
Gabbioni	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0

(\*) Escluso l'eventuale rivestimento polimerico esterno

(\*\*) Diametri standard per fili con rivestimento polimerico

Per ciascuna applicazione la combinazione tra diametro delle maglia "D" e quello del filo "d" deve essere comunque univocamente individuata e il diametro del filo non può essere indicato come "superiore a" o "non inferiore a" o messo in alternativa tra due o più valori.

Il filo di bordatura laterale di tratti di rete e di quello dei singoli elementi di strutture scatolari (gabbioni e materassi metallici) deve avere un diametro maggiore di quello costituente la rete stessa, secondo quanto riportato dalla norma UNI EN 10223-3 e di

Diametro del filo della rete (mm)	Diametro minimo del filo di bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

seguito richiamato.

#### 6.5.4 *Riempimento*

Il materiale lapideo da impiegarsi sarà di granulometria tale da non determinare la fuoriuscita degli elementi lapidei dalla maglia e da non ostacolare (per la presenza di elementi di dimensioni eccessive, superiori ai 2/3 dello spessore) un buon addensamento del materiale:

- gabbioni maglia 6x8: granulometria 90-200
- gabbioni maglia 8x10: granulometria 120-220
- materassi: granulometria 90-130

In casi speciali (gabbioni rinverditi) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

I requisiti di resistenza all'usura saranno:

- categoria MDE10 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido grossolano (torrenti);
- categoria MDE20 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa costiera;
- categoria MDE30 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido fine (fiumi) o in opere di sostegno.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FT<sub>A</sub> della UNI EN 13383-1.

#### 6.5.5 *Graffe metalliche*

Per le legature, in alternativa al filo si potrà ricorrere a graffatura pneumatica con graffe metalliche 45x24x3 mm, aventi resistenza a trazione non inferiore a 17000 MPa.

## 7. FONDAZIONIE PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 7.1 Generalità

A maggior comprensione di quanto sarà esposto nei paragrafi seguenti 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 sia per strade in trincea sia per strade in rilevato, secondo le indicazioni e prescrizioni del presente elaborato e dei capitolati ANAS;
- la pavimentazione è la parte del corpo stradale a diretto contatto con il traffico: deve essere resistente all'usura, impermeabile, non sdrucchiolevole e presentare un basso coefficiente di resistenza al rotolamento. Essa sarà in conglomerato bituminoso costituita da alcuni o da tutti i seguenti strati:
  - strato di base;
  - strato di collegamento (binder);
  - strato di usura.

Nel presente progetto definitivo, lungo tutte le strade interessate dalle lavorazioni si prevede la posa del seguente pacchetto stradale:

- misto cementato 70 kg/mc da 15 cm sulla generatrice superiore del tubo;
- conglomerato bituminoso 10 cm
- tappetino di usura 3 cm

### 7.2 Sottofondazione stradale

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

Pertanto, la sottofondazione sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito ed appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub> e ai sottogruppi A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-5</sub> della classificazione CNR UNI 10006 (AASHTO M 145-49).

### 7.3 **Strato di materiali filtranti (eventuale)**

Sotto la fondazione e su richiesta scritta della D.L., si potrà provvedere all'eventuale stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme, avente il passante totale in peso così stabilito:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
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 verrà eseguito 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 triturato 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.

### 7.4 **Misto granulare stabilizzato**

E' 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 dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono le seguenti:



- sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 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
crivello	40	75 ÷ 100
crivello	25	60 ÷ 87
crivello	10	35 ÷ 67
crivello	5	25 ÷ 55
setaccio	2	15 ÷ 40
setaccio	0,4	7 ÷ 22
setaccio	0,075	2 ÷ 10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50% (prova CNR B.U. 34-1973);
- coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
- equivalente in sabbia (prova AASHTO 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.  
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%;
- 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. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%.

Per quanto concerne le modalità esecutive, l'impresa dovrà attenersi a quanto segue.

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 AASHTO modificata. Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  (da eseguire in sito), non dovrà essere inferiore a  $700 \text{ kg/cm}^2$  nell' intervallo compreso fra 2,5 e  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ .

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.

## 7.5 **Misto cementato per sottofondo stradale**

Nei tratti su sede stradale il riempimento degli scavi verrà effettuato con misto cementato prodotto in stabilimento e costituito da stabilizzato di pezzatura 0/70 come da voce precedente, impastato con acqua e cemento tipo '325' per il tombamento degli scavi, costipato a strati non superiori a cm 30 con idonee macchine, inclusa la eventuale annaffiatura se richiesta dalla D.L. e le successive ricariche richieste dall'assestamento.

## 7.6 **Sovrastruttura in conglomerato bituminoso**

### 7.6.1 *Requisiti generali*

La sovrastruttura in conglomerato bituminoso sarà composta dai seguenti strati: strato di base, strato di collegamento (binder), strato di usura.

### 7.6.2 *Strato di base*

Per mezzo di studi preliminari le caratteristiche dello strato di base dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni, che l'impresa avrà cura di presentare a tempo debito. 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.

Lo strato di base deve essere 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.

Il prelievo dei campioni di inerti, per il controllo dei requisiti qui indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR vigenti. Saranno impiegati ghiaie, frantumati, sabbia ed additivi aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 40 mm, non presentare forma appiattita, allungata o lenticolare o comunque contenente elementi scistososi;
- la granulometria deve essere compresa in un fuso adeguato con andamento continuo ed uniforme, come da tabella indicata dalla D.L.;
- categoria non inferiore alla IV° del CNR (fasc. IV/ultima edizione);
- 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%;
- 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.

Per quanto concerne il legante, sono da usarsi bitumi rispondenti alle norme CNR; salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, si adotterà bitume 80-100, 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 precedentemente.

La composizione adottata di miscela 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 il 4 ed il 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 non dovrà essere inferiore a 500 kg con gli stessi valori di scorrimento e vuoti.

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°.

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.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata allorché 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 più strati finiti di spessore non superiore a 6 cm, per uno spessore complessivo di 14 cm; il progetto prevede la posa in opera della massicciata in conglomerato bituminoso solamente per le pavimentazioni stradali asfaltate.

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 d'attacco mediante

spargimento di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m<sup>2</sup>; la mano d'attacco dovrà essere effettuata anche in corrispondenza della superficie di contatto con la massicciata. 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 compressor 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 con il 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%.

### 7.6.3 Strati di collegamento bituminoso (binder) e di usura (tappeto)

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/ultima edizione), mescolati con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante vibrofinitrice e cilindrato con rullo di peso adeguato.

Per quanto riguarda lo strato di collegamento (binder), le percentuali cumulate in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli sono le seguenti:

AGGREGATO GROSSO (BINDER)			AGGREGATO FINE (BINDER)		
Vagli		Passante	Vagli		Passante
1" <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	44,45 mm	100%	10 ASTM	2 mm	15 ÷ 35%
1" <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	38,1 mm	85 ÷ 100%	40 ASTM	0,42 mm	8 ÷ 23%
1"	25,4 mm	60 ÷ 85%	60 ASTM	0,25 mm	5 ÷ 20%
3/8"	9,5 mm	35 ÷ 60%	200 ASTM	0,074 mm	1 ÷ 8%
4 ASTM	4,76 mm	25 ÷ 45%			

Per quanto riguarda lo strato di usura, le percentuali cumulate in peso degli aggregati passanti ai rispettivi vagli sono le seguenti:

AGGREGATO GROSSO (MANTO D'USURA)			AGGREGATO FINE (MANTO D'USURA)		
Vagli		Passante	Vagli		Passante
3/8"	9,52 mm	100%	10 ASTM	2 mm	45 ÷ 65%
1/4"	6,36 mm	82 ÷ 100%	40 ASTM	0,42 mm	21 ÷ 35%
4 ASTM	4,76 mm	70 ÷ 85%	60 ASTM	0,177 mm	12 ÷ 20%
			200 ASTM	0,074 mm	7 ÷ 9%

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/ultima edizione. 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;
- 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, 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 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.

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.

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/ultima edizione, alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

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% del peso dell'inerte per lo strato di collegamento e tra il 5% ed il 6% per lo strato di usura. Esso dovrà essere il minimo per consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e di compattezza.

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

- la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione a 60 °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 550 kg con gli stessi valori di scorrimento e vuoti (collegamento) e a 650 kg (usura);

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

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.

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 la vagliatura ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante un'ideale 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 °C e 160 °C; la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140 °C e non superiore a 160 °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, della temperatura degli aggregati e del bitume.

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

Nei tratti ove la Direzione Lavori riterrà necessario eseguire la posa del conglomerato di conguaglio 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/m<sup>2</sup>; immediatamente farà seguito la stesura 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; un'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; durante la messa in opera del binder, si prevede che gli strati siano compresi tra 3 e 6 cm.

Complessivamente, il progetto prescrive 10 cm complessivi di binder e 3 cm di tappeto d'usura.

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..

#### 7.6.4 *Sigillatura superficiale dello strato di collegamento*

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: 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/ultima edizione, alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove.

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

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 previsti dalle vigenti norme del CNR.

La miscela di sabbia e bitume pretrattata per la preparazione dell'impasto dovrà rispettare la seguente composizione:

- sabbia

passata al setaccio n° 10	100%
passata al setaccio n° 40	60 ÷ 70%
passata al setaccio n° 80	10 ÷ 20%
passata al setaccio n° 100	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.

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

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.

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; 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.

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 previa stesura dell'emulsione bituminosa (al 55% di bitume in quantità e non inferiore a 0,3 kg per m<sup>2</sup>).

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 m<sup>2</sup>.

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.

## 7.7 **Pavimentazione in cubetti di pietra**

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10. Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessure, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti. I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

## 7.8 **Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

### 7.8.1 *Generalità*

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di elenco prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'impresa.

### 7.8.2 *Fresatura di strati in conglomerato bituminoso*

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatori, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (tale prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.; qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato sia le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il progetto in questione prevede uno strato complessivo di scarificazione pari a 10 cm di spessore o frazione.

### 7.8.3 *Taglio di strati in conglomerato bituminoso*

Il taglio della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di dischi diamantati, nonché del relativo circuito per il rifornimento di acqua sulla superficie di taglio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

La superficie di taglio dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti. L'impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di taglio stabiliti dalla D.L.; qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, che potranno autorizzare la modifica delle quote di taglio. La pulizia dei piani di taglio dovrà essere eseguita impiegando getti d'acqua in grado di rimuovere i residui di taglio ed i fanghi eventualmente prodottisi al fine di ottenere la necessaria pulizia delle superfici bituminose tagliate per garantire la necessaria continuità ai conglomerati utilizzati per i ripristini delle superfici scavate.

I piani di taglio, prima della posa in opera degli strati di conglomerato di ripristino, dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

## 8. GEOSINTETICI

### 8.1 Geotessili in tessuto non tessuto

#### 8.1.1 Generalità

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.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

#### 8.1.2 Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante sguagliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 4.0 N/m<sup>2</sup> (400 g/m<sup>2</sup>). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario	$\geq 4 \text{ N/m}^2$
spessore a secco	$\geq 3.5 \text{ mm}$
resistenza a trazione	$\geq 1.5 \text{ kN/5 cm}$
allungamento a rottura	$\geq 40 \%$

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 dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

#### 8.1.3 Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1.50 metri, a distanza di 1 metro.

**8.1.4 Prove di accettazione e controllo**

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.



## **9. OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI**

### **9.1 Caratteristiche dei materiali**

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- peso volumico:  $> 20 \text{ kN/m}^3$  ( $2000 \text{ kgf/m}^3$ )
- resistenza alla compressione:  $> 50 \text{ N/mm}^2$  ( $500 \text{ kgf/cm}^2$ )
- coefficiente di usura:  $< 1.5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione:  $< 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto dalla Direzione Lavori, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

### **9.2 Modalità esecutive**

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

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

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni cento metri lineari di difesa da realizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Disciplinare. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

## 10. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO

### 10.1 Riduzione del rischio di liquefazione

In presenza di terreni a rischio di fenomeni di liquefazione e dove previsto negli elaborati di progetto, verranno attuati interventi di consolidamento del terreno e riduzione del rischio di liquefazione fino ad ottenere un fattore di sicurezza accettabile secondo i parametri di legge.

L'intervento di miglioramento dovrà:

- incrementare la resistenza ciclica dei materiali trattati;
- avere un basso impatto ambientale;
- risultare il meno invasivo possibile per le aree edificate;
- interessare superfici limitate;
- non alterare, se non localmente, il regime delle acque interstiziali di falda ed il loro chimismo;
- avere caratteristiche stabili e permanenti nel tempo, ben certificate.

Durante i trattamenti, eventuali edifici in prossimità dovranno essere monitorati topograficamente per registrare eventuali effetti indotti dagli stessi. I metodi più idonei e sui quali esiste anche una esperienza maggiormente consolidata sono i seguenti:

#### TRATTAMENTI ATTIVI

- Iniezioni di permeazione con miscele leganti ("permeation grouting")
- Iniezioni di compattazione ("compaction grouting")

#### TRATTAMENTI PASSIVI

- Parziale saturazione ("induced partial saturation")
- Drenaggi ("pali o dreni di ghiaia")

### 10.2 Iniezioni di compattazione

La soluzione tecnologica potrà essere tra quelle definite di tipo attivo ovvero del "compaction grouting", che prevede l'esecuzione di iniezioni di polimeri espandenti su due livelli di profondità per la riduzione attiva del potenziale di liquefazione. La modalità d'intervento adottata riduce l'indice dei vuoti di terreni granulari mediante l'iniezione di polimeri e rientra tra le tecniche di riduzione attiva del potenziale di liquefazione previste dalla Determina della Regione Emilia Romagna n. 12418 del 02/10/2012.

Al riguardo, la soluzione dovrà risultare poco invasiva per le aree edificate, non dovrà comportare vibrazioni che possano compromettere la staticità del costruito, dovrà essere

irreversibile, stabile nel tempo e la miscela iniettata dovrà essere completamente inerte nei confronti di agenti aggressivi, impedendo alterazioni inquinanti delle acque sotterranee.

La modalità applicativa dovrà prevedere la realizzazione di piccoli fori per la successiva iniezione, eseguiti anche a distanza dalle strutture e comunque del diametro max di 4 cm, realizzabili mediante piccole colonne portatili di perforazione e in alcuni casi anche con trapani manuali, poco ingombranti e snelli, riducendo al minimo il disturbo sul sito ed alle eventuali strutture esistenti. Le perforazioni potranno essere sia verticali che inclinate, multiple, anche su più livelli non necessariamente sovrapposti, secondo le precise esigenze di progettazione.

La maglia dei fori consente il consolidamento uniforme di tutta la superficie oggetto d'intervento per tutta la profondità del terreno soggetto al fenomeno di liquefazione. L'interasse tra i fori viene stabilito in funzione delle caratteristiche del sito, dei criteri progettuali e delle esigenze di cantiere.

In ogni foro si inseriscono uno o più condotti metallici attraverso i quali i polimeri espandenti vengono iniettati a pressione nel terreno. Dopo una prima fase di permeazione allo stato liquido nel terreno, i polimeri completano la reazione: si espandono e solidificano. La reazione di espansione dei polimeri comporta un avvicinamento reciproco dei grani costituenti la matrice solida del terreno, una compattazione con conseguente incremento della resistenza alla liquefazione, della rigidità e riduzione della permeabilità nel terreno.

La diffusione a macro scala degli effetti sarà quindi possibile partendo dall'impianto di una fitta griglia di intervento, adeguatamente progettata al caso specifico ed opportunamente calibrata mediante taratura di supporto del modello di partenza con test site dedicato e, comunque, verificato mediante indagini in sito, preferibilmente di tipo penetrometrico CPTU e tomografia 3D della resistività elettrica, in correlazione e comunque sempre secondo le prescrizioni suggerite dal Servizio Geologico Sismico competente per territorio.

Dopo l'utilizzo il condotto d'iniezione verrà di norma tagliato a livello del piano di calpestio ma, qualora venga richiesto, è possibile estrarlo nel corso della lavorazione, senza che per questa l'impresa possa richiedere particolari compensi aggiuntivi.

Le iniezioni per compattazione di polimeri espandenti, rispondono alla UNI EN 12715:2003 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali, Iniezioni". L'utilizzo di polimeri espandenti limita l'interferenza dell'intervento sui manufatti adiacenti al punto d'iniezione, minimizza le vibrazioni nel corso delle lavorazioni e garantisce tempi brevissimi per la

solidificazione della miscela iniettata. Le caratteristiche dell'intervento mediante iniezioni di polimeri espandenti consentono di limitare gli effetti della lavorazione alla zona oggetto di intervento. I materiali di iniezione dovranno produrre una minima espansione in terra e non verranno iniettati ad elevate pressioni, come nel caso delle miscele cementizie, per garantire la minima invasività operativa.

I polimeri espandenti utilizzati devono soddisfare i test di cessione previsti dal D.Lgs. 152/06, Parte IV – Allegato 5 – Tabella 2 e Parte IV – Allegato 5 – Tabella 1 colonne A e B, confermando la loro piena adattabilità ai terreni, che, dopo il trattamento, dovranno rimanere non inquinati.

I risultati dovranno rimanere confinati nell'intorno predefinito e voluto della colonna di iniezione, secondo un raggio d'azione opportunamente dimensionato ad hoc già in fase progettuale e dovranno dare evidenza del raggiungimento del fattore di sicurezza  $F_s = CRR/CSR$  richiesto, dato dal rapporto tra la resistenza alla liquefazione del terreno (o Cyclic Resistance Ratio) ed il carico indotto dal sisma (o Cyclic Stress Ratio). In proposito, la riduzione del potenziale di liquefazione è direttamente correlabile all'aumento della densità relativa del terreno granulare ed in fase di progetto viene definita la quantità di polimeri necessaria per ciascuna iniezione per garantire il miglioramento previsto in termini di incremento del rapporto CRR/CSR.

Nel corso delle lavorazioni, al fine di evitare il manifestarsi di effetti deformativi non voluti in superficie, viene monitorato mediante misuratori laser di spostamento, o con altri sistemi, l'eventuale sollevamento in corrispondenza del piano di calpestio.

La procedura d'intervento deve prevedere l'esecuzione di prove SCPTU prima e dopo l'iniezione dei polimeri espandenti (in numero sufficiente allo scopo in base alla superficie di intervento e senza che questo possa costituire motivo per l'Appaltatore di richiedere ulteriori compensi), così come previsto per gli interventi di "compaction grouting" dalla Determina della Regione Emilia Romagna n° 1105 del 03/02/2014.

### 10.3 **Drenaggi**

#### 10.3.1 *Preparazione del piano di lavoro*

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

### 10.3.2 *Rivestimenti metallici*

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso dei dreni realizzati in pozzi trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0 – 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

### 10.3.3 *Pozzo drenante in ghiaia*

*Profondità:* 5,00 m circa dal piano di fondo scavo

*Diametri di perforazione:* 800 mm

*Tubo camicia:* in acciaio.

*Dreno:* realizzato con ghiaietto tondo vagliato e lavato di opportuna granulometria (15 - 40 mm) per la formazione del massiccio filtrante.

## 11. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

### 11.1 Generalità

L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme Tecniche per Costruzioni" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, con D.M. 14.01.2008.

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 all'approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti e a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie, che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

### 11.2 Calcestruzzo

#### 11.2.1 Caratteristiche dei materiali

#### 11.2.2 Inerti

Gli aggregati dovranno essere conformi a quanto specificato dalla norma UNI 8520, la quale differenzia le loro caratteristiche in:

- fondamentali, che devono essere sempre soddisfatte dagli aggregati destinati alla
- confezione di calcestruzzi;
- aggiuntive, che devono essere verificate per particolari o specifici impieghi o a seguito di prescrizioni ulteriori.

Gli aggregati sono suddivisi in tre categorie di diverso livello qualitativo (A, B e C); un aggregato risulta di categoria A, B o C quando soddisfa tutti i requisiti fondamentali relativi a quella specifica categoria. Per un aggregato può essere richiesto di soddisfare per una specifica categoria una o più caratteristiche aggiuntive.

La scelta di un aggregato che soddisfi le categorie A o B è legata alla classe di esposizione della struttura cui è destinato il calcestruzzo:

- categoria A senza limitazioni per classi di esposizione;
- categoria B per classi di esposizione X0 e XC1;
- categoria C per calcestruzzi di classe di resistenza < C12/15.

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 le Costruzioni" del D.M. 14 gennaio 2008 e UNI 8520/2.

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliose.

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 devono essere minori o uguali all'1%.

Per la ghiaia la percentuale di argilla e limo 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 utilizzati dovranno essere non gelivi.

### 11.2.3 Cemento

Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'impresa alle prove di accettazione stabilite dalle norme di legge sui leganti idraulici, che dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla Legge 26.05.1965 n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"), dal D.M. 14.01.1966, dal D.M. 03.06.1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"), dal D.M. 31.08.1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche") e dal Decreto del Ministero dell'Industria n. 126 del 09.03.1988 e s.m.i.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993, che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197-1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ogni partita di cemento effettivamente utilizzata dovrà essere accompagnata dal certificato di fabbrica attestante le caratteristiche del prodotto.

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.

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.

### 11.2.4 Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità o incrementandone l'aggressività verso i ferri di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2000 parti per milione e la concentrazione di  $SO_4$  sarà inferiore a 0,05%. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

### 11.2.5 Materiali per giunti

Per ottenere la perfetta tenuta idraulica fra strutture giuntate o fra riprese di getti di calcestruzzo, si possono adottare nastri in PVC del tipo a parete 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.

I nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi. In tutte le strutture in calcestruzzo in cui è previsto l'utilizzo di dispositivi di tenuta (in corrispondenza di giunti ovvero di riprese di getto) il getto del calcestruzzo non potrà avvenire prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la corretta messa in opera di tutti i dispositivi di tenuta. Se ritenuto necessario, la D.L. potrà richiedere all'impresa appaltatrice (senza alcun onere aggiuntivo) il riposizionamento degli elementi di tenuta ovvero la loro sostituzione qualora essi dovessero presentarsi degradati, ammalorati oppure non conformi alle caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto.

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

In corrispondenza dei giunti di dilatazione, a tenuta o meno, delle strutture in c.a., ove richiesto dall'ufficio di Direzione Lavori, si possono posizionare lastre tipo Populit dello spessore di 2 cm, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bitumato, oppure possono essere impiegati materiali inerti di riempimento quali cartonfeltro bitumato, polistirene espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

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

Tutti gli inserti a tenuta dovranno essere opportunamente fissati saldamente in vario modo per evitare, durante le operazioni di getto del calcestruzzo, spostamenti tali da comprometterne la funzionalità.

### 11.2.6 Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo, in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni maggiormente idonee all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, sarà possibile fare uso di additivi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere:

- fluidificanti;
- acceleranti di presa;
- ritardanti di presa;

- impermeabilizzanti.

L'impiego di additivi dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Potranno essere usati solo additivi di cui sia attestata la conformità, mediante idonea certificazione, alle norme UNI vigenti (UNI EN 934).

Il produttore di additivi dovrà esibire:

- risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- prove di un laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti; inoltre, dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo.

### Fluidificanti

Al fine di migliorare la lavorabilità a pari contenuto d'acqua (o ridurre l'acqua di impasto a parità di lavorabilità), incrementare la resistenza alle brevi e lunghe stagionature, migliorare l'omogeneità degli impasti, al calcestruzzo di qualsiasi tipo e per qualsiasi uso potrà essere aggiunto un additivo fluidificante e incrementatore delle resistenze meccaniche, nella misura di  $0,15 \div 0,40 \text{ cm}^3$  per N di cemento ( $150 \div 400 \text{ cm}^3$  per quintale di cemento).

Gli additivi fluidificanti verranno aggiunti ad un normale impasto di calcestruzzo per ottenere un calcestruzzo reoplastico caratterizzato da un'elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro.

Come additivo fluidificante può essere usato un additivo di tipo aerante a base di sostanze tensioattive che verrà impiegato nella misura di  $0,03 \div 0,10 \text{ cm}^3$  per N di cemento ( $30 \div 100 \text{ cm}^3$  per quintale di cemento). La prova del contenuto d'aria sarà eseguita con il metodo UNI 12350.

Il dosaggio sarà fatto nella misura di  $1,5 \text{ cm}^3$  per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

#### Acceleranti di presa

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, nella prefabbricazione o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato, specialmente alle brevi stagionature, si potranno usare, su approvazione e/o ordine della Direzione Lavori, additivi acceleranti di presa per ottenere un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, elevata durabilità e basso ritiro.

L'additivo verrà mescolato nel calcestruzzo normale nella misura di 2,5 cm<sup>3</sup> per N di cemento (2,5 litri per quintale di cemento).

Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente impartirà al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>.

#### Ritardanti di presa

Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si userà un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro. Detto calcestruzzo verrà ottenuto aggiungendo ad un normale impasto di cemento, inerti ed acqua, un componente per calcestruzzo reoplastico, nella misura di 1,5 cm<sup>3</sup> per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

### 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<sup>-9</sup> 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, 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 inizialmente.

Il rapporto a/c deve essere 0,42÷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).

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 inferiore a 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>, in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e, pertanto, porosi e permeabili.

### 11.2.7 Classificazione dei calcestruzzi

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza caratteristica cubica a compressione ( $R_{ck}$ ) dopo 28 giorni di stagionatura. I dosaggi di cemento indicati negli elaborati progettuali hanno valore di contenuto minimo accettabile e, pertanto, l'impresa non potrà in nessun caso dosare i calcestruzzi con quantità di cemento inferiore a quelli indicati.

Se non diversamente specificato, il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti classi di conglomerato cementizio:

- $R_{ck} \geq 15$  N/mm<sup>2</sup>: posa in opera di calcestruzzo di soletto e opere di fondazioni non armate, per rifianco di tubazioni e/o condotti o per intasamento, in corrispondenza di attraversamenti o punti singolari, confezionato con due o più pezzature di inerte in modo da ottenere una distribuzione granulometrica adeguata all'opera da eseguire;
- $R_{ck} \geq 45$  N/mm<sup>2</sup>: posa in opera di calcestruzzo strutturale armato di qualsiasi forma e dimensione a qualsiasi altezza e profondità, con ogni onere per opere provvisorie, incluso l'onere di eventuali riprese sulle parti in vista con malta di cemento con granulometria di inerti approvata dalla D.L.

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione dei 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'Appaltatore svolgerà sotto il controllo dell'ufficio di Direzione Lavori.

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori.

La classe di consistenza (o lavorabilità) approvata dall'ufficio di Direzione Lavori sarà costantemente controllata durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'ufficio di Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

La classe di esposizione da rispettare è riportata nei relativi elaborati grafici.

Il mix design del calcestruzzo, sia come curva granulometrica degli aggregati sia come tipo e quantitativi di additivi in relazione al legante utilizzato, dovrà necessariamente tenere conto delle esigenze di trasporto, ovvero dei tempi intercorrenti tra la composizione e miscelazione all'impianto di betonaggio e la messa in opera dello stesso.

Il mix design di progetto dovrà garantire, inoltre, la corretta classe di lavorabilità in funzione delle modalità di messa in opera, della densità di armatura, della temperatura esterna all'atto del getto.

Prima di procedere all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio, dovrà essere effettuato, a cura e spese dell'Appaltatore, uno studio per definire in dettaglio tutte le caratteristiche dei materiali da impiegare, nonché la composizione e le modalità di confezionamento del calcestruzzo atte a realizzare, negli impianti di betonaggio di effettivo utilizzo, i tipi di conglomerato previsti in progetto.

Si dovrà procedere alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione (mediante prova indiretta o brasiliana) del conglomerato cementizio dopo 7 e 28 giorni di maturazione.

Lo studio per la definizione del mix-design delle miscele dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio effettivo dei getti. Alla relazione dovranno essere allegati:

- certificati delle prove sugli inerti (analisi petrografica o litomineralogica, con ricerca delle impurità e delle parti friabili; misura del peso specifico; resistenze meccaniche-compressione e frantumazione; resistenza al gelo; analisi chimica con ricerca delle sostanze che possono reagire negativamente con il cemento; curve granulometriche);
- certificato di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di impasto e dell'acqua dell'invaso, con indicazione, tra l'altro, del residuo secco a 110 °C, del pH a 25 °C, della durezza, del tenore di solfati e cloruri;
- certificati delle prove di resistenza dopo 7 e 28 giorni di maturazione sui diversi tipi di conglomerato;
- certificati delle prove di permeabilità, ritiro e resistenza al gelo dei diversi tipi di conglomerato;
- certificati di fabbrica dei cementi con indicazione del calore di idratazione, finezza di macinazione, peso specifico reale, tempi di presa, resistenza della malta normale di cemento a 3, 7, 28 e 90 giorni;
- ulteriori certificati ritenuti necessari dal Direttore dei Lavori.

La relazione dovrà specificare, inoltre, il grado di consistenza per l'accettazione del calcestruzzo fresco, che dovrà essere verificato sul luogo del getto mediante la prova di abbassamento al cono di Abrams – slump test (UNI EN 12350-2:2001, ex UNI 9418:1998).

Le caratteristiche dei materiali da impiegare, la composizione e le modalità di confezionamento dei vari tipi conglomerati, una volta approvate dalla Direzione dei Lavori, non potranno essere in alcun modo variate dall'Appaltatore in corso d'opera, salvo aggiornamento dello studio preliminare.

La citata relazione sulla definizione del mix-design delle miscele di calcestruzzo dovrà essere trasmessa in duplice copia, completa dei certificati sopra citati.

#### 11.2.8 *Modalità esecutive*

#### 11.2.9 *Impianto di betonaggio*

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio dell'ufficio di Direzione Lavori, deve essere realizzato con mezzi meccanici idonei e con impianti che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti per come già specificato.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) debbono poter essere misurati in peso ovvero in volume per acqua ed additivi.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo quando approvato dall'ufficio di Direzione Lavori, i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale). I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.

Si precisa che la centrale di betonaggio deve essere concepita in modo tale da garantire elevati standard qualitativi nel mantenimento delle caratteristiche di progetto degli impasti; una volta introdotto in centrale di betonaggio il quantitativo di acqua previsto dal mix design di progetto, l'impasto deve essere considerato "chiuso". Ovvero, oltre tale momento non sarà possibile per nessun motivo effettuare aggiunte di acqua, in quanto tali aggiunte si traducono in un deleterio scadimento incontrollato delle caratteristiche di resistenza meccanica di progetto del calcestruzzo.

#### 11.2.10 *Confezionamento del calcestruzzo*

Il confezionamento dovrà essere eseguito con idonee modalità, in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25% del tempo di mescolamento.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60" dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m<sup>3</sup>.

Per betoniere superiori, si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo m<sup>3</sup> addizionale.



La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego ed ivi posto in opera.

L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

#### 11.2.11 *Trasporto del calcestruzzo*

Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.

Detti sistemi devono essere approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non superi i 25 minuti. Per periodi di tempo più lunghi, si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Gli organi di scarico saranno tali da poter controllare la velocità e la quantità del getto; inoltre, nelle fasi di scarico la massima altezza ammessa di caduta libera del getto sarà non superiore a 1,50 m.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo, si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo, con prelievi periodici a giudizio dell'ufficio di Direzione Lavori.

Il calcestruzzo potrà essere trasportato alla zona del getto anche mediante un impianto di pompaggio, il tutto a carico dell'impresa (compresa la relativa realizzazione) e senza che ciò possa costituire motivo per avanzare pretese di ulteriori compensi. Tale impianto dovrà essere realizzato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli inerti. La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo. Gli inconvenienti ed i ritardi che si verificassero nella messa a punto dell'impianto di pompaggio, anche dopo l'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori, sono a totale carico dell'impresa, che ne resta responsabile a tutti gli effetti.

### 11.2.12 Getto del calcestruzzo

L'impresa è tenuta ad informare l'ufficio di Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione dell'ufficio di Direzione Lavori ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre, dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratorii, a mano d'opera scarsa e male addestrata.

In caso di lavoro notturno, sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde; l'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'impresa.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo.

### 11.2.13 Temperatura di getto

Nel caso di getti in clima freddo, ovvero con temperatura dell'aria inferiore a +5 °C, valgono le disposizioni e le prescrizioni della norma UNI 8981-4.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso in cui la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5 °C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve ed il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi dai casseri, dalle armature, e dal sottofondo: per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi nel caso in cui la temperatura dell'aria sia minore di -5 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambienti protetti o nel caso in cui vengano predisposti opportuni accorgimenti approvati dal Direttore dei lavori.

Nel caso, invece, di getti in clima caldo, la temperatura dell'impasto non potrà superare i +35 °C.

Al fine di abbassare la temperatura dell'impasto, potrà essere utilizzato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, potranno essere impiegati additivi ritardanti ovvero fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI, preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

#### 11.2.14 Esecuzione del getto

L'impresa dovrà assicurarsi che tutta l'attrezzatura sia sufficiente per un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto o 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 di getti e di vibrazione.

Non è ammesso per alcun motivo lasciare cadere il calcestruzzo all'interno delle casseforme da altezze tali da provocare la segregazione degli inerti; l'avvicinamento dell'impasto alla zona di getto dovrà essere effettuata con mezzi idonei, quali scivoli, canali, tramogge sospese mediante gru, pompe.

#### 11.2.15 Vibratura dei getti

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratorii ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratorii 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 m<sup>3</sup> 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 vibratorii adatti (7000 giri/minuto per tipi ad immersione; 8000 giri/minuto per tipi da applicare alla casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili 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.

#### 11.2.16 *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.

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore, occorrerà, prima di gettare 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.

#### 11.2.17 *Giunti di dilatazione*

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 dei giunti stessi.

Il materiale inerte di riempimento sarà costituito da cartonfeltro bitumato e mastice di bitume o da altro materiale di spessore adeguato approvato dall'ufficio di Direzione Lavori (polistirene espanso).

L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.

#### 11.2.18 *Inghisaggi*

Gli inghisaggi si effettueranno mediante malte cementizie, premiscelate, reoplastiche ed a ritiro compensato (tipo EMACO). In quest'ultimo caso, in particolare, le miscele devono rispettare le norme UNI 8993 e UNI 8994.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse. Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

#### 11.2.19 *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 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a +60 °C nelle betoniere, assicurandosi che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a 0 °C e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra +10 °C e +15 °C;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non dovranno superare i +40 °C, sia per l'acqua sia per gli inerti;
- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.
- quando la temperatura scende al di sotto di -5 °C, si potranno proteggere i getti con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.

#### 11.2.20 *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 0,5 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; in particolare, dovrà essere garantito il copriferro netto minimo.

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.

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.

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 lo 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.

Particolare cura andrà posta nella finitura superficiale della sagoma delle nuove soglie.

### 11.3 Casseforme

#### 11.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole in legno sufficientemente robuste (ovvero con sistema telaio metallico e pannello in legno), ben collegate fra loro e controventate per evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- 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;
- 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.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiaccia di cemento ed il 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.

L'impresa, inoltre, dovrà utilizzare casseforme in grado di descrivere superfici perfettamente aderenti alle sagome di progetto di tutte le opere in calcestruzzo armato, sia per le opere di fondazione, sia per le opere in elevazione e, in generale, per tutte le altre opere in conglomerato cementizio.

#### 11.3.2 Modalità esecutive

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 cosparse con prodotti disarmanti conformi alle norme UNI, in modo da migliorare il distacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere utilizzato lo stesso prodotto; inoltre, è vietato usare, come disarmanti, lubrificanti di varia natura oppure oli esausti.

Non sarà permesso l'uso di 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 preventiva 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.

## 11.4 **Acciaio d'armatura**

### 11.4.1 *Caratteristiche dei materiali*

L'acciaio da armatura sarà fornito dall'impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio ed approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Si userà solo ed esclusivamente acciaio da calcestruzzo (tipo B450C, controllato in stabilimento) in barre ad aderenza migliorata; se prevista, la rete elettrosaldata dovrà essere realizzata con barre di acciaio aventi le stesse caratteristiche sopra citate e con maglie di dimensioni variabili secondo le indicazioni riportate sui disegni di progetto in funzione delle opere da realizzare.

Eventuali riferimenti nelle tavole ed elaborati progettuali all'acciaio FeB44k sono da intendersi riferiti al tipo B450C.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Nella voce d'elenco prezzi sono compresi il trasporto, l'immagazzinamento, la lavorazione e la posa secondo i disegni esecutivi, lo sfrido, le legature, gli appositi distanziatori tra i ferri ed i casseri, oltre che tutte le prove, i controlli ed i certificati di laboratorio.

### 11.4.2 *Modalità esecutive*

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 quest'eventualità, l'impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale, oltre a quanto



spettantele in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le barre dovranno essere esenti da ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza al conglomerato cementizio.

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, dovrà prevedersi l'utilizzo del necessario quantitativo di distanziatori in materiale plastico, opportunamente distribuiti lungo i piani perimetrali delle gabbie di armatura, al fine di garantire ovunque il mantenimento del copriferro netto previsto in progetto.

Una volta completata la realizzazione delle gabbie di armatura, prima dell'inizio dei getti, la Direzione dei Lavori procederà al controllo delle stesse e della presenza dei distanziatori: se ritenuto necessario, potrà essere richiesto all'impresa l'integrazione dei distanziatori stessi senza alcun onere aggiuntivo. In mancanza del controllo della D.L. non si potrà procedere all'inizio delle operazioni di getto.

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

L'ufficio di Direzione Lavori è in 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 l'idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.

In ogni caso, l'ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri di armatura; resta inteso 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.

#### 11.5 **Riferimenti legislativi e normativi sulle opere in calcestruzzo**

Segue un elenco non esaustivo dei principali riferimenti legislativi e normativi, che l'impresa deve seguire nel corso delle lavorazioni. Resta comunque inteso che sarà compito dell'impresa stessa osservare tutta la normativa vigente e non richiamata esplicitamente nel presente elaborato, prestando la massima attenzione all'uscita di aggiornamenti, integrazioni e abolizioni delle leggi promulgate dalle autorità competenti.

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale, precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Prowvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581, Legge 1086, art. 7 – Collaudo statico.
- Circolare Min. LL.PP. 19 luglio 1986, n. 27690, Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche sulle costruzioni sismiche.
- Circolare Min. LL.PP. 1 settembre 1987, n. 29010, Legge 1086 – D.M. 27 luglio 1985 – Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato in particolare.
- Circolare Min. LL.PP. 29 ottobre 1987, n. 29233, Legge 1086, art. 20 – Autorizzazioni laboratori per prove sui materiali.
- D.M. 14/01/2008, Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare Min. Infrastrutture 2 febbraio 2009, n. 617, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

#### 11.5.1 *Prescrizioni per il calcestruzzo*

- UNI EN 206, Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104, Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- UNI 8866, Prodotti disarmanti per calcestruzzi – Parte 1 – Definizione e classificazione – Parte 2 – Prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20 °C e 80 °C su superfici di acciaio o di legno trattato.

#### 11.5.2 *Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime*

##### Cementi

- UNI 8981-3, Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti
- UNI 9156, Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88.
- UNI EN 197-1:2001, Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 197-2:2001, Cemento – Valutazione della conformità.
- Legge 26 maggio 1965, n. 595 e s.m.i. – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idrici.

- D.M. 9 marzo 1988, n. 126 e s.m.i. – Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.
- D.M. 13 settembre 1993 e s.m.i. – G.U. 22/9/93 – Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.
- D.M. 31 agosto 1972 – Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

#### Acqua, aggregati e additivi

- UNI EN 1008, Acqua per calcestruzzo.
- UNI 8520, Aggregati per confezionamento di calcestruzzi.
- UNI EN 934, Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 450, Ceneri volanti per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e controllo di qualità.
- UNI EN 451-1, Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero.
- UNI EN 451-2, Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione della finezza con stacciatura umida.

### 11.5.3 Metodologie di prova per calcestruzzi

#### Calcestruzzo fresco

- UNI 12350-1, Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento.
- UNI 12350-2, Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI 6128, Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
- UNI 9417, Calcestruzzo fresco. Classificazione della consistenza.
- UNI 12350-5, Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse.
- UNI 12350-6, Prova sul calcestruzzo fresco – massa volumica.
- UNI 12350-7, Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 7122, Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
- UNI 7123, Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

## 12. CONDOTTE

### 12.1 Generalità

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono, si farà riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 (*"Norme tecniche relative alle tubazioni"*, G.U. n. 61 del 14 marzo 1986) e relativa circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 (*"Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni"*).

Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti, sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

### 12.2 Prove di controllo

#### 12.2.1 Prove d'accettazione

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione dei tubi siano conformi alle procedure del sistema qualità, di cui alle norme UNI EN ISO 9002:1994; in ogni caso, il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti.

Tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato, in conformità a quanto specificato nelle normative vigenti.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

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

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- sigla dell'Ente Appaltante;
- data di produzione del tubo;
- diametro nominale.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

### 12.2.2 Prove in corso d'opera

Per tutti i tipi di tubazioni valgono le seguenti prescrizioni di prova: inizialmente 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; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'Impresa, che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. Raggiunta la pressione prescritta nella tratta in prova mediante pompaggio d'acqua, verrà tolta la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente, controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove, sia in officina sia 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 aggotamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida.

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.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

### 12.3 **Trasporto, movimentazione, posa e rinterro dei tubi**

#### 12.3.1 *Imballaggi*

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere. Il tipo di imballaggio è a scelta dell'Impresa ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto e che i tubi mantengano la forma circolare.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

#### 12.3.2 *Trasporto*

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie, onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

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.

#### 12.3.3 *Posa in opera*

Prima dell'allineamento, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione; la medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro: tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori.

#### 12.3.4 Fondo della trincea e sottoscavo

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

Dove il fondo dello scavo risultasse di terreno inconsistente, questo dovrà essere rimosso e sostituito con materiale di appoggio adatto. Se si incontrassero zone più estese di questo genere, con scarsa capacità portante per sopportare i materiali di appoggio del tubo, si dovranno rifare i calcoli di resistenza meccanica e ricorrere ad appoggi speciali (leganti idraulici, ispessimento del sottofondo in calcestruzzo, ecc.).

#### 12.3.5 Acque d'infiltrazione

L'eventuale acqua d'infiltrazione deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfiacco.

#### 12.3.6 Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo secondo le dimensioni previste dagli elaborati di progetto si procederà alla formazione del letto di posa costituito da materiale inerte di cava.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate per verificare la loro integrità.

Una volta calate nello scavo si procederà alla loro giunzione a regola d'arte secondo le modalità previste per le diverse tipologie di condotte e di materiali utilizzati.

Salvo diverso ordine impartito caso per caso dalla Direzione dei Lavori, si dovranno adottare per il letto di posa e il rinfiacco le dimensioni che figurano dai disegni di progetto e che saranno eventualmente prescritte all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni sospensione del lavoro l'impresa dovrà chiudere provvisoriamente l'ultimo tubo con appositi tappi in plastica e mai con stracci, sacchi, carta od altro materiale facilmente deformabile e che non possa essere dimenticato inavvertitamente all'interno della condotta.

#### 12.3.7 Rinfiacco e rinterro

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo sarà dello stesso tipo di quello usato per il letto di posa secondo gli spessori previsti dagli elaborati di progetto.

La compattazione del rinfiacco e del rinterro sarà spinta ad almeno il 90 % della Proctor Standard mediante pestelli pneumatici o altro macchinario equivalente e verrà effettuata per strati non superiori a 25 cm circa. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

### 12.3.8 Norme di compattazione e controlli qualitativi

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

Durante la fase di rinterro dovrà essere posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, materiali di cantiere, ovvero da colpi provenienti dalle macchine operatrici utilizzate per il rinterro e la compattazione del materiale. Nel caso in cui un tubo risultasse danneggiato, sarà cura ed onere esclusivo dell'Impresa procedere alla sua sostituzione ripristinando contestualmente la continuità della condotta.

Per il fatto dell'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 alla condotta posta in opera.

Dopo aver eseguito le prove, le riparazioni e le controprove e quelle di tenuta delle condotte, se tutto è in perfetta regola, sarà impartito all'impresa l'ordine di coprire le condutture e riempire le trincee.

La superficie dei riempimenti delle trincee dovrà essere sistemata in modo che le acque pluviali possano liberamente passarvi sopra, senza formazione di ristagni. Ove l'impresa avesse coperto qualche tratto di condotta o riempito qualche trincea senza l'autorizzazione della Direzione Lavori, questa provvederà a farla riscavare e scoprire nuovamente a spese dell'impresa medesima.

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- per esito negativo delle prove di accettazione;
- per manifesti difetti di proporzione dei componenti o per mancanza di tenuta dei giunti;
- per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso l'Impresa sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedesse tempestivamente, l'amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'amministrazione appaltante dall'inadempienza del contratto.



#### **12.4 Condotte in polietilene ad alta densità (PEAD) corrugate esternamente e lisce internamente per scarichi a gravità**

Fornitura e posa di tubazioni di polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco, corrugata esternamente di colore nero, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotto in conformità al prEN 13476-1 tipo B, certificato dal marchio PIIP/a e alla norma UNI 10968/1 tipo B certificato dal marchio UNI/IIP, rilasciati dall'Istituto Italiano dei Plastici, con classe di rigidità pari a SN8 kN/m<sup>2</sup>, in barre da 6 o 12 metri, complete di sistema di giunzione mediante manicotto in PEAD ad innesto a marchio PIIP/a e guarnizione a labbro in EPDM. La condotta deve essere prodotta in stabilimento certificato ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004.

Si utilizzeranno condotte aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro nominale esterno come da elaborati di progetto;
- classe di rigidezza circonferenziale SN rilevata su campioni di prodotto secondo la norma EN ISO 9969;
- resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma EN 295-3;
- tenuta idraulica del sistema di giunzione certificata a 0.5 bar in pressione e 0.3 bar in depressione per 15 minuti secondo la norma EN1277;
- rigidità circonferenziale con applicazione di carico costante per 24 h determinata in accordo alla norma DIN 16961 - parte 2;
- marcatura secondo la norma di riferimento contenente: identificazione del produttore e/o nome commerciale del prodotto, designazione della materia prima, marchio di conformità IIP-UNI e riferimento normativo, marchio PIIP/a e riferimento normativo, diametro nominale DN/OD, classe di rigidità SN, materiale, tipo di profilo, data e ora di produzione, lotto di produzione.

##### *12.4.1 Giunzioni*

Le giunzioni dei tubi delle condotte a gravità dovranno essere effettuate con manicotto di giunzione con guarnizione elastomerica montata nell'incavo della prima o della seconda corrugazione del tubo.

##### *12.4.2 Documentazione*

L'impresa appaltatrice è tenuta a fornire alla D.L. all'atto del ricevimento in cantiere delle condotte le certificazioni della ditta produttrice che attestino la corrispondenza qualitativa e dimensionale della condotte rispetto alle indicazioni progettuali.

Condotte prive della documentazione e/o della marchiatura attestante qualità e provenienza dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

Eventuali condotte già posate e giuntate che si rivelasero prive delle suddette attestazioni/marchiature dovranno essere rimosse e sostituite con materiale conforme alle specifiche progettuali; tutte le attività connesse con la sostituzione del materiale non conforme sono onere a totale cura dell'Impresa.

## 12.5 **Riferimenti legislativi e normativi sulle tubazioni**

Si riporta in via indicativa (ma non limitativa) un elenco dei principali riferimenti legislativi e normativi, che l'Impresa deve seguire nel corso delle lavorazioni; sarà comunque compito dell'Impresa stessa osservare tutta la normativa vigente al momento dell'appalto (anche se non richiamata esplicitamente nel presente elaborato), prestando la massima attenzione all'uscita di aggiornamenti, integrazioni e abolizione delle leggi promulgate dalle autorità competenti.

### 12.5.1 *Tubi in PEAD*

L'accettazione dei tubi di PEAD a sezione circolare e relativi raccordi ed accessori è subordinata alla rispondenza alle Norme UNI vigenti ed al Marchio I.I.P. che ne garantisce la conformità: il Marchio di conformità I.I.P. è di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI ed è gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con D.P.R. 120/75.

- UNI 7613:1976 + SS UNI E13.08.623.0:1998 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti;
- UNI 7615:1976 Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova;
- UNI 7616:1976 + A90:1979 Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova;
- UNI ISO/TR 7474:1983 Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità. Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.
- UNI 10520:1997 Saldatura di materie plastiche. Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione;
- UNI 10521:1997 Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione;
- UNI 9736:1990 Giunzioni di tubi e raccordi di PE in combinazione fra loro e giunzioni

miste metallo-PE per gasdotti interrati. Tipi, requisiti e prove.

#### 12.5.2 Altre norme

- Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 Norme tecniche relative alle tubazioni, (G.U. n. 61 del 14 marzo 1986);
- Circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- UNI EN ISO 9002:1994 Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella fabbricazione, installazione ed assistenza;
- UNI EN 1610:1999 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura;
- D.Lgs. 258/00 Tutela delle acque dall'inquinamento – Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998 n. 128;
- UNI EN 681:2002-2004 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua;
- DIN 4060 Pipe joint assemblies with elastomeric seals for use in drains and sewers - Requirements and testing;
- ISO 4633:2002 Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines - Specification for materials;
- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole;
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN 1622:1999 Analisi dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN).

## 12.6 **Condotte in polietilene ad alta densità (PEAD) per acquedotti e scarichi in pressione**

### 12.6.1 *Generalità*

La presente specifica definisce le modalità di fornitura posa e collaudo delle tubazioni di polietilene ad alta densità per acquedotti e scarichi in pressione.

Tali tubi devono essere conformi alla norma di riferimento UNI EN 12201:2004, nonché al D.M. n. 174 del 6/4/2004 (sostituisce le prescrizioni della Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/1978 in merito a migrazione globale e specifica) e del D.P.R. 236/88 (determinazione delle soglie di sapore ed odore secondo UNI EN 1622).

L'azienda produttrice delle tubazioni deve essere in possesso delle seguenti certificazioni:

- certificazione di conformità delle tubazioni alla norma UNI EN 12201 rilasciata da un organismo a tal fine accreditato e riconosciuto a livello internazionale (*Istituto Italiano dei Plastici* o altro Istituto);
- certificazione del sistema qualità aziendale in conformità alla norma UNI EN ISO 9001: 2000;
- IIP UNI secondo la norma UNI EN 12201;
- PIIP/a secondo la norma EN 12201.

### 12.6.2 *Caratteristiche della materia prima*

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

Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto ( $2 \div 2.5\%$  in peso).

Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.

Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

Le tubazioni oggetto di questa specifica devono essere realizzate con materie prime che soddisfino le seguenti caratteristiche:

- classificate PE100 secondo la norma ISO/TR 9080 mediante prove effettuate presso laboratori certificati EN 45001 riconosciuti a livello internazionale;
- conformi alla norma UNI 10910-1;
- omologate/certificate in conformità alla norma di riferimento presso organismo di certificazione riconosciuto a livello internazionale;
- addizionate con additivi necessari per la lavorazione e conservazione delle caratteristiche dei prodotti finali, dispersi in maniera uniforme direttamente dal produttore del compound.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.
- non è consentito l'impiego di materiale di recupero, anche se sfridi di lavorazione del medesimo compound.

### 12.6.3 *Requisiti delle tubazioni*

Le tubazioni devono essere prodotte per estrusione con impianti sottoposti a regolare manutenzione e dotati di sistemi di rilevamento e controllo dei parametri di processo.

Il sistema di alimentazione della materia prima deve essere sigillato, dallo stoccaggio all'introduzione nell'estrusore, per preservare la materia prima da eventuali contaminazioni.

Gli impianti di produzione devono essere dotati di dosatori gravimetrici e preferibilmente di sistemi ad ultrasuoni per il controllo dimensionale in continuo.

Le tubazioni devono essere di colore nero, dotate di righe di coestruzione di colore blu realizzate con polimero ottenuto dallo stesso materiale di base utilizzato per le tubazioni. Devono essere dotate di marcatura indelebile ripetuta ad ogni metro e contenente le informazioni di cui al successivo paragrafo dedicato alla marcatura.

Le dimensioni e le caratteristiche fisico-meccaniche delle tubazioni devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 12201.

#### 12.6.4 Controllo qualità

La materia prima utilizzata per la produzione delle tubazioni deve essere fornita corredata di certificato di analisi, quindi sottoposta a prove di accettazione per la verifica dei requisiti specificati nella norma UNI EN 12201.

Per ciascun lotto di materia prima devono essere note le seguenti caratteristiche:

- MFI (m.d.a. UNI EN ISO 1133);
- Densità (m.d.a. ISO 1183);
- OIT (m.d.a. UNI EN 728);
- contenuto di umidità (m.d.a. UNI EN 12118);
- contenuto di carbon black (m.d.a. UNI 9556);
- dispersione e ripartizione del carbon black (m.d.a. ISO 11420);
- test di idoneità al trasporto di acqua potabile (KTW).

In fase di produzione le tubazioni devono essere sottoposte a controlli dimensionali e di verifica dei parametri di processo almeno ogni 8 ore.

Ogni lotto di produzione deve essere sottoposto a prove di controllo qualità che garantiscano la conformità a quanto richiesto dalla norma UNI EN 12201. Le prove minime sono le seguenti:

- dimensioni, aspetto, e marcatura (m.d.a. prEN ISO 3126);
- MFI (m.d.a. UNI EN ISO 1133);
- OIT (m.d.a. UNI EN 728) ;
- allungamento a rottura (m.d.a. ISO 6259);
- resistenza alla compressione interna 80 °C-165 h (m.d.a. UNI EN 921).

Il cliente può assistere alle operazioni di produzione e collaudo chiedendo la comunicazione anticipata della data di produzione e concordando eventuali piani di controllo particolari.

### 12.6.5 Marcatura

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- codice del compound PE utilizzato;
- dimensioni nominali (diametro x spessore);
- serie (SDR e PN);
- riferimento alla norma (UNI EN 12201 o EN 12201);
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;
- marchio di prodotto;
- codice distintivo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione;
- lotto di produzione;
- metratura progressiva.

### 12.6.6 Documentazione

Ogni lotto di produzione deve essere corredato di certificato di produzione emesso secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10204, modello 3.1.B, contenente i dati relativi alle prove di controllo qualità.

L'impresa appaltatrice è tenuta a fornire alla D.L. all'atto del ricevimento in cantiere delle condotte le certificazioni della ditta produttrice che attestino la corrispondenza qualitativa e dimensionale della condotte rispetto alle indicazioni progettuali.

Condotte prive della documentazione e/o della marchiatura attestante qualità e provenienza dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

Eventuali condotte già posate e giuntate che si rivelassero prive delle suddette attestazioni/marchiature dovranno essere rimosse e sostituite con materiale conforme alle specifiche progettuali; tutte le attività connesse con la sostituzione del materiale non conforme sono onere a totale cura dell'Impresa.

### 12.6.7 Imballaggio

Le tubazioni devono essere fornite protette da tappi alle estremità. le tubazioni fornite in fasci vengono disposte su bancali in legno mediante appositi telai, anch'essi in legno, di

numero variabile in funzione delle lunghezze, bloccati con reggia metallica posta sulla superficie esterna del telaio stesso.

I rotoli dovranno avere raggio di curvatura superiori a 18 volte il diametro esterno della tubazione: hanno forme ben definite e vengono fissati mediante reggia di PP in modo tale da conservare le dimensioni in fase di stoccaggio e movimentazione.

#### 12.6.8 Installazione

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguite, come applicabile, in conformità alle seguenti norme/guide:

- UNI ENV 1046 :2003 "Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica – Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati – Raccomandazioni per l'installazione interrata e fuori terra";
- UNI 11149 : 2005 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione".

Il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea delle installazioni interrate dovrà essere sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.

#### 12.6.9 Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche dei tubi: tali raccordi possono essere prodotti per stampaggio o, nel caso non siano reperibili sul mercato, ricavati direttamente da un tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa e con apporto di materiale, ecc.).

Quando necessaria, la termoformatura di raccordi e pezzi speciali in PeAD. deve essere sempre eseguita da personale specializzato e con idonea attrezzatura, comunque mai in cantiere ma presso l'officina del fornitore.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando

almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (\*);
- riferimento alla norma (UNI EN 12201 o EN 12201) (\*);



- dimensioni nominali / serie SDR;
- intervallo SDR di saldabilità (\*);
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- pressione nominale PN (\*);
- data di produzione (data o codice).

(\*): informazione che è possibile riportare anche su di un'etichetta.

## **12.7 Sistemi di giunzione per condotte in polietilene ad alta densità (PEAD) per acquedotti e scarichi in pressione**

### *12.7.1 Generalità*

La giunzione dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni UNI EN vigenti al momento dell'appalto e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura ad elementi termici per contatto: dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (patentino) in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 come applicabile ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565. Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.
- saldatura per elettrofusione mediante raccordi elettrosaldabili: dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (patentino) in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alla norma UNI 10521 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento ed alla pulizia della superficie di fusione del codolo.
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736:1990), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Tutte le operazioni di preparazione delle condotte e di saldatura dovranno essere eseguite solo ed esclusivamente da personale adeguatamente preparato in possesso degli attestati di idoneità acquisiti al termine dei relativi corsi di preparazione.

Le saldature dovranno essere eseguite seguendo le normative sopra citate, nonché eventuali istruzioni integrative fornite dal produttore delle condotte, dei giunti, ovvero delle attrezzature da impiegarsi per le attività di saldatura.

Particolare cura dovrà essere posta al rispetto dei parametri minimi relativi alle condizioni ambientali esterne (temperatura) il cui mancato rispetto possa influenzare negativamente l'esecuzione a regola d'arte delle giunzioni.

L'Impresa resta l'unica responsabile di eventuali difetti relativi alla giunzione delle condotte, nonché di tutte le attività che si dovessero rendere necessarie per il ripristino della piena funzionalità della condotta stessa.

#### *12.7.2 Saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa)*

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza; inoltre, prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

### 12.7.3 Saldatura per elettro fusione (raccordi elettrosaldabili)

Le superfici da collegare con il manicotto elettrosaldabile dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

L'interno del manicotto elettrico va sgrassato con uno straccio di cotone imbevuto con l'apposito detergente (in mancanza con acetone o alcool isopropilico).

A saldatura avvenuta, sarà necessario attendere il raffreddamento naturale del pezzo prima di solleccitarne le giunzioni.

Al fine di garantire un'elevata qualità della saldatura, l'impresa deve assolutamente evitare di fare un secondo ciclo di saldatura con un manicotto elettrico che abbia già lavorato e non sia completamente raffreddato.

Si utilizzeranno solo ed esclusivamente manicotti elettrosaldabili in PE100 conformi alla normativa UNI EN 12201-3, con classe minima di pressione PN 10, prodotto da azienda con certificazione ISO 9001:2000 e ISO 14001, marchiatura IIP, di colore nero.

### 12.7.4 Giunzione mediante innesto rapido

Nei casi in cui non si possa fare una giunzione saldata l'impresa, previo consenso della Direzione Lavori, può eseguire la congiunzione con il manicotto ad innesto: in questo caso, la tenuta è garantita da una guarnizione elastomerica ed il tubo deve essere innestato fino in fondo al manicotto.

L'estremità del tubo da introdurre deve essere smussata con una angolazione di 15° e lubrificata con lubrificante idoneo per le condotte in PEAD.

Qualora si debbano compensare le dilatazioni termiche dei collettori, l'appaltatore è tenuto ad utilizzare appositi manicotti di dilatazione, le cui guarnizioni permettono lo scorrimento del tubo all'interno del manicotto nelle fasi di dilatazione e di contrazione. La profondità di innesto dipende dalle variazioni di temperatura a cui è sottoposto il giunto.

### 12.7.5 Giunzioni flangiate

Per i raccordi con i pezzi speciali in ghisa o in acciaio flangiati si utilizzeranno raccordi in PE100 PN 10 a codolo lungo con cartella di estremità, atto alla giunzione tramite flangia acciaio, di tubazioni in PE con procedimento di saldatura per elettro fusione o testa/testa. Cartella prodotta da azienda con certificazione ISO 9001:2000 e ISO 14001, marchiatura IIP, di colore nero.

E' compresa la fornitura di flangia acciaio PN10 conforme alla norma UNI 6089/67 e s.m.i., con dimensione diametro interno conforme alla norma ISO 9624:1997; DE PE 110 foro interno 128 mm.

E' compresa, inoltre, la guarnizione in materiali polimerici idonei a resistere al contatto con acque reflue.

## 12.8 **Condotte in acciaio per scarichi in pressione**

Tubi di acciaio elettrosaldati longitudinalmente ad induzione ad alta frequenza HFI; dimensioni e pesi secondo le norme EN 10220/03; condizioni tecniche di fornitura in conformità alle norme DIN EN 10224/06; in qualità di acciaio L235; in esecuzione con estremità smussate e predisposte per saldatura di testa, protette da cappucci in plastica; internamente rivestiti con malta cementizia, centrifugata secondo le norme EN 10298/06, idonea anche per acque reflue di provenienza domestica, fatta salva la verifica preliminare delle relative analisi chimico-fisiche; esternamente rivestiti con Polietilene stabilizzato contro gli UV di colore totalmente azzurro, oppure nero, secondo disponibilità, estruso a calza a tre strati in conformità alle norme UNI 9099/89 in classe "R3R", ovvero alle norme ISO 21809-1 (2011) in classe "B2"; in lunghezze di ca. m. 12; sottoposti a prova di pressione idrostatica ed a controlli non distruttivi come da norme citate; con certificato di collaudo tipo 3.1 secondo le norme EN 10204/95.

### 12.8.1 *Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi*

Onde evitare danni alle testate dei tubi od al loro rivestimento, lo scarico ed il maneggio di questi, per diametri superiori al diametro 150 mm, dovranno essere eseguiti con l'impiego di fasce o di briglie atte ad agganciare il tubo alle estremità.

Detti accessori dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori. Non é permesso lo scarico dei tubi facendoli rotolare direttamente dagli autocarri.

In caso di trasferimenti di tubi già accatastati o sfilati, il maneggio degli stessi dovrà essere effettuato con le stesse modalità di cui sopra.

Per l'accatastamento dei tubi fasciati dovranno essere impiegati, sia sul terreno che fra i diversi strati di tubi, listelli di legno di dimensioni e numero sufficienti a garantire l'integrità del rivestimento.

Per diametri uguali o superiori ai 300 mm, le cataste potranno al massimo essere costituite da tre strati.

Il trasporto e lo sfilamento dovranno essere effettuati con mezzi idonei ad evitare danni alle testate, ovalizzazioni o ammaccature al tubo e lesioni al suo rivestimento.

É vietato lo slittamento e il trascinarsi dei tubi. L'appaltatore sarà responsabile dello smistamento dei tubi in relazione al loro diametro, spessore e tipo di rivestimento come precisato dal progetto o dalle particolari disposizioni emanate dalla Direzione Lavori.

Ogni spostamento di tubi risultante dall'inosservanza di quanto sopra sarà a carico dell'appaltatore.

#### 12.8.2 Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione.

La medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello metallico di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro.

Per tubi di diametro superiore al Ø 300 mm tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita e dovrà essere del tipo che esiga una apposita attrezzatura per essere rimossa (es. puntato a saldatura o bloccato a pressione).

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature.

Prima dell'accoppiamento le testate dei tubi dovranno essere, a cura dell'appaltatore, controllate al fine di verificare che le ovalizzazioni siano contenute entro le tolleranze qui riportate:

A giudizio della Direzione Lavori eventuali difetti non contenuti nella tolleranza, potranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore utilizzando martelli od altri utensili di bronzo od ottone.

I difetti che non potranno essere riparati, saranno eliminati tagliando la parte difettosa.

I tubi non corrispondenti alle specifiche norme ed aventi difetti superficiali non riparabili dovranno essere scartati con l'approvazione della Direzione Lavori e formeranno oggetto di segnalazione scritta alla Committente.

Tutti i tagli che dovranno essere effettuati saranno fatti secondo un piano normale all'asse del tubo ed eseguiti esclusivamente con apposita apparecchiatura.

Il bordo del taglio dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'uso di una mola o mediante lima.

### 12.8.3 Curve

La posizione e le caratteristiche geometriche di ogni curva, prefabbricata o non, dovranno essere rispondenti al progetto.

In caso contrario prima del montaggio dovrà essere ottenuta, caso per caso, l'approvazione della Direzione Lavori.

È ammesso il montaggio di curve costruite a freddo con idonea macchina piegatubi e rispondenti alle seguenti specifiche:

- l'ovalizzazione intesa come differenza fra il diametro massimo e minimo, non dovrà essere superiore al 2,50% del diametro nominale;
- l'ovalizzazione potrà essere controllata mediante un calibro costituito da due dischi in lamiera di diametro uguale al 97,5% del diametro interno nominale del tubo accoppiati rigidamente ad una distanza pari ad un diametro;
- il raggio di curvatura non dovrà essere minore di 5 volte il diametro esterno della condotta;
- ogni tubo che presenterà ammaccature, rotture od altri segni evidenti di danni in seguito all'operazione di curvatura, dovrà essere sostituito a cura e spese dell'appaltatore.

### 12.8.4 Saldatura elettrica

Specifiche delle saldature - Le saldature dovranno essere fatte mediante un processo manuale ad arco secondo la regolamentazione stabilita dalle *"Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circolari mediante saldatura dei tubi d'acciaio per condotte d'acqua"*.

Forniture ed attrezzature per le saldature - L'appaltatore sarà tenuto a fornire tutte le attrezzature per la saldatura ivi compresi gli elettrodi conformi alle specifiche. Tutti gli elettrodi impiegati dovranno essere omologati a cura del fabbricante secondo le tabelle UNI 5132, 7243 e 7244.

Nell'esecuzione della saldatura, i valori di tensione e di corrente saranno conformi a quanto raccomandato per ogni tipo di elettrodo impiegato.

Gli elettrodi verranno immagazzinati ed usati in accordo prescrizioni del fabbricante.

Verranno scartati quelli che presentino segni di deterioramento.

Procedimento di saldatura - La procedura di saldatura dovrà essere definita a soddisfazione della Direzione Lavori.

Il numero delle passate richieste dipenderà dallo spessore del tubo e dalla qualifica di procedura e non sarà minore di due; due passate contigue non dovranno essere iniziate

nel medesimo punto.

Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita e raschiata da tutte le incrostazioni onde permettere un eventuale controllo visivo da parte della Direzione Lavori, per l'approvazione del proseguimento dei lavori relativi all'esecuzione delle passate successive.

Tale controllo verrà eseguito in modo da non pregiudicare, nei limiti del possibile, l'andamento dei lavori di montaggio. La prima passata dovrà risultare piena, con una completa penetrazione sui bordi e preferibilmente con una piccola quantità di rinforzo alla base.

Completata la saldatura, questa dovrà essere pulita da tutte le scorie e dal materiale ossidato onde permettere una ispezione visiva.

In nessun caso una saldatura dovrà essere limitata alla prima sola passata.

In caso di cattivo tempo l'esecuzione delle saldature dovrà essere protetta dalla pioggia e dal vento e nessuna saldatura verrà eseguita a tubo umido, a meno che i giunti da saldare non vengano adeguatamente preriscaldati secondo la qualifica di procedura ed il materiale utilizzato, previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Qualora da parte di Enti od Autorità preposte al controllo dei lavori fossero imposte norme più restrittive, l'appaltatore sarà tenuto ad uniformarsi a tali prescrizioni

L'appaltatore, in nessun caso, sarà sollevato dalle responsabilità e dagli oneri derivanti da inosservanza di queste prescrizioni.

Preriscaldamento - L'appaltatore dovrà provvedere al preriscaldamento delle estremità dei tubi e dei raccordi, con le modalità fissate nella procedura per la saldatura di cui al precedente paragrafo, ogni qualvolta questo si renderà necessario per la perfetta esecuzione dei lavori ed in ogni caso quando richiesto dalla Direzione Lavori

In particolare il preriscaldamento é richiesto quando la temperatura ambiente sia inferiore ai 4°C e per l'esecuzione delle saldature relative alla messa in opera delle valvole d'intercettazione e dei pezzi speciali aventi spessori diversi da quelli della tubazione.

Tipi e sezioni degli elettrodi - Tutti gli elettrodi saranno strettamente conformi ai requisiti specificati nelle tabelle UNI 5132, 7243 e 7244.

Il numero di classificazione del metallo di riempimento, la misura degli elettrodi usati per ciascuna passata, il numero e l'intervallo di tempo fra le passate ed il numero dei saldatori operanti simultaneamente sui vari punti, dovranno essere strettamente in accordo con la qualifica di procedura riguardante la saldatura.

Qualifica dei saldatori - Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati con i procedimenti descritti nelle norme UNI 4633 e UNI 6918. La Committente potrà richiedere che la qualifica venga esibita alla presenza di un suo rappresentante. La Direzione Lavori si riserva il diritto di prelevare, a cura e spese dell'appaltatore, una saldatura per ogni saldatore al fine di controllarne la capacità dichiarata dall'appaltatore. L'appaltatore sosterrà tutte le spese dei tagli, delle sostituzioni e dei provini di collaudo connessi con tutte le prove di cui sopra.

Qualora Autorità ed Enti preposti per i controlli e la sicurezza delle saldature richiedessero di effettuare direttamente la qualifica dei saldatori, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi a tali disposizioni, assumendo a suo carico tutti gli oneri relativi. Tale qualifica, a giudizio della Committente, potrà sostituire quella prevista nel presente paragrafo. Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo dei saldatori che verranno impiegati, assumendosi comunque ogni responsabilità riguardo la qualifica degli stessi ai sensi di quanto specificato nel presente paragrafo.

É fatto divieto di far operare in cantiere saldatori senza il preventivo benestare della Direzione Lavori

Le saldature effettuate da saldatori rifiutati dalla D.L. dovranno essere eliminate.

Ispezione e collaudo delle saldature in cantiere - La Committente, direttamente od attraverso la Direzione Lavori, avrà la facoltà di controllare che le saldature siano state eseguite in accordo con le norme esistenti e secondo le istruzioni date.

Controllo distruttivo delle saldature - La Committente o la Direzione Lavori avranno 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.

Controllo non distruttivo delle saldature - Eventuali prove non distruttive, qualora richieste dalla Committente, potranno venire eseguite a cura di Ditte specializzate ed a carico dell'appaltatore, su incarico della Committente o dell'Appaltatore, sia con ultrasuoni che con metodo radiografico o con entrambi a richiesta della Committente, in relazione al tipo di giunto.

Gli esiti del controllo dovranno essere comunicati con tempestività alla Direzione Lavori, onde evitare, nei limiti del possibile, ritardi nell'avanzamento delle operazioni di saldatura.

Tutta la documentazione riguardante i controlli non distruttivi dovrà, in ogni momento, essere a disposizione della Direzione Lavori

Le saldature denunciate difettose al controllo con ultrasuoni dovranno essere sottoposte a controllo radiografico al fine di accertare la natura del difetto.

Il controllo radiografico verrà eseguito mediante raggi X od altro metodo a facoltà della Committente ed applicando i criteri di accettabilità contenuti nelle norme API 1104.

L'eventuale controllo verrà effettuato secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori.

Accettabilità, taglio e riparazioni delle saldature - I criteri di accettabilità saranno, di regola, quelli contenuti nelle norme API 1104.

La Committente si riserva la facoltà di seguire eventuali altri criteri assumendo a proprio carico le relative spese.

Nel taglio delle saldature non accettabili il ricollegamento della colonna sarà fatto inserendo un tronchetto di lunghezza non inferiore a 50 cm o spostando un tronco di colonna saldata fino alla giusta posizione; le saldature ripetute dovranno essere di nuovo radiografate e le spese relative saranno a carico dell'appaltatore.

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 e comunque in accordo con le norme API 1104.

#### 12.8.5 Rivestimento delle tubazioni e dei giunti

Il rivestimento di tratti di condotta eventualmente fornita nuda, potrà essere eseguito sia in cantiere che in linea e le modalità della sua esecuzione dovranno ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

Il rivestimento delle tubazioni nude e dei giunti sarà normalmente così eseguito:

- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicano una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato e 55 parti di toluolo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica, aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento della vernice;
- applicazione di uno strato di bitume fuso; questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm, essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopraddetto; per l'applicazione del bitume specialmente nella parte inferiore del tubo ci si potrà aiutare con pennello a spatola o batuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di ca. 2 ÷ 3 mm di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire;
- applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso; queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare un efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire; l'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti;
- detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore pari a quello applicato sui tubi in fabbrica. Lo spessore complessivo dovrà essere comunque pari a 5 ÷ 6 mm.

Pulizia ed ispezione - Prima dell'applicazione dello strato di bitume fuso la superficie del tubo dovrà essere pulita da qualunque incrostazione, vernice, ecc., e soprattutto dalla ruggine mediante solventi o macchine pulitrici approvate dalla Direzione Lavori e mantenute in buone condizioni di lavoro.

A seconda dei casi potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori anche la pulizia con spazzole a mano; speciale attenzione verrà posta nella pulizia della giunzione longitudinale dei tubi saldati longitudinalmente.

Durante la pulizia verrà eseguita una accurata ispezione della superficie del tubo per accertare eventuali danneggiamenti quali incisioni, ammaccature, ecc.

I danni riscontrati dovranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore.

Applicazione dello strato di bitume fuso - L'applicazione del bitume fuso sarà eseguita immediatamente dopo la pulizia della superficie della tubazione che dovrà risultare perfettamente asciutta.

Successivamente dovranno essere eliminate le sbavature ed il bitume applicato in eccesso. L'appaltatore dovrà inoltre prendere ogni precauzione al fine di evitare che il tubo verniciato venga a contatto col terreno e comunque sporcato da olio, grasso, fango od altro.

Controllo del rivestimento - A cura e spese dell'appaltatore ed alla presenza della Direzione Lavori verranno eseguiti controlli al rivestimento con le modalità appresso indicate.

Sistematicamente ed immediatamente prima della posa verrà effettuato su tutto il rivestimento un controllo mediante un rilevatore a scintilla (detector) munito di spazzola di tipo appropriato ed approvato dalla Direzione Lavori.

La tensione di prova dovrà avere un valore compreso fra 10000-15000 Volts.

La Direzione Lavori avrà inoltre la facoltà di procedere al prelievo di campioni del rivestimento per le necessarie verifiche.

I tasselli, delle dimensioni di cm 10x10 circa, saranno prelevati dopo che il rivestimento avrà raggiunto la temperatura ambientale, mediante una netta incisione perimetrale, in ragione massima di 10 ogni km, ed almeno tre di essi saranno prelevati sulla parte inferiore della condotta.

Qualora vengano riscontrati difetti la Direzione Lavori avrà la facoltà di aumentare il numero dei prelievi a sua discrezione.

L'esame dei campioni dovrà accertare che:

- lo spessore del rivestimento sia compreso entro i limiti precedentemente stabiliti;
- gli strati delle differenti componenti del rivestimento si presentino nella successione e secondo gli spessori prescritti;
- il velo di vetro si trovi completamente immerso nello smalto bituminoso e non sia mai a contatto con la tubazione;
- il tassello prelevato ed i bordi dello stesso non presentino scollature e superfici nette di separazione tra rivestimento e strato di vernice di fondo tra questa e la superficie metallica della tubazione;

- non esistano tracce di depositi carboniosi provocati da surriscaldamento delle miscele bituminose nelle caldaie.

Riparazioni del rivestimento - Quando la natura e l'estensione dei difetti del rivestimento riscontrati durante i controlli siano tali da compromettere, a giudizio della Direzione Lavori, le sue funzioni protettive la tratta di condotta dovrà essere interamente scorticata e ripulita accuratamente prima di procedere al rifacimento stesso; quanto sopra a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni altro caso, i difetti saranno riparati alla presenza della Direzione Lavori e secondo le direttive della stessa, sempre a cura e spese dell'Appaltatore, adottando tutti gli accorgimenti ritenuti necessari per ottenere la sua perfetta efficienza.

L'attività di controllo della Direzione Lavori sarà coordinata con le operazioni dell'Appaltatore in modo da evitare, nei limiti del possibile, che le operazioni di fasciatura e di riparazione o rifacimento del rivestimento subiscano ritardi.

#### 12.8.6 Rivestimento esterno in polietilene delle tubazioni in acciaio

Il rivestimento esterno in polietilene da realizzare mediante processo di estrusione a caldo deve essere del tipo a triplo strato, in conformità alla norma UNI 9099/89.

Esso deve essere composto da:

- a) Strato di fondo - costituito da primer epossidico liquido o in polvere con spessore minimo di 10 micron (0,010 mm).
- b) Strato intermedio - costituito da adesivo polietilenico, spessore 150 - 400 micron.
- c) Strato protettivo - costituito da polietilene a bassa densità additivato con nero fumo (2% - 3%) ed antiossidanti (a completamento dello spessore totale e con funzione di protezione meccanica).

Il processo di applicazione del rivestimento in polietilene in relazione al diametro ed al tipo di tubo in acciaio (senza saldatura, saldato a resistenza, saldato ad arco sommerso ecc.) può avvenire per estrusione circolare su tubo che avanza con moto rettilineo o per estrusione laterale su tubo che avanza con moto a spirale.

Il polietilene utilizzato deve avere le seguenti caratteristiche principali:

Densità (ISO 1183) 0,93-0,94 g/cm<sup>3</sup>

Indice di fluidità (ISO 1133 cond. 4 190/2,16) 0,2-0,5 g/10'

Il rivestimento deve essere applicato su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc....) ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2 secondo norme SIS 05 59 00.

Caratteristiche del rivestimento esterno applicato

- ASPETTO

Il rivestimento ad esame visivo, deve presentarsi uniforme ed omogeneo di colore nero, privo di sacche d'aria e lacerazioni.

- SPESSORE

Lo spessore totale del rivestimento misurato in qualsivoglia punto della superficie deve risultare pari a:

<b>Diametro nominale (mm)</b>	<b>Spessore minimo assoluto (mm)</b>	<b>Spessore minimo medio (mm) *</b>
100	1.6	1.8
150 - 250	1.8	2.0
300 - 450	2.0	2.2
500 - 750	2.2	2.5
800 - 1500	2.7	3.0

\* Valore medio ottenuto mediante tre misure effettuate a circa 120° sulla circonferenza.

Continuità dielettrica

Il rivestimento di ciascun tubo deve essere sottoposto sull'intera superficie al controllo della continuità dielettrica mediante strumento Holiday Detector, tensione impulsiva 25 kV.

Finitura delle estremità

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 100 - 150 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata protezione circa 1 anno).

La parte terminale del rivestimento deve essere smussata con angolo da 15° a 45°. Per i tubi di diametro nominale da 100 a 250 mm l'estremità del rivestimento non deve essere smussata (taglio a 90°).

Prova di aderenza

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. Per effettuare tale operazione, il rivestimento in polietilene viene inciso lungo la circonferenza, formando una striscia larga minimo 20 e max 50 mm. La striscia viene tirata, con dispositivo corredato di dinamometro, a 90° rispetto alla superficie del tubo ad una velocità di 10 mm al minuto. La forza necessaria a tale scopo viene misurata e rappresenta la forza di aderenza del rivestimento applicato sul tubo.

Il valore minimo per l'accettazione del prodotto deve essere di 17,5 kg/50 mm (3,5 N/mm).

#### Resistenza all'urto

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da impiegare è costituita da:

a) una guida tubolare diritta graduata non flessibile, avente una superficie interna liscia e regolare, una lunghezza di almeno 1.50 m ed un diametro interno non superiore a 60 mm.

b) Un dardo da scorrere liberamente dentro l'asta con testa di acciaio, con diametro di 25 mm. Il peso del dardo deve essere regolare e pari a (0.51 t) kg (dove t è lo spessore medio, in millimetri, misurato in precedenza sul rivestimento in esame). A questo peso corrisponde una energia di urto pari a 5 J per ogni millimetro di rivestimento (altezza di caduta 1 m). La determinazione della resistenza all'urto deve essere effettuata con il seguente procedimento:

- disporre il tubo campione in modo stabile e scegliere 20 punti per l'impatto sulla generatrice più alta
- introdurre il dardo nella guida tubolare, con la testa emisferica rivolta verso il basso e tenuta a distanza di 1.00 m dalla superficie del tubo
- effettuato l'impatto, si controlla nell'area di urto la presenza di eventuali discontinuità nel rivestimento mediante holiday detector (25 KV).

Il rivestimento risulta accettabile, come resistenza all'urto, soltanto se in nessuno dei punti di impatto l'apparecchio segnala la presenza di discontinuità.

#### Resistenza alla penetrazione

La prova deve essere eseguita su 3 campioni di rivestimento non deformati a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da utilizzare è costituita essenzialmente da un penetratore del peso di 0.25 kg la cui estremità (che sarà a contatto con la provetta) ha forma cilindrica con diametro di 1.8 mm (sezione di contatto 2.50 mm<sup>2</sup>).

Essa è corredata da un peso addizionale di 2.30 kg da fissare sul penetratore e da un comparatore idoneo a misurare le profondità di penetrazione con la precisione assoluta di  $\pm 0,01$  mm.

La prova si effettua con il seguente procedimento:

- viene applicato sulla provetta l'estremità del penetratore, senza peso addizionale;
- viene rilevato dopo 5 s. il valore zero di riferimento;
- viene applicato il peso addizionale e dopo 24 h viene misurata la profondità di penetrazione (differenza tra valore dopo 24 h - valore dopo 5").

Il valore di penetrazione è la media aritmetica dei valori ottenuti per le tre provette.

Il valore massimo per l'accettazione del prodotto deve essere pari a 0,3 mm.

Resistenza specifica del rivestimento

La prova deve essere eseguita su un campione di tubo rivestito di superficie  $\geq 0,03.m^2$

Il rivestimento deve essere a contatto con una soluzione 0,1 M NaCl. E' anche necessario un controlettrodo con superficie  $\geq 10$  cm<sup>2</sup>, una sorgente di corrente continua, tensione 50 V, un amperometro ed un apparecchio di misura della tensione.

Il campione deve restare nella soluzione 100 gg. e possono essere usate le seguenti procedure:

a) un'estremità del tubo da collaudare viene isolato in modo tale che la superficie di acciaio non venga a contatto con la soluzione. Per la misura della resistenza il campione può essere tirato fuori dalla soluzione e quindi bagnato con una qualunque soluzione elettrolitica.

b) Sulla superficie del tubo viene applicato un recipiente contenente la soluzione.

Prima di iniziare la prova bisogna assicurarsi con strumento holiday detector 25 KV che la superficie di collaudo non presenti discontinuità.

Per effettuare la misura è necessario applicare il polo positivo nella sorgente di C.C. al tubo di acciaio ed il polo negativo al controlettrodo. Il controlettrodo deve essere immerso nella soluzione.

La resistenza specifica del rivestimento RS si ricava quindi da

$$RS = \frac{UA}{I} \quad \text{in } \Omega m^2$$

U Tensione tra controlettrodo e tubo d'acciaio in V

A Superficie di collaudo in m<sup>2</sup>

I Corrente in Ampere

I risultati della misura sono esatti solo se la corrente di dispersione è notevolmente inferiore rispetto a quella che attraversa il rivestimento.

La tensione viene applicata solo durante la misurazione.

La prima misura deve essere eseguita 3 giorni dopo l'inizio della prova.

Successivamente i rilevamenti devono essere eseguiti ad intervalli di 10 gg.

Il valore della resistenza deve essere minimo di  $10^9 \Omega \text{ m}^2$  (100 giorni in soluzione di 0.1 M NaCl).

Se risulta inferiore a  $10^9 \Omega \text{ m}^2$ , ma superiore a  $10^8 \Omega \text{ m}^2$ , il rapporto  $\frac{\text{Ris a } 100 \text{ gg}}{\text{Ris a } 70 \text{ gg}}$

deve essere superiore o uguale a 0.8.

Allungamento a rottura

La determinazione della resistenza a rottura a trazione deve essere eseguita su campioni non deformati. Dal rivestimento dell'estremità di 1 tubo campione predisposto, si ricavano 3 provette secondo ISO R 527 tipo 2, il cui asse longitudinale sia orientato nel senso della circonferenza del tubo.

Nella prova si determina con velocità di trazione di 50 mm/min. l'allungamento a rottura: dei valori ricavati dalle 3 provette si calcola la media aritmetica.

Il rivestimento è accettabile se il valore medio dell'allungamento a rottura rientra nei limiti stabiliti ( $\geq 200\%$ ).

Stabilità ai raggi u.v.

Per la prova vengono ricavate dal rivestimento in polietilene 5 provette ripulite dalle sostanze adesive ed aventi uno spessore massimo di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore).

Esse vengono poi esposte, nell'apposito apparecchio di collaudo (cella d'irradiazione munita di lampada allo xeno) per la durata di 2400 ore (andamento costante senza simulazione di pioggia), con una temperatura di  $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$  ed una umidità relativa compresa tra il 60 e il 70%.

L'indice di fusione viene determinato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16 prima dell'irradiazione e ad intervalli di 400 ore.

L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova, può variare al massimo di  $\pm 35\%$  rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento a raggi U.V.

Stabilità termica



Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di stabilità termica. La prova viene eseguita in forno ad aria ventilata, su 5 provette (ricavate da tubi rivestiti) ripulite delle sostanze adesive ed aventi uno spessore massimo di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore), ad una temperatura di 100° per 100 giorni (2400 ore).

Per la determinazione dell'indice di fusione le parti di prova vengono estratte dal forno ad intervalli di 400 ore e l'indice di fusione è calcolato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16.

L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova può variare al massimo di  $\pm 35\%$  rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento termico.

Prove di collaudo e certificazione

- PROVE SISTEMATICHE

Le prove sistematiche devono essere effettuate su tutti i tubi. Esse sono:

- a) Esame visivo dell'aspetto
- b) Controllo della continuità dielettrica
- c) Controllo della finitura delle estremità.

Nel caso in cui in seguito alle suddette prove risultino dei tubi non conformi, il rivestimento degli stessi deve essere riparato secondo quanto descritto nel seguito.

Nel caso in cui le riparazioni interessino un'area superiore al 10% della superficie, il tubo in oggetto deve essere sottoposto a un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

Prove non sistematiche

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

a) Misura dello spessore

Misura effettuata con spessimetro magnetico, opportunamente tarato errore max  $\pm 10\%$ , in 12 punti simmetricamente distribuiti una prova ogni 200 tubi dell'ordinativo (Almeno una prova per ogni turno di produzione di 8 h).

b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

c) Resistenza all'urto

Prova effettuata su un tubo di inizio produzione dell'ordinativo.

d) Resistenza alla penetrazione

Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

e) Allungamento a rottura

Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

Nel caso in cui i risultati delle prove elencate non fossero conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove (o i tubi dai quali sono prelevati i provini) devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Più precisamente:

- La prova (o le prove) i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).

- Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno del prodotto.

Prove di qualificazione del rivestimento applicato

Le seguenti prove devono essere effettuate sul rivestimento applicato con periodicità max di 3 anni, per la qualificazione del polietilene utilizzato.

a) Resistenza specifica del rivestimento

b) Stabilità ai raggi U.V.

c) Stabilità termica.

Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente.

Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivestitore all'acquirente.

Riparazioni sul rivestimento esterno

Le riparazioni del rivestimento si eseguono in relazione al tipo di difetto secondo le procedure di seguito descritte.

Le riparazioni realizzate mediante applicazione di pezze in polietilene o manicotti termorestringenti possono interessare al massimo il 10% della superficie esterna del tubo.

## a) Riparazioni su piccoli difetti

Sono da considerarsi piccoli difetti:

- discontinuità del rivestimento di superficie max pari a 20 cm<sup>2</sup>.
- graffi, incisioni ed altri difetti causati da movimentazione che comunque non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La riparazione si esegue con riporto di materiale omogeneo per fusione e spatolamento. Per la procedura dettagliata dovrà essere seguita la procedura riportata ai punti che seguono.

## b) Riparazioni su difetti estesi

Sono da considerarsi difetti estesi:

- discontinuità singola del rivestimento di superficie superiore a circa 20 cm<sup>2</sup>.

La riparazione deve essere eseguita secondo le seguenti metodologie:

- applicazione di manicotto termorestringente se la superficie supera circa i 300 cm<sup>2</sup>.
- applicazione di pezze in polietilene se la superficie è inferiore a circa 300 cm<sup>2</sup>.

Nel caso di più difetti di superficie inferiore a 300 cm<sup>2</sup> vicini tra loro è consentita l'applicazione di un manicotto termorestringente. Per la procedura dettagliata circa la riparazione con pezza e per l'applicazione dei manicotti vedere i punti seguenti.

Procedura di applicazione di manicotti termorestringenti sulla zona di giunzione

## a) Preparazione della superficie metallica

- eliminazione di eventuali sostanze inquinanti quali terra, olio, ecc.
- smerigliatura della superficie metallica con smerigliatrice o spazzola abrasiva
- leggera smerigliatura delle zone rivestite in polietilene adiacente interessata all'applicazione del manicotto

## b) Preriscaldamento della superficie metallica

- riscaldamento della superficie metallica fino ad una temperatura di circa 50°C
- la temperatura del rivestimento adiacente dovrà essere di circa 30°C

## c) Posizionamento del manicotto sul tubo

- rimuovere il foglio protettivo del manicotto

- centrare il manicotto ed avvolgerlo al tubo. La sovrapposizione del manicotto sul rivestimento adiacente deve essere minima di 50 mm. La sovrapposizione dei lembi del manicotto deve essere di circa 150 mm.
- d) Posizionamento delle pezze di giunzione
  - centrare la pezza di chiusura sulla zona di sovrapposizione dei due lembi del manicotto
  - pressare la pezza sul manicotto
- e) Riscaldamento della pezza di giunzione
  - riscaldare uniformemente la pezza sino ad osservare un deciso viraggio del suo colore
  - a viraggio avvenuto, premere sulla pezza con guanti o rullo per ottenere una intima fusione tra pezza e manicotto
- f) Riscaldamento del manicotto
  - riscaldamento del manicotto lungo le sezioni circolari (procedendo dalle sezioni centrali verso quelle laterali) avendo cura che il suo restringimento avvenga senza che restino intrappolate sacche d'aria.
- g) Collaudo
  - ispezione visiva per controllare l'assenza di bolle d'aria, di grinze, di sdoppiature, scollamenti dei bordi e della pezza di giunzione
  - verifica della continuità dielettrica mediante holiday detector tarato con una tensione di prova di 25 KV.

Procedura di riparazione - rivestimento esterno in polietilene

- a) Riparazione su piccoli difetti
  - riscaldare in modo graduale la zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento
  - applicare a caldo riscaldando con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando le superfici con spatola riscaldata, fino a riempire la cavità
  - verificare con holiday detector (25 KV) la continuità dielettrica della zona riparata
- b) Riparazione con pezze su difetti estesi
  - ampliare la zona del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare la adesione del rivestimento esistente
  - effettuare sulla superficie da riparare una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita

- riscaldare in modo graduale la superficie da riparare mediante fiamma ed applicare a caldo una o più strisce di polietilene di materiale idoneo (vedi punto a) fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata
- preparare una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati
- applicare la pezza sulla zona da riparare e pressarla fino a ottenere una completa adesione tra la pezza ed il rivestimento (applicare un foglio di alluminio sulla pezza solo nel caso di utilizzo di materiali di riparazione che lo richiedano).
- riscaldare la zona con fiamma in modo da fondere lo strato di adesivo della pezza con la zona sottostante e battere contemporaneamente con tampone o attrezzo adatto (eliminare il foglio di alluminio se utilizzato a raffreddamento avvenuto)
- verificare con holiday detector 25 KV la continuità dielettrica della zona riparata.

#### 12.8.7 Rivestimento interno delle tubazioni in resina epossidica

Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bicomponente, mediante verniciatura, idonei al contatto con acque di fognatura. L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la certificazione prodotta da un laboratorio specializzato che i materiali impiegati sono in conformità alla sopracitata legge.

Il rivestimento deve essere applicato mediante sistema air-less su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc.), ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2.

Caratteristiche del rivestimento interno applicato (in resina epossidica)

##### ASPETTO

Il rivestimento applicato deve presentarsi all'esame visivo come una superficie levigata e speculare, priva di difetti di verniciatura (colature, spirali, gocce, ecc..) di colore uniforme, aspetto omogeneo, e senza alcun difetto di laminazione riguardo alla superficie metallica.

##### SPESSORE

Lo spessore minimo secco del rivestimento deve risultare pari a 250 micron (0,250 mm) e lo spessore massimo può risultare pari a 400 micron (0,400 mm).

##### FINITURA ESTREMITA'

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 20-30 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata minima 1 anno).

## PROVA DI ADERENZA

La prova di aderenza si effettua sui tubi dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento.

Essa consiste nell'incidere mediante una lama di coltello la superficie verniciata, con due incisioni a metallo incrociate, e quindi scalzare il rivestimento nelle zone incise. L'esito della prova è positivo se il rivestimento non viene rimosso sotto forma di grosse scaglie e non presenta stratificazioni.

- prove di collaudo relative al rivestimento interno e certificazione

Tutti i tubi devono essere ispezionati per l'esame visivo dell'aspetto del rivestimento interno.

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 10% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

Prove non sistematiche

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

### a) Misura dello spessore

Misura effettuata ad umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h.

Misura effettuata a secco con spessimetri magnetici (errore max  $\pm 10\%$ ) in un numero significativo di punti, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

### b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

Nel caso in cui i risultati delle prove di cui al punto due I° e II° comma non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione. Inoltre la prova i cui risultati non siano conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove). Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano

positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno dei tubi rivestiti.

#### Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivenditore all'acquirente.

#### Riparazioni sul rivestimento interno

Le riparazioni realizzate possono interessare al massimo il 10% della superficie interna dei tubi. Per le riparazioni deve essere utilizzata la stessa resina epossidica applicata per il rivestimento interno del tubo.

La riparazione si esegue nel seguente modo:

- si effettua sulla zona da riparare una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- si rimuove la polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- si applicano sulla zona interessata a spruzzo o pennello una o più mani di resina epossidica, precedentemente preparata, fino ad ottenere lo spessore secco di 250 micron.

#### Operazioni da effettuare al montaggio della condotta

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi e' necessario procedere al rivestimento della zona di giunzione per realizzare la continuita' del rivestimento.

#### Esecuzione del rivestimento interno sulla zona di saldatura

dopo aver effettuato la saldatura dei tubi e' necessario procedere al rivestimento interno della zona di giunzione per realizzare la continuita' del rivestimento interno.

Questa operazione deve essere realizzata per tubi di diametro superiore o uguale a 400 mm; per tubi di diametro inferiore l'operazione puo' anche non essere effettuata.

L'operazione deve avvenire secondo la procedura di seguito indicata:

- effettuare sulle estremita' non rivestite interne dei tubi (20-30 mm) una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita.
- dopo aver realizzato la saldatura rimuovere ogni residuo dalla zona interna di giunzione mediante energica spazzolatura.
- applicare sulla zona interessata a pennello o spruzzo uno strato di resina epossidica, precedentemente preparata, sino ad ottenere lo spessore secco di circa 250

micron (durante l'operazione avere cura di non danneggiare il rivestimento interno preesistente).

#### 12.8.8 Compensatori

Compensatori angolari cardanici con attacchi a saldare, PN25

Materiali:

Soffietto multiparete	1.4541 (AISI321)
Attacchi a saldare	ASTM A 1060 Gr. B / ASTM A 516 Gr. 60
Articolazioni	ASTM A 516 Gr. 60 / ASTM A 516 Gr. 70
Perni	ASTM A 479 Tp 304

Corsa angolare  $\pm 12^\circ$



## **13. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO**

### **13.1 Pozzetti di ispezione**

#### **13.1.1 Generalità**

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi, in analogia a quanto previsto nelle tabelle della guida applicativa I.C.M.Q. (Istituto Certificazione e Marchio Qualità) 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 nelle vigenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, il carico, lo scarico, la movimentazione, il collegamento delle tubazioni, i controlli idraulici di tenuta senza l'impiego di sigillanti o di stuccature.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del manufatto con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione, rispondente alle norme UNI EN 681:2002-2004, DIN 4060, ISO 4633:2002.

#### **13.1.2 Manufatti prefabbricati**

L'ispezione della condotta in progetto sarà consentita da pozzetti d'accesso prefabbricati in calcestruzzo armato a pianta quadrata con dimensioni interne come da elaborati grafici progettuali e spessore adeguato alle diverse profondità di posa.

Ognuno di essi è costituito dai seguenti elementi:

- elemento di fondo;
- elementi raggiungi quota intermedi;
- soletta di copertura finalizzata a supportare carichi stradali di I categoria;
- torrino di accesso per la messa in quota del passo d'uomo.

Nella fornitura e messa in opera dei pozzetti è compresa la guarnizione in neoprene già assemblata nel pozzetto in stabilimento e la fornitura del chiusino di accesso in ghisa sferoidale classe D400.

Le lavorazioni prevedono anche lo scavo, il calcestruzzo magro di rinfiacco, la zavorra di fissaggio, la foratura della parete per il passaggio delle tubazioni di arrivo e partenza e la successiva sigillatura in gomma, la fornitura e la messa in opera di un chiusino in ghisa sferoidale UNI EN 124  $\Phi$  600 classe D400.

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi; 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, rispondente alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, e EN681.1.

I fori per l'imbocco delle tubazioni verranno realizzati in stabilimento così come l'alloggiamento della relativa guarnizione idonea al tipo di condotta ed al refluo convogliato.

L'elemento di base (a fondo cieco) dovrà essere realizzato in stabilimento; non è ammesso l'utilizzo di elementi di fondo da completare con getti in opera.

I manufatti devono essere corredati delle certificazioni di produzione relativamente alla qualità dei materiali impiegati (calcestruzzo, acciaio d'armatura, guarnizioni, ecc.), nonché alle classi di carico di dimensionamento.

### 13.1.3 Normativa di riferimento

- Legge 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LLPP del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LLPP del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LLPP 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LLPP 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

## 14. CHIUSINI IN GHISA

Fornitura e posa di chiusino in ghisa sferoidale, classe di carrabilità e luce netta di accesso secondo quanto indicato nei disegni di progetto, conforme alla norma UNI EN 124 e s.m.i. ("*Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli*"), costituito da:

- telaio di forma quadrata o rettangolare sia alla base che alla sommità munito di adeguata aletta perimetrale esterna continua sui quattro lati, arrotondato agli angoli, di larghezza non inferiore a 35 mm per ottenere una miglior base di appoggio e consentire un miglior ancoraggio alla fondazione;
- battuta interna sagomata ad U;
- guarnizione in elastomero antirumore ed antibasculamento incassata in apposita gola semicircolare;
- vani cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio dei coperchi in posizione di apertura a 110°;
- sedi per l'alloggiamento dei sistemi di chiusura;
- coperchio di forma rispondente agli elaborati di progetto, munito di rilievi antisdrucchiolo, asole a fondo chiuso idonee per le chiavi di sollevamento, sistema di chiusura realizzato mediante chiavistello rotante bullonato, appendici idonee all'articolazione del coperchio al telaio nei vani cerniera senza impedirne l'estraibilità.

Inoltre tutti i coperchi ed i telai dovranno riportare:

- la sigla EN 124;
- la classe di resistenza;
- il marchio del produttore ed il luogo di fabbricazione in codice;
- il marchio di un ente di certificazione terzo.

Dove indicato negli elaborati di progetto o su richiesta della DL il chiusino dovrà essere fornito a tenuta stagna, con tenuta ermetica garantita fino alla pressione di 1 bar.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, posizionato in quota e perfettamente complanare rispetto al piano stradale; la posa dei chiusini dovrà precedere le attività di ripristino dei manti bituminosi.

L'Impresa dovrà produrre alla Direzione dei lavori i certificati forniti dal produttore attestanti la conformità del materiale posato alle normative vigenti, nonché la rispondenza alla classe di carico prevista in progetto. Eventuali chiusini non conformi alle normative vigenti, anche se già posti in opera, dovranno essere rimossi ed allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

## 15. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

### 15.1 Generalità

Sono incluse in questa categoria quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte delle opere elettromeccaniche o di altri dispositivi forniti compiuti in opera.

Per tutti i lavori od opere in acciaio od altro metallo (compresi piastre e profilati a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE e HE) dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme precedentemente descritte (*"Caratteristiche dei vari materiali – Materiali ferrosi e metalli vari"*).

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate. Per tali opere l'impresa dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungano all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche, senza che l'Impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali, si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina. L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anch'esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa. Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

La seconda categoria comprende le opere di minore importanza e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, parapetti, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli, nonché

spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati, utilizzando utensili e tecnologie compatibili con le caratteristiche dei metalli stessi (compresi gli acciai inossidabili), con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite; saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi. Gli acciai inossidabili dovranno essere saldati utilizzando solo attrezzature idonee al fine di garantire l'inossidabilità dell'elemento ottenuto dall'unione saldata.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma, se in vista, dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, la rincocciatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in acciaio od altro metallo.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti:

- D.M. 09.01.96 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture di cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche;
- D.M. 16.01.96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circ. Min.LL.PP. del 15.10.96 (n. 252 AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche";
- Circ. Min. LL.PP. del 04.07.96 (n. 156AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16.01.96";

- D.M. 04.05.90 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali;
- Circ.LL.PP.-Pres.Cons.Sup.Serv.Tecn.Centr. 25.02.91 (n. 34223) - Legge 02.02.74, n. 64 – Art. 1 D.M. 04.05.90 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;
- C.N.R. 10011/85 - Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita con trattamento anticorrosivo realizzato in officina mediante zincatura a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461, ad eccezione di quella prevista in progetto in acciaio inox.

Lo zinco da usare nei bagni di zincatura avrà qualità compresa tra quelle dello zinco di prima fusione, con purezza non meno dello zinco.

La determinazione del peso del rivestimento sarà effettuata con le modalità riportate dalla UNI EN ISO 1460/97.

Il peso dello strato di zinco per mq di superficie zincata non dovrà essere inferiore a circa 550 g/cm<sup>2</sup>.

Sono vietate in cantiere tutte quelle lavorazioni sulle strutture metalliche pronte per il montaggio che possano arrecare danni ai rivestimenti protettivi eseguiti in stabilimento.

## 15.2 **Materiali**

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm, laminati o scatolati in acciaio inox per piccola carpenteria del tipo adatto per immersione in acqua potabile.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionati dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del progetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

I materiali impiegati dovranno essere conformi alle seguenti normative specifiche:

- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.
- UNI EN 10210-1: Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10210-2: Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
- UNI EN 10219-1: Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN ISO 4063: Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura e codificazione numerica dei processi.
- UNI EN ISO 15614-1: Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.
- UNI EN 1011-1: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco.
- UNI EN 1011-2: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
- UNI EN 1011-3: Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili.
- UNI EN ISO 9692-1: Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.
- UNI 5742 Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi. Determinazione della massa dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo. Metodo della doppia pesata.
- UNI 5743 Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi. Prova di uniformità dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo. Metodo secondo Preece
- UNI EN ISO 4016: Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
- UNI 5592: Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C.
- UNI EN ISO 898-1 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine



- UNI EN 20898-2; Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.
- UNI EN 10083-2: Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
- UNI EN 14399-1: Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 14399-2: Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego
- UNI EN 14399-3:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-4:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-5:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane
- UNI EN 14399-6:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate
- UNI 5715 Piastrine per bulloni ad alta resistenza per carpenteria, per appoggio su ali di travi IPN
- UNI 5716 Piastrine per bulloni ad alta resistenza per carpenteria, per appoggio su ali di profilati UPN

### 15.3 **Unioni saldate**

Le saldature e gli acciai per strutture saldate devono essere conformi alle raccomandazioni contenute nelle UNI 5132. Le saldature devono essere fatte sotto la direzione di tecnici saldatori che abbiano qualifiche appropriate, e che abbiano certificazione di procedura secondo le UNI 4634.

#### 15.3.1 *Procedure di saldatura*

Le procedure di saldatura devono essere conformi alle raccomandazioni delle UNI 5132. Per l'esecuzione dei giunti saldati in opera e/o a piè d'opera, dovrà essere garantito un avvicinamento delle parti all'interno delle tolleranze ammesse per ciascun tipo di saldatura. Dovranno essere quindi previsti i necessari supporti del materiale di apporto in accordo con la preparazione dei lembi.

Si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per un perfetto allineamento delle parti da saldare. In linea di massima le saldature non dovranno essere levigate salvo ove

esplicitamente indicato sui disegni. Le procedure di saldatura e le sequenze di fabbricazione devono essere tali da ridurre al minimo la distorsione.

#### 15.3.2 *Materiali di base d'apporto per saldatura*

Lo stoccaggio il trattamento e l'utilizzo sarà in accordo con quanto previsto dal produttore.

#### 15.3.3 *Saldature provvisorie e connessioni temporanee*

Le saldature provvisorie e quelle relative alle giunzioni temporanee, necessarie per fabbricazione e/o messa in opera, devono essere conformi ai regolamenti citati, e dovranno essere rimosse in modo da non danneggiare le opere permanenti. Il metodo di rimozione deve essere sottoposto all'approvazione della DL.

#### 15.3.4 *Saldature di testa*

Dove possibile, saranno utilizzate piastre di sostegno per assicurare pieno spessore/riempimento della gola alle estremità. Tali piastre dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- Le caratteristiche meccaniche e fisiche per le piastre devono essere identiche a quelle del materiale che deve essere saldato.
- Le piastre devono essere preparate nello stesso modo delle parti da unire.
- Dopo il completamento della saldatura, le piastre devono essere rimosse tramite taglio. Le superfici alle quali erano attaccate devono essere smussate, smerigliate ed ispezionate per verificare l'assenza cricche.

#### 15.3.5 *Saldature di perni o connettori*

Ove previsto, i perni di rotazione o scorrimento dovranno essere installati secondo quanto prescritto dal produttore sia per i materiali, che per le procedure e dispositivi accessori.

#### 15.3.6 *Test di saldatura*

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà condurre una serie di prove di saldatura su perni/connettori per verificare l'adeguatezza del sistema di saldatura e dell'equipaggiamento proposto. Le prove devono essere effettuate utilizzando lo stesso materiale e le procedure previste per i lavori. Nelle prove devono essere testati almeno il dieci per cento dei connettori. Nell'ipotesi di saldatura in sito dei connettori, all'inizio di ciascun turno, devono essere fatte almeno due prove di saldatura per ciascun saldatore.

#### 15.4 Unioni bullonate

Tutti i fori saranno punzonati ed alesati a meno che non sia diversamente concordato con la DL.

A meno che non sia indicato diversamente sui disegni, i fori per bulloni normali devono avere un diametro uguale a quello del bullone, maggiorato di 1,0 mm fino al diametro 20 mm, e di 1,5 mm per diametri maggiori di 20 mm, fatta eccezione per le piastre di fondazione dove una tolleranza leggermente maggiore è accettabile.

Nel caso si verifichi uno spostamento dei fori dal loro allineamento tra due flange, non è consentito allargare i fori stessi o distorcere il metallo per ottenere l'allineamento.

Per bulloni e i fori di ventilazione nelle sezioni cave i fori saranno sigillati per evitare l'ingresso di umidità. Qualora le metodologie da utilizzare non fossero specificate negli elaborati di progetto, esse saranno definite dall'Appaltatore che le illustrerà nella propria dichiarazione di metodo.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni delle UNI EN 14399-3:2005 e UNI EN 14399-4:2005. Bulloni, dadi e rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la UNI 3740.

Per tutti gli assemblaggi con bulloni, il grado di resistenza della combinazione bullone-dado-rondella deve rispettare quanto previsto o raccomandato nei relativi Standard.

L'assemblaggio dei bulloni immediatamente prima l'istallazione, deve essere in condizioni tali che il dado ruoti liberamente sul bullone.

Ciascun unione bullonata deve contenere almeno una rondella posta sotto la parte che è ruotata.

Le rondelle a spessore variabile saranno utilizzate sotto le teste dei bulloni o dadi che poggino su superfici inclinate di 3 o più gradi dal piano ad angolo retto con l'asse del bullone.

I dadi utilizzati in giunzioni soggette a vibrazioni o sollecitazioni inverse saranno opportunamente bloccati. Qualora le metodologie da utilizzare non fossero specificate negli elaborati di progetto, esse saranno definite dall'Appaltatore che le illustrerà nella propria dichiarazione di metodo.

La lunghezza del bullone deve essere tale che sia visibile almeno un filetto sopra al dado dopo il tiraggio, ed almeno un filetto oltre a quello finale sia libero tra il dado e la parte non filettata del bullone.

Le coppie di serraggio saranno conformi alle raccomandazioni contenute nell'Eurocodice 3. Il serraggio non dovrà mai essere spinto oltre il limite nominale per non compromettere la capacità dell'unione. La tolleranza sulle coppie di serraggio è del 10%.

### 15.5 Coperture di botole e pozetti

Le coperture delle camere di flussaggio del sistema di lavaggio della vasca saranno realizzate in lamiera bugnata o striata, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori.

Tutte le coperture dovranno essere munite di certificazione o apposita relazione tecnica di dimensionamento con riferimento ai seguenti carichi, conformi alle classi di carico definite dalla norma UNI 11002, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori:

- Pedonali (classe 1): 630 kg/mq
- Carrabili (classe 2): Kg 1000 su impronta 200x200 mm
- Carrabili (classe 3): Kg 3000 su impronta 400x200 mm
- Carrabili (classe 4): ruote gemellate Kg 9000 su impronta 600x250 mm.

Le lamiere potrà essere opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati opportunamente zancati ai bordi delle aperture.

L'Impresa è pienamente responsabile della stabilità e resistenza sia della struttura portante che delle lamiere, con particolare riferimento al loro collegamento alle strutture portanti.

Le lamiere ed i telai saranno in acciaio UNI EN 10025 protetto mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461, eseguita a pezzo ultimato mediante immersione in bagno di zinco fuso. Le tolleranze costruttive sono vincolate alla classe "v" della direttiva UNI EN 22768-1.

Il progetto prevede una botola ad elementi modulari a copertura di una luce netta di 5.4 m \* 1.8 m, realizzata con 5 elementi modulari in acciaio zincato bugnato ad elementi modulari, classe 2 (rif. UNI EN 11002), con telaio bullonato a travi HEA 100.

### 15.6 Valvole di non ritorno a clapet

Si utilizzeranno valvole di non ritorno a clapet, per fissaggio a parete, destinate ad impedire il rigurgito da valle delle acque.

La valvola di ritegno a clapet antiriflusso avrà inclinazione di 15°, corpo e battente in PEAD, perni e contrappesi in acciaio inox AISI 316, giunti di tenuta tra battente e telaio in EPDM, tasselli per il fissaggio a parete in acciaio inox AISI 316. La luce sarà a sezione CIRCOLARE DN 500 in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza.

Le valvole di ritegno clapet dovranno garantire la tenuta fino ad un carico idraulico max 5 m.

## 16. REGOLATORIAUTOMATICIDI PORTATA

I sfioratori di piena sono dotati di regolatori automatici di portata al fine di ottimizzare l'efficienza della partizione.

Si prevede la messa in opera di dispositivi limitatori realizzati interamente in acciaio inox AISI 304L, dotati di apposito cinematismo articolato governato da un galleggiante in grado di ridurre progressivamente, all'aumentare dei livelli idrici, la luce di efflusso verso la condotta di uscita dal pozzetto

I meccanismi di manovra sono opportunamente tarati in stabilimento al fine di raggiungere l'obiettivo di garantire il non superamento del prefissato valore massimo di portata in uscita in corrispondenza dei massimi valori di tirante idrico, senza penalizzare eccessivamente l'officiosità idraulica della luce di uscita per valori di portata inferiori, cioè riducendo al minimo la probabilità di intasamento.

### 16.1 **Principi e dati tecnici**

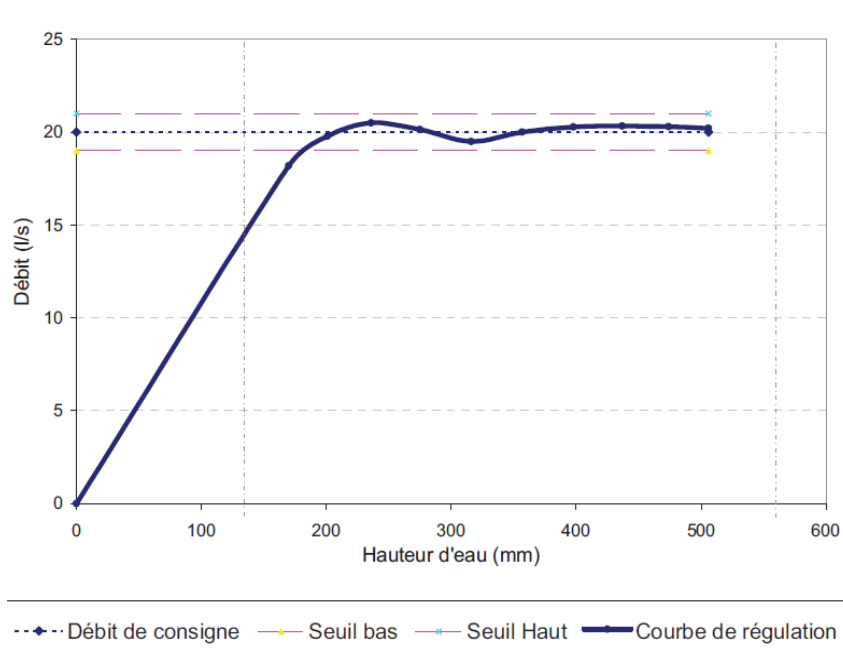
I regolatori di portata sono di tipo meccanico, con parzializzazione della luce di deflusso crescente all'aumentare del battente che si instaura a monte.

La variazione del livello viene rilevata da un galleggiante solidale con una lama incernierata al di sopra della luce di deflusso. L'innalzamento del livello idrico viene seguito dal galleggiante che induce la rotazione della lama la quale, grazie alla particolare sagomatura, porta ad una opportuna riduzione della sezione di deflusso in modo da mantenere costante la portata.

I principi di funzionamento su cui è basato il limitatore sono i seguenti:

- assicurare una restituzione a portata costante con uno scostamento inferiore al 5% quale che sia l'escursione del livello idrico a monte rispetto alla curva teorica di regolazione;
- funzionamento meccanico che basato sul rilevamento dell'altezza d'acqua per mezzo di un braccio con galleggiante che comanda il movimento di un diaframma;
- Diaframma che permette di raggiungere la portata di progetto a partire dalla messa in carico della luce.

Qui di seguito di riporta una curva di funzionamento tipo dell'apparecchiatura, dove si evidenzia il massimo scostamento di  $\pm 5\%$  dalla portata di dimensionamento.



## 16.2 Posa in opera

La posa in opera avverrà su parete in calcestruzzo piana e verticale mediante l'inserimento di tasselli ad espansione. Il misuratore dovrà essere collegato ai tasselli fissati a muro mediante dadi, ponendo particolare cura ad evitare deformazioni della piastra durante il fissaggio.

Dopo il serraggio potrà essere realizzata una sigillatura con malta di cemento.

## **17. ELETTROPOMPE**

### **17.1 Condizioni di funzionamento**

Le elettropompe saranno progettate per servizio continuo a pieno carico.

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.

Quando siano previste due o più pompe in parallelo, le curve caratteristiche dovranno essere perfettamente uguali, salvo diversamente consentito in casi specifici.

La pompa dovrà poter funzionare continuamente nel campo di portata  $30 \div 100$  % di quella di progetto. Potrà essere fatta eccezione a quanto prescritto soltanto per pompe di portata esigua.

Le pompe non dovranno avere alcuna velocità critica nel campo di funzionamento. La velocità critica più vicina deve risultare superiore di almeno il 20 % della velocità massima di funzionamento.

### **17.2 Pressioni e temperatura di progetto**

La pressione di progetto è normalmente basata sulla pressione massima raggiungibile nel funzionamento.

Valvole di sicurezza sono prescritte quando la pressione dell'apparecchiatura può eccedere quella di progetto per causa d'incendio o d'emergenza operativa; in tal caso, la pressione di scatto della valvola corrisponderà alla pressione di progetto.

La pressione di bollo si identifica con la pressione di progetto (per tutti i barilotti, scambiatori, apparecchiature in genere); la pressione di bollo va arrotondata in eccesso allo  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ .

Qualora non fosse previsto il bollo dell'apparecchiatura, la pressione di progetto deve coincidere con quella di disegno meccanico.

Il valore minimo della temperatura di progetto deve essere almeno  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  superiore alla massima temperatura di esercizio prevedibile.

### **17.3 Fusioni**

Le fusioni dei singoli componenti delle pompe dovranno essere prive di fessurazioni, di soffiature, di scorie o di altri difetti. Non saranno accettate riparazioni di fori o di altri difetti delle parti in pressione, eseguiti con tasselli, composti cementati o di altro tipo.



#### 17.4 **Tenute**

Per le pompe sommergibili la tenuta idraulica sull'albero deve essere di tipo meccanico lubrificato da una camera d'olio e non richiedere alcuna lubrificazione di manutenzione.

Gli assi passanti attraverso le tenute a baderna devono essere incamiciati nella zona di attraversamento.

Le tenute meccaniche vanno dimensionate per la massima pressione di aspirazione e per la massima velocità di rotazione prevista in esercizio (velocità di scatto del motore primo). I fori delle flange delle tenute che non sono utilizzati devono essere tappati con tappi di acciaio di qualità adatta a resistere al fluido trattato.

#### 17.5 **Bilanciamento statico e dinamico**

Tutti gli elementi rotanti devono essere separatamente sottoposti al bilanciamento statico.

Tutte le parti rotanti delle pompe centrifughe dovranno essere sottoposte a bilanciamento dinamico, quando le caratteristiche siano le seguenti:

- velocità di rotazione superiore a 1.500 giri/min, per portata nominale superiore a 100 l/s e diametro della girante superiore a 150 mm;
- velocità di rotazione superiore a 1.500 giri/min per pompe a più di due stadi;
- velocità di rotazione superiore a 3.000 giri/min.

#### 17.6 **Lubrificazione**

La lubrificazione dei supporti interni ed il flussaggio delle tenute possono essere eseguiti con il liquido pompato, purché esso non contenga in sospensione solidi abrasivi.

#### 17.7 **Giunti d'accoppiamento**

Tutti i giunti devono essere muniti di coprigiunto di protezione; quando richiesto, tali coprigiunti devono essere in esecuzione antiscintille.

#### 17.8 **Elettropompe sommergibili**

La stazione di sollevamento prevede l'installazione di:

- **3 elettropompe sommergibili per svuotamento serbatoio**, idonee per acque nere di rifiuto e liquami. Il modello sarà costituito da una pompa centrifuga, con girante bipolare aperta tipo "N" adattiva, con dente di guida atto a convogliare il materiale verso la scanalatura presente sul diffusore di aspirazione per una rapida espulsione dei corpi

solidi. La girante è in grado di muoversi assialmente per facilitare il passaggio dei solidi di dimensioni maggiori attraverso la voluta; le caratteristiche di tali elettropompe saranno:

**Prestazioni\*** nel punto di lavoro offerto con girante diametro 255 mm:

- Portata	40.62	l/s
- Prevalenza	7.4	m
- Rendimento idraulico	73.2	%
- Rendimento totale	61.3	%
- Potenza assorbita dalla rete	4.81	kW

\*Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

**Motore elettrico**, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt - 50 Hz 4 poli

- Isolamento/protezione	classe H (+180 °C) IEC 85/IP 68
- Potenza nominale	4.7 kW
- Corrente nominale	9.6 A
- Avviamento	Stella triangolo
- Raffreddamento	mediante liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati	microtermostati incorporati nell'avvolgimento statore

## Materiali

- Fusioni principali	ghisa GG 25 G
- Girante e diffusore	ghisa GG 25 G
- Albero	acciaio inox AISI 431
- Tenuta meccanica interna	Ceramica/carburo tungsteno anticorrosione
- Tenuta meccanica esterno	Carburo tungsteno anticorrosione
- Finitura esterna	vernice epossidica di colore grigio

Ogni elettropompa deve essere fornita completa di un'unità elettronica di rilevazione delle anomalie da montare nel quadro elettrico.

Ogni elettropompa dovrà essere completa di:

- piede di accoppiamento automatico da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN 10 DN 150, completo di tasselli di fissaggio e porta guide;
- catena per il sollevamento in acciaio zincato m 3;
- cavo elettrico sommersibile, lunghezza m 10, di potenza sezione 7G2,5 mm<sup>2</sup> ed ausiliario sezione 2x1,5 mm<sup>2</sup>.

### Quadro elettrico

tipo di custodia casa per esterno IP 55 in vetroresina

Fissaggio	A parete
Avviamento	diretto
Alimentazione	400 V, 50 Hz, trifase

Il quadro elettrico sarà equipaggiato con 4 regolatori di livello a variazione di assetto completi di 13 m di cavo elettrico, aventi le seguenti funzioni: arresto elettropompe, avvio elettropompe a quote prestabilite, allarme massimo livello.

#### 17.8.1 *Apparecchiature di potenza*

Il quadro elettrico ed il quadro di comando conterranno, montati e collegati, i seguenti materiali:

- sezionatore rotativo, completo di manovra blocco porta lucchettabile;
- n. 2 portafusibili tripolari con fusibili a caratteristica ritardata
- contatori tripolari completi di relè termico
- selettore man-O-out (posizione manuale non stabile);
- portalampade con lampade;
- unità di allarme con batteria in tampone 12Vcc completa di avvisatore acustico e avvisatore ottico.
- contatti puliti segnalazione a distanza (marcia/arresto, scatto termico+protezione differenziale, presenza tensione ausiliaria, altissimo livello+remoto locale).
- **2 elettropompe sommergibili per invio rete esistente**, idonee per acque nere di rifiuto e liquami. Il modello sarà costituito da una pompa centrifuga, con girante bipolare aperta tipo "N" adattiva, con dente di guida atto a convogliare il materiale verso la scanalatura presente sul diffusore di aspirazione per una rapida espulsione dei corpi solidi. La girante è in grado di muoversi assialmente per facilitare il passaggio dei solidi di dimensioni maggiori attraverso la voluta; le caratteristiche di tali elettropompe saranno:

**Prestazioni\*** nel punto di lavoro offerto con girante diametro 255 mm:

- Portata	16	l/s
- Prevalenza	3	m
- Rendimento idraulico	53.5	%
- Rendimento totale	41.6	%
- Potenza assorbita dalla rete	1.13	kW

\*Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

**Motore elettrico**, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt - 50 Hz 4 poli

- |  |  |
|--|--|
| - Isolamento/protezione                | classe H (+180 °C) IEC 85/IP 68                          |
| - Potenza nominale                     | 1.3 kW   |
| - Corrente nominale                    | 3.1 A  |
| - Avviamento                           | Diretto  |
| - Raffreddamento                       | mediante liquido circostante                             |
| - Dispositivi di controllo incorporati | microtermostati incorporati nell'avvolgimento<br>statore |

**Materiali**

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| - Fusioni principali       | ghisa GG 25 G                             |
| - Girante e diffusore      | ghisa GG 25 G                             |
| - Albero                   | acciaio inox AISI 431                     |
| - Tenuta meccanica interna | Ceramica/carburo tungsteno anticorrosione |
| - Tenuta meccanica esterno | Carburo tungsteno anticorrosione          |
| - Finitura esterna         | vernice epossidica di colore grigio       |

Ogni elettropompa deve essere fornita completa di un'unità elettronica di rilevazione delle anomalie da montare nel quadro elettrico.

Ogni elettropompa dovrà essere completa di:

- piede di accoppiamento automatico da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN 10 DN 80, completo di tasselli di fissaggio e porta guide;
- catena per il sollevamento in acciaio zincato m 3;
- cavo elettrico sommergibile, lunghezza m 10, di potenza sezione 4G1,5 mm<sup>2</sup> ed ausiliario sezione 2x1,5 mm<sup>2</sup>.

**Quadro elettrico**

- |                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| tipo di custodia | casa per esterno IP 55 in vetroresina |
| Avviamento       | Inverter                              |
| Alimentazione    | 400 V, 50 Hz, trifase + neutro        |

Il quadro elettrico sarà equipaggiato con sensore sommergibile di livello (campo di misura 0-10 metri, completo di 20 metri di cavo, elemento sensibile in AISI 316L, alimentazione 10-30 Vcc, uscita 4-20 mA, corpo in acciaio inox AISI 316, rivestimento in polipropilene, cavo in PUR, grado di protezione IP683) e kit di 3 regolatori di livello a

variazione di assetto completi di 13 m di cavo elettrico per comando di emergenza pompe.

#### 17.8.2 *Apparecchiature di potenza*

Il quadro elettrico ed il quadro di comando conterranno, montati e collegati, i seguenti materiali:

- sezionatore generale di adeguata taratura con dispositivo bloccaporte;
- trasformatore per gli ausiliari completo di protezioni a monte e a valle;
- filtro e scaricatore di sovratensioni per la protezione dei circuiti ausiliari;
- lampada spia protezione presenza tensione ausiliari;
- alimentatore UPS per i circuiti ausiliari;
- fusibili di protezione per alimentazione controllore;
- avviatore inverter, per ciascuna pompa, costituito da: interruttore automatico magnetotermico di protezione, inverter di adeguata taratura completo di pannello operatore, spie di marcia e di disfunzione, selettore test-O-out (posizione manuale non stabile), circuito di protezione pompa, interfaccia con il controllore;
- predisposizione per il collegamento con un sensore di livello analogico;
- sdoppiatori di segnale analogico sulla misura di livello da utilizzare come riferimento per gli inverter;
- circuito elettromeccanico con alternanza predisposto per il collegamento con 3 interruttori di livello a galleggiante per gestione in emergenza.

All'interno di ogni apparecchio dovrà essere presente il manuale di installazione e d'uso, completo di dichiarazione di conformità con riferimento alla matricola dell'apparecchio. La targhetta caratteristica dovrà riportare il marchio CE.

Garanzia di un anno dalla data di primo avviamento (gratuito) da parte del Servizio di Assistenza Tecnica della ditta costruttrice.

#### 17.8.3 *Tipi di servizio*

Tutti i motori devono essere previsti per il tipo di servizio continuo, ossia la macchina deve poter funzionare alla sua potenza nominale per un tempo indefinito.

#### 17.8.4 *Tipo di protezione*

Le macchine installate all'esterno saranno di tipo chiuso a ventilazione naturale o autoventilate, corrispondenti alla sigla dell'International Protection IP 68, o superiore ove

necessario.

#### 17.8.5 *Potenza*

La potenza resa dal motore sarà uguale a quella richiesta dalla macchina operatrice (eventuali ausiliari accoppiati inclusi) alle condizioni di progetto, maggiorate del 15%.

Per i motori elettrici si terrà debitamente conto della declassazione per la temperatura ambiente conformemente alle norme vigenti.

Per i motori accoppiati alle pompe e agli agitatori sommergibili o di tipo monoblocco o dosatrici la potenza sarà quella standard del costruttore.

In ogni caso, la potenza del motore sarà comunque adeguata alle condizioni più gravose di funzionamento.

#### 17.8.6 *Caratteristiche da dichiarare*

All'atto della consegna in cantiere e prima del montaggio, l'Appaltatore è tenuto a dichiarare per iscritto le caratteristiche di seguito specificate, la cui conformità sarà verificata dal Direttore dei Lavori, che autorizzerà il montaggio solo dopo aver confermato tale conformità:

- potenza nominale;
- tensione nominale;
- corrente nominale;
- $\cos \phi$ ;
- assorbimento allo spunto;
- rendimento a pieno carico;
- grado di protezione;
- velocità di rotazione;
- tipo di raffreddamento;
- forma costruttiva;
- materiali;
- diametro, forma e tipo della girante;
- velocità di rotazione della girante; portata;
- spinta di reazione;
- peso.

**17.9 Saracinesca a corpo piatto con foratura PN10**

Per le 3 elettropompe destinate allo svuotamento del serbatoio verranno installate sulla mandata una saracinesca a corpo piatto in ghisa, costituita da corpo valvola, cappello, cuneo e volantino in ghisa, anelli di tenuta del corpo e del cuneo in ottone, albero in acciaio inox, madrevite in bronzo.

**Materiali**

Corpo	Ghisa
cuneo	Ghisa rivestito gomma EPDM
anelli di tenuta del corpo e del cuneo	ottone
albero	acciaio inox
madrevite	bronzo

Pressione max di esercizio: PN 10

DN: 150 mm

Peso: 50.5 kg

Per le 2 elettropompe destinate all'immissione nella rete esistente verranno installate sulla mandata una saracinesca a corpo piatto in ghisa, costituita da corpo valvola, cappello, cuneo e volantino in ghisa, anelli di tenuta del corpo e del cuneo in ottone, albero in acciaio inox, madrevite in bronzo.

**Materiali**

Corpo	Ghisa
cuneo	Ghisa rivestito gomma EPDM
anelli di tenuta del corpo e del cuneo	ottone
albero	acciaio inox
madrevite	bronzo

Pressione max di esercizio: PN 10

DN: 100 mm

Peso: 26.5 kg

**17.10 Valvola di ritegno a palla**

Per le 3 elettropompe destinate allo svuotamento del serbatoio verranno installate sulla mandata una valvola di non ritorno a sfera mobile per installazione sia orizzontale che

verticale, costituita da corpo valvola, in ghisa con rivestimento epossidico, sfera con anima in alluminio e rivestimento in gomma nitrilica.

**Materiali**

- corpo ghisa sferoidale + rivestimento epossidico
- palla anima in alluminio con rivestimento in gomma nitrilica

Pressione max di esercizio: PN 10

DN: 150 mm

Peso: 37.5 kg

Per le 2 elettropompe destinate all'immissione nella rete esistente verranno installate sulla mandata una valvola di non ritorno a sfera mobile per installazione sia orizzontale che verticale, costituita da corpo valvola, in ghisa con rivestimento epossidico, sfera con anima in alluminio e rivestimento in gomma nitrilica.

**Materiali**

- corpo ghisa sferoidale + rivestimento epossidico
- palla anima in alluminio con rivestimento in gomma nitrilica

Pressione max di esercizio: PN 10

DN: 100 mm

Peso: 18 kg



## 18. MISURATORE DI LIVELLO A ULTRASUONI

Il sensore di livello ad ultrasuoni è composto da un trasduttore di misura con campo scala 0-15 m e cono di misura 3° da installare in vasca, completo di 12 m di cavo e da un'unità elettronica di elaborazione del segnale completa di display, alimentazione 230Vca e 24Vcc, uscita 4-20 mA attiva e 2 relè elettromeccanici.

Il sensore verrà installato all'interno della vasca e invierà il segnale di livello al sistema di telecontrollo per la gestione del funzionamento della vasca in base ai livelli: paratoie oleodinamiche, sistema di lavaggio e pompe di svuotamento.

### Caratteristiche del sensore:

Temperatura di funzionamento:	-20°C - 60 °C
Compensazione di Temperatura:	-20°C - +60 °C
Cono Ultrasonico ampiezze:	3°
Protezione:	IP 68 / NEMA 6P

### Caratteristiche del convertitore:

Precisione:	Migliore del $\pm 0,2\%$
Ingresso:	da sensore ad ultrasuoni
Uscita analogica:	4-20 mA attiva, con separazione galvanica
Uscite digitali:	due relè elettromeccanici SPDT (max 50 VDC / 1 A)
Configurazione:	per mezzo di tastiera frontale protetta da apposito coperchio
Visualizzazione:	LCD extra large
Alimentazione:	115/230 VAC 50 / 60 Hz ( $\pm 10\%$ ) e 10-30 VDC
Assorbimento max:	2 Watt
Custodia:	Polycarbonato rinforzato in fibra di vetro
Protezione:	IP 67 – NEMA 4X

## 19. PARATOIE

Nel presente capitolo vengono riportate la descrizione e le modalità di posa in opera delle paratoie piane a strisciamento d'emergenza da installarsi a parete in acciaio inox AISI 304 con flangia d'attacco previste nei due manufatti partitori A1 e B1, rispettivamente a monte dello scolmatore A1 in via I Maggio e all'incrocio di Viale Romagna e Via del Moletto, e nella camera di immissione della condotta B nella vasca di accumulo.

### 19.1 Paratoie

Le opere di intercettazione in progetto sono costituite da n.3 paratoie in acciaio inox AISI 304 con comando oleodinamico a gravità; nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche.

	U.M.	
Q. tà paratoie	n.	1
Lenti	n.	1
Luce netta orizzontale	mm	500
Luce netta verticale	mm	500
Altezza del telaio	mm	1100
Max carico idraulico	m	4.0
Tipo di tenuta	-	Neoprene
Verso di tenuta	-	Su una direzione

#### 19.1.1 Gargami

I gargami saranno costituiti da lamiera presso-piegata completa di profili di contro tenuta, il tutto in acciaio INOX AISI 304, muniti di apposite staffe per il fissaggio negli scassi lasciati nel getto di prima fase.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

#### 19.1.2 Lenti

Saranno utilizzati lenti o diaframmi a forte struttura portante realizzati con lamiera e profili di rinforzo opportunamente dimensionati e calcolati per resistere alla massima spinta di esercizio. Il materiale da utilizzarsi sarà l'acciaio inox AISI 304, sia per il mantello che per

gli irrigidimenti orizzontali e verticali. Il diaframma avrà un peso adeguato in grado di garantire la chiusura sotto flusso senza l'ausilio dell'oleodinamica.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

**Nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.**

#### 19.1.3 *Guarnizioni*

Le guarnizioni saranno in neoprene al 75% antinvecchiamento, durezza 60 Shore, forma a nota musicale, montate su apposite sedi e trattenute da piatti ripartitori avviati alla lente ogni 100mm con bulloneria inox classe A2.

#### 19.1.4 *Cilindro di comando*

Il cilindro di comando centrale a doppio effetto sarà in grado di movimentare la paratoia in qualsiasi condizione di carico idraulico previsto in progetto; il cilindro avrà lo stelo con doppia cromatura incrociata e anello raschiatore in bronzo lato acqua.

#### 19.1.5 *Trasduttore di posizione*

Verrà installato un trasduttore di posizione lineare continuo all'interno del cilindro di comando della paratoia. Ha un segnale in uscita 4/20  $\mu$ A che permetterà di conoscere e gestire di conseguenza la posizione della paratoia.

#### 19.1.6 *Centrale oleodinamica*

La centrale oleodinamica sarà composta da:

- Cassone serbatoio olio in lamiera di acciaio elettrosaldato con spessore minimo di 4 mm;
- N.1 Elettropompa ad ingranaggi con asse verticale, in grado di garantire la continuità di funzionamento in tutte le condizioni di esercizio;
- Filtro di caricamento e rabbocco olio;
- Targhette indelebili per l'identificazione di tutti i componenti in conformità alla numerazione dello schema oleodinamico;
- Attacchi "minimes" per la misurazione della pressione di mandata pompe;
- Avviamento della pompa in by-pass tramite elettrovalvole
- Termometro olio;
- N.2 attacchi con relative valvole a sfera e tappi per filtraggio esterno centralina;

- Accumulatore d'azoto di adeguata dimensione
- Valvola di sicurezza sulla mandata;
- Valvole di non ritorno
- Valvola di svuotamento
- Olio di primo riempimento
- Scaldiglia termostata
- Valvole a sfera di intercettazione
- Pannello idraulico di comando con elettrodistributori di apertura e chiusura alimentati a 24V;
- Pompa manuale di emergenza posta sul serbatoio da azionare in caso di mancanza di tutti i sistemi di alimentazione-potenza
- Olio di primo riempimento del tipo biodegradabile;
- Tubazioni oleodinamiche in treccia con raccordi terminali in acciaio inox per una distanza di circa 15/20 mt max.

## 19.2 **Trasporto e montaggio**

Durante il carico, il trasporto e lo scarico a piè d' opera dei componenti assemblati o no della fornitura, dovrà essere portata la massima cura per evitare che le membrane vengano deformate e sovraccaricate.

Le parti costituenti le strutture delle singole paratoie potranno essere, a richiesta della D.L., precedute prima della spedizione da un montaggio preventivo in officina con la massima estensione possibile e prima delle operazioni di trattamento superficiale.

Le parti a contatto con funi ed altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette mediante elementi di legno o idonei materiali plastici.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione di progetto.

La posizione esatta delle membrane sarà controllata ripetutamente in corso di montaggio e la stabilità delle strutture sarà assicurata durante tutte le operazioni di maneggio ed erezione.

La scelta della procedura di montaggio sarà oggetto d' accurata analisi da parte del fornitore. Per la posa in opera delle carpenterie che andranno inghisate nella fase di primo getto, provvederà l'impresa esecutrice delle opere civili sotto il controllo e la piena responsabilità della ditta costruttrice delle carpenterie.

L'impresa dovrà evitare, mediante gli opportuni accorgimenti da attuare in fase di armo, getto, disarmo, che il posizionamento delle strutture (guide e gargamature) che sono state posate subiscano spostamenti o deformazioni.

L'impresa si adopererà, inoltre, che nella fase di secondo getto le strutture in carpenteria non subiscano spostamenti delle sedi impostate.

Non sono ammessi in alcun modo spostamenti o deformazioni di alcun genere delle gargamature, tenendo conto che tali spostamenti possono risultare non compatibili con la piena funzionalità delle paratoie. Se necessario, le gargamature deformate o spostate (anche se già inghisate dal getto di seconda fase) dovranno essere rimosse e trasportate a discarica a cura e spesa dell'Impresa Appaltatrice che dovrà pure fornire le nuove gargamature necessarie.

### 19.3 **Collaudo**

#### 19.3.1 *Collaudo idraulico*

A montaggio ultimato si procederà ad un collaudo idraulico di tenuta delle paratoie e ad un collaudo statico delle stesse al fine di verificare quanto segue:

- deformazione elastica delle paratoie sotto il carico idrostatico di progetto. La deformazione verrà confrontata con quella teorica prevista sotto il carico suddetto. La deformazione non dovrà essere superiore del 10% della teorica prevista;
- controllo delle tenute delle guarnizioni di fondo, laterali e superiore. Le perdite ammesse non dovranno superare in linea di massima i 10 l/sec. complessivi.

#### 19.3.2 *Collaudo meccanico*

A carico idraulico equilibrato, le paratoie saranno sottoposte a manovre di sollevamento e abbassamento per l'intera corsa. Saranno controllati in questa fase:

- tempi di salita e discesa;
- assorbimento di corrente da parte degli attuatori e confronto con gli assorbimenti di tabella e di quelli teorici;
- deformazioni della traversa di sostegno della paratoia;
- taratura delle apparecchiature elettriche (relè termici) e di eventuale coppia di chiusura e apertura dell'attuatore.

Si riterrà positivo il collaudo se in seguito a cinque manovre consecutive non si evidenzieranno inconvenienti di sorta.

#### 19.4 **Prescrizioni finali**

Per la costruzione verranno utilizzate maestranze qualificate e le saldature dovranno essere eseguite secondo le vigenti norme e da saldatori patentati, il tutto utilizzando mezzi idonei a garantire un prodotto finale rispondente al criterio della regola dell'arte. Tutto il materiale usato per la costruzione si intende certificato secondo le vigenti normative. L'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla D.L. ed al Committente, prima della posa in opera, le necessarie certificazioni atte ad attestare la qualità dei materiali impiegati, nonché i cicli di lavorazione impiegati. Ogni elemento già posto in opera che risultasse difforme qualitativamente o dimensionalmente dagli elaborati progettuali dovrà essere rimosso e smaltito a cura e spese dell'Impresa che dovrà anche farsi carico delle necessarie sostituzioni.

## 20. SISTEMA DI LAVAGGIO

### 20.1 Generalità

Il sistema di lavaggio a depressione deve consentire una pulizia sistematica del fondo della vasca di accumulo in c.a. successivamente allo svuotamento dopo eventi meteorici che ne hanno causato il riempimento.

L'impianto accumula un volume d'acqua e lo rilascia violentemente creando un'onda che riporta in sospensione i sedimenti e li trascina in una zona di raccolta nella parte terminale del manufatto da cui vengono allontanati a smaltimento. Il sistema utilizza la stessa acqua presente nella vasca.

### 20.2 Dati e caratteristiche del sistema

Nome	Sistema di lavaggio per bacino di laminazione
Numero di piste	2
Numero di piste lavate contemporaneamente	1
Lunghezza unitaria	60m
Pendenza	1%
Altezza accumulo flussaggio	2.5m
Volume specifico di flussaggio	4.20mc/m
Volume totale camera	14 mc/lavaggio
Volume minimo raccolta acqua di flussaggio	16 mc/lavaggio

### 20.3 Sistema depressione

Il sistema di lavaggio a depressione comprende:

- N.1 pompa per vuoto a palette rotative avente le seguenti caratteristiche:
  - Portata nominale: 40 mc/h
  - Vuoto massimo: 0.5 mbar ass.
  - Alimentazione: 400 V 3-ph 50 Hz
  - Potenza 1.1 kW
  - Velocità di rotazione: 1450 g/l'
  - Rumorosità a 1m: 68 +/- 2dB(A)
  - Peso: 40 kg
  - Carico olio: 1.0l

- Accessori: filtro in linea montato in aspirazione completo di cartuccia inox, valvola di non ritorno in aspirazione, valvola zavorratrice, piedini antivibranti, valvola a sfera di esclusione aspirazione;
- Motore: 4 poli, 1.1kW – V230/400 – Hz 50
- Verniciatura RAL 7021
- Direttive di costruzione:                   macchina 2006/42/EC  
  Bassa tensione 2006/95/EC  
  Compatibilità elettromagnetica 2004/108/EC

- N.1 collettore in acciaio inox
- N.2 valvole esclusione doppio effetto ¾"
- N.2 tubazioni in PVC armato ¾"

#### 20.4 **Sistema compressione**

Il sistema di lavaggio a compressione comprende:

- N.1 compressore a pistoncini con serbatoio:
  - Volume serbatoio: 200 l
  - Alimentazione: 400 V 3-ph 50Hz
  - Potenza: 2.2 kW
  - Pressione massima: 10 bar
  - Portata aspirata: 340 l/min
  - Peso: 140 kg
- N.1 essiccatore a ciclo frigorifero
  - Dew point in pressione: +3°C
  - Alimentazione: 200V monofase
  - Potenza: 0.13 kW
  - Portata massima: 400l/min
- N.1 filtro regolatore manuale
- N.2 manometri
- N.2 Valvole a sezionamento
- N.4 Valvole pilota
- N.2 Serbatoi 5 lt
- N.2 Valvole di non ritorno
- N.2 set tubazioni PVC
- N.1 skid di supporto della componentistica



## 20.5 **Sistema flussaggio in campo**

Il sistema di flussaggio in campo è costituito da:

- N.2 gruppi di testa diam.600 completi di giunto speciale in acciaio inox a tenuta per vuoto assoluto per lo smontaggio rapido per accesso alla camera di flussaggio, alloggiamento valvola di flussaggio, completo di presa di aspirazione e passaggio a tenuta per interruttore di livello a galleggiante lavaggio;
- Telai di inghisaggio;
- N.2 valvole di flussaggio premontata su piastra
  - Diametro: DN300
  - Corpo ed organi di chiusura: ghisa
  - Tenute: ABR
  - Azionamento pneumatico a doppio effetto
  - Tempo di manovra < 2 sec
- Accessori:
  - Sistemi di fissaggio
  - Gabbia di sicurezza
  - Certificazione: 3.1 e test report

## 20.6 **Sistema di controllo**

Il sistema di controllo deve prevedere:

- N.1 quadro elettrico di controllo e comando del sistema di flussaggio; il quadro elettrico è realizzato per interagire con il quadro generale di controllo e comando in modo da effettuare la corretta sequenza di funzionamento dell'insieme:
  - Cassetta in PRFV
  - Doppia portella
  - Grado di protezione IP 54
- N.2 interruttori di livello a galleggiante
- N.1 sistemi di cavi di collegamento tra quadro elettrico e:
  - Compressore
  - Pompa per vuoto
  - Elettrovalvole
  - Interruttori di livello a galleggiante

## **21. IMPIANTI ELETTRICI**

### **21.1 Generalità**

La normativa di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici in oggetto e per la loro successiva realizzazione è quella in vigore alla data di redazione del progetto, con particolare riferimento a:

- norme CEI 64-8, *“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in c.a. e a 1.500V in c.c.”*;
- D.M. n. 37, gennaio 2008, *“Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”*;
- D.Lgs. n. 81, aprile 2008, *“Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*.

### **21.2 Tipologia impiantistica e materiali**

Le marche degli interruttori e dei cavi dovranno essere di primaria casa costruttrice, con caratteristiche tecniche uguali a quelle riportate sui relativi schemi. Tutti i materiali e i componenti utilizzati dovranno essere realizzati secondo le vigenti norme CEI.

Eventuali cavi relativi a impianti ausiliari dovranno essere alloggiati in apposite condutture, distinte da quelle utilizzate per i circuiti di energia.

I quadri generali, costruiti in resina, con portello cieco ad apertura mediante chiave e grado di protezione minimo IP55 (IP68 per i quadri in campo), saranno posti a pavimento, su basamenti predisposti, e saranno equipaggiati con interruttori magnetotermici e differenziali di caratteristiche adeguate a garantire la protezione delle linee in partenza.

### **21.3 Alimentazioni esterne**

#### **21.3.1 Avvanquadri**

In prossimità dei quadri di consegna energia (all'interno dello stesso armadio e/o in un secondo armadio affiancato), si provvederà a realizzare degli avvanquadri in tutti i casi in cui la lunghezza della linea di collegamento tra fornitura ENEL e quadro elettrico generale risulti superiore a tre metri.

Gli avvanquadri conterranno i dispositivi di protezione magnetotermica e differenziale della linea principale fino al relativo quadro elettrico generale.

### 21.3.2 Distribuzione esterna (realizzazione degli scavi, rinterrì, cavidotti, ecc.)

Il tracciato della condotta dagli avanguardri ai quadri generali deve essere il più breve possibile e rettilineo.

Ove richiesto, si deve seguire il percorso della strada pubblica; vanno osservate, agli effetti delle distanze dal filo dei fabbricati, le prescrizioni comunali e/o degli altri Enti interessati ed occorre tenere conto di eventuali prescrizioni connesse all'attuazione dei piani regolatori dei centri urbani.

In corrispondenza di alberi, la distanza minima del tracciato deve essere compatibile con lo sviluppo radicale e, comunque, in mancanza di particolari prescrizioni, non inferiore a 1,5 m.

La distanza minima dal filo delle costruzioni è di 0,5 m.

La distanza da eventuali cordoli del marciapiede deve essere tale da non comprometterne la stabilità.

Il rinterrò, cioè il riempimento dello scavo dopo la posa in opera delle tubazioni, deve essere effettuato, al fine di evitare poi possibili cedimenti e salvo diverse indicazioni della D.LL., in più strati successivi dello spessore massimo di 30 cm con materiale proveniente dallo scavo o con materiale di riporto.

Direttamente a contatto con la tubazione verrà posto uno strato di conglomerato cementizio.

L'Appaltatore deve rispondere, nei riguardi del Comune e/o degli altri Enti interessati, degli eventuali cedimenti che si dovessero verificare nel tempo a causa del cedimento del fondo.

Per l'impianto di alimentazione elettrica, saranno utilizzati pozzetti prefabbricati in cemento vibrato, con fondo perdente e chiusino di copertura in calcestruzzo armato del tipo asportabile e a tenuta se ubicati su marciapiede, di tipo carrabile in ghisa se ubicati nella sede stradale.

Le dimensioni dei pozzetti devono essere tali da permettere l'inserimento dei conduttori rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso dalla normativa e/o dalle case costruttrici.

Le tubazioni interrate saranno poste in opera negli scavi predisposti su fondo resistente, non accidentato e sul quale verrà realizzato un letto di sabbia e ghiaietto di opportuno spessore.

Le tubazioni saranno, in genere, di tipo isolante serie pesante rispondenti alla norma CEI 23-46, poste ad una profondità minima di almeno 0,5 m e dotate di una protezione meccanica supplementare così come prescritto dall'art. 2.3.11 della norma CEI 11-17.

Tutte le tubazioni saranno posate con andamento regolare; è fatto obbligo all'Appaltatore di assicurarsi che, ad eccezione dei punti obbligati, non risultino contropendenze dei tubi che possano provocare eventuali accumuli di acqua.

In tutte le tubazioni sarà prevista l'introduzione di filo di ferro in acciaio zincato per la tesa successiva dei cavi elettrici.

Nell'incrocio con una tubazione metallica interrata, la distanza del cavo di energia non deve essere inferiore a 0,5 m, in accordo all'art. 4.3.01 della norma CEI 11-17.

La disciplina degli incroci e dei parallelismi dipende in particolare dalla classificazione delle eventuali condotte del gas, che a sua volta è in relazione con la pressione massima di esercizio.

### 21.3.3 Quadri generali B.T.

Dai quadri di consegna (o dagli avanquadri, se del caso) partiranno i cavi uni/multipolari che si collegheranno a monte dell'interruttore generale dei rispettivi quadri generali B.T.

I cavi saranno del tipo indicato negli elaborati progettuali, non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi, a norma CEI 20-22II, 20-35 e 20-37I.

I quadri generali B.T. avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di isolamento: 440V
- tensione di esercizio: 400 V
- frequenza: 50 Hz
- sistema di distribuzione: TT
- tensione di prova 1": 2500 V
- corrente simmetrica di c.c.:  $\geq 10$  kA
- temperatura media ambiente: 30°C
- grado di protezione: IP55 (IP68 in campo aperto)
- tensione ausiliaria: 230 V ca
- costruzione: secondo CEI 17-13/1

I quadri elettrici, costruiti in resina, con portello cieco ad apertura mediante chiave, saranno posti a pavimento, su basamenti predisposti, e saranno equipaggiati con interruttori magnetotermici e differenziali di caratteristiche adeguate a garantire la protezione delle linee in partenza.

Gli interruttori di protezione delle linee in partenza saranno di tipo modulare o scatolato magnetotermici differenziali (secondo gli schemi elettrici di progetto).

Il cablaggio dei circuiti di potenza sarà realizzato in bandella flessibile stagnata ricoperta di guaina non propagante l'incendio; quello dei circuiti ausiliari sarà eseguito con

conduttori flessibili in rame isolato in PVC, con grado di isolamento 3, antifiama, tipo N07V-K, posati entro canaline autoestinguenti. I circuiti ausiliari saranno separati dai circuiti di potenza.

Le eventuali parti metalliche accessibili saranno collegate a terra, su una barra in rame collegata a sua volta all'impianto disperdente.

I quadri saranno realizzati come da schemi allegati al progetto e saranno dotati, sul pannello frontale, di targhette indicatrici di ogni utenza.

In ciascun quadro generale, è prevista un'apposita linea per l'alimentazione del sistema di telecontrollo (quest'ultimo escluso dal progetto), che, collegato ai quadri di controllo e comando delle diverse apparecchiature (i quali dovranno essere opportunamente predisposti allo scopo, il tutto a carico dell'impresa e senza che ciò possa costituire motivo per avanzare pretese di ulteriori compensi), ne consentirà la gestione da remoto.

Una copia dello schema as built, racchiusa in custodia di plastica trasparente, dovrà essere sistemata all'interno di ogni quadro entro apposita tasca trasparente.

Dovrà essere rilasciata dal costruttore la dichiarazione di conformità del quadro elettrico, nella quale viene attestata la rispondenza ad apparecchiature di serie soggette a prove di tipo AS oppure non di serie soggette a prove di tipo ANS.

## 21.4 **Prescrizioni di sicurezza**

### 21.4.1 *Protezione contro i contatti diretti*

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento delle parti attive o mediante involucri o barriere (CEI 64-8 art. 4.12).

La protezione mediante isolamento sarà utilizzata solo sui componenti costruiti in fabbrica (tipicamente i cavi, che saranno rispondenti alle relative norme).

### 21.4.2 *Protezione contro i contatti indiretti*

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione a mezzo di interruttori automatici differenziali, in maniera tale che sia comunque soddisfatta la relazione  $R_a \cdot I_{\Delta n} \leq 50$ , come imposto dalla norma CEI 64-8 art. 413.1.4.2.

Essendo l'impianto un sistema TT, tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo saranno collegate allo stesso impianto di terra (CEI 64-8 art. 413.1.3).

Saranno realizzati collegamenti equipotenziali delle tubazioni metalliche con cavo tipo N07VK giallo/verde di sezione minima pari a  $6 \text{ mm}^2$ .

### 21.4.3 Protezione contro le sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti sarà realizzata mediante interruttori automatici e fusibili. I dispositivi di protezione saranno coordinati con i conduttori (vedi schema allegato), in modo che siano soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (\text{CEI 64-8 art. 433.2})$$

Il numero di conduttori posti entro la stesso tubo dovrà essere tale da non comportare un declassamento del cavo superiore al 30%.

Il diametro dei tubi protettivi dovrà essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del fascio di cavi in essi contenuti.

### 21.4.4 Protezione contro i corto circuiti

La protezione contro i corto circuiti è assicurata dagli stessi dispositivi utilizzati per la protezione contro i sovraccarichi. Tali apparecchi dovranno avere un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel loro punto di installazione (CEI 64-8 art. 435.1).

### 21.4.5 Sezionamento

Le linee elettriche saranno sezionabili mediante gli interruttori di protezione posti sui quadri elettrici. I circuiti saranno chiaramente identificabili.

## 21.5 Impianti di terra

Gli impianti di terra dovranno essere unici e saranno realizzati, nel rispetto delle norme CEI 64-8, mediante infissione nel terreno di dispersori in acciaio zincato di lunghezza pari a 2 m, che, mediante collegamento con corda in rame nuda di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>, faranno capo ai collettori principali di terra, a cui saranno connessi i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Saranno eseguiti collegamenti equipotenziali delle masse estranee e, se in metallo, delle tubazioni acqua entranti nell'impianto.

Per i conduttori di protezione si utilizzeranno cavi in rame con le sezioni previste nella tabella 54F della norma CEI 64-8 art. 543.1.2, di seguito riportata, o superiori.

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm <sup>2</sup> )	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE S (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16

---

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm <sup>2</sup> )	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE S (mm <sup>2</sup> )
S > 35	Sp = 25

## 22. PALANCOLE METALLICHE

### 22.1 Definizione

Le palancole Larssen sono eseguite a contorno e a difesa degli scavi per fondazione e a completa tenuta d'acqua; avranno caratteristiche: peso, lunghezza e profilo secondo quanto previsto in Progetto e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla spinta delle terre, non lascino filtrare acqua dalle pareti.

### 22.2 Normative di riferimento

- Norma EN 996:1995 piling equipment- safety requirements
- Norma EN 12063: "Esecuzione di lavori geotecnica speciali – Palancole" (2002)
- Norma EN 10219-1,1997 "Cold Formed structural welded hollow sections of non-alloy and fine grain steels- part1 –technical delivery requirements"
- Norma EN 10219-2,1997 "Cold Formed structural welded hollow sections of non-alloy and fine grain steels- part2 –tolerances,dimensions and sectional properties"
- Norma UNI EN 10248-1,1997 : "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- Norma UNI EN 10248-2,1997: "Palancole laminate a caldo di acciai non legati – tolleranze dimensionali e di forma"
- Norma UNI EN 10249-1 : "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – Condizioni tecniche di fornitura"
- Norma UNI EN 10249-2: "Palancole profilate a freddo di acciai non legati – tolleranze dimensionali e di forma"
- Norma EN 288-2:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures specification for arc welding"
- Norma EN 288-3:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures test for arc welding of steel"
- Norma EN 288-3:1997: "Specification and approval of welding procedure for metallic material – Part ,welding procedures test for arc welding of steel"
- Norma EN 29692:1994: "Metal-arc welding with covered electrode, gas shielded metal arc welding and gas welding-joint preparation steel (ISO 9692:1992)



### 22.3 **Soggezioni geotecniche e geoidrologiche ed ambientali generali**

L'installazione di palancole presuppone da parte dell'Appaltatore la conoscenza, oltre che delle prescrizioni di Progetto circa le caratteristiche degli elementi, anche delle informazioni inerenti il terreno da attraversare.

In particolare l'Appaltatore dovrà valutare con attenzione i seguenti particolari aspetti:

- presenza di strati di materiale duro o roccia, di massi rocciosi, che possono causa di difficoltà di attraversamento e richiedono l'uso di utensili speciali,
- chimica dei materiali da attraversare e dell'acqua di falda, con presenza di componenti che possono avere effetti negativi sui materiali utilizzati.

Dove sono previste condizioni di stretta interferenza con strutture confinanti alla zona di costruzione, si presuppone da parte dell'Appaltatore la conoscenza dello stato in essere. In particolare, esiste l'obbligo per l'Appaltatore di verifica e collaborazione nella realizzazione di tutte le opere di presidio dei terreni interrati dando luogo alla preparazione dei piani di lavoro tali da garantire la corretta esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza, al fine di evitare possibili inconvenienti a cose o persone.

I sottoservizi, sottostrutture tubazioni e cavi elettrici, eventualmente presenti nel volume di terreno interessato dagli scavi, dovranno essere preventivamente individuati e deviati in modo da evitare che risultino danneggiati, o provochino danni, a seguito delle lavorazioni.

Per gli aspetti e le problematiche esecutive relative a temi ambientali, quali presenza d'inquinanti nel terreno, si rimanda integralmente a quanto prescritto dalla Normativa Nazionale e Regionale vigente e alle prescrizioni degli Enti preposti alla tutela ambientale.

Inoltre durante le lavorazioni dovrà essere posta attenzione a:

- lavorazioni in adiacenza a strade aperte al traffico o edifici abitati che dovranno essere eseguite con tutte le segnalazioni e le precauzioni idonee ad evitare danni a persone o cose;
- lavorazioni in adiacenza di linee ferroviarie;
- lavorazioni in adiacenza a linee elettriche aeree in esercizio, che dovranno svolgersi nel rispetto delle distanze prescritte;
- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione delle palancole (norme UNI9614 e ISO 2631);
- danni che l'installazione delle palancole può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione (norme UNI9916 e ISO4866).

Durante l'infissione delle palancole, la Direzione Lavori potrà richiedere misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione delle palancole infisse non danneggi le proprietà vicine.

Qualora nel corso delle misure vibrazionali fossero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare. È altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione delle palancole.

#### **22.4 Prove tecnologiche preliminari**

Qualora sia prevista l'installazione di palancole in prossimità di strutture sensibili, prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva e nella stessa sequenza esecutiva prevista, dovrà essere messa a punto dall'Appaltatore mediante la messa in opera di un adeguato numero di elementi non inferiore al 2% del numero totale previsto.

Le prove dovranno essere eseguite alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi.

Durante tali prove dovranno essere previste misure vibrazionali sulle strutture interessate.

Ciò premesso le prove tecnologiche saranno totalmente a carico dell'Appaltatore.

Qualora l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso alle prove tecnologiche sopradescritte.

#### **22.5 Preparazione del piano di lavoro**

Il piano di lavoro dovrà avere le caratteristiche di portanza e capacità drenante, in modo tale da garantire le condizioni di sicurezza per la movimentazione e per le operazioni a cui sono adibite le attrezzature utilizzate per le lavorazioni in oggetto.

Per palancole in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Appaltatore predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere

#### **22.6 Materiali**

Ogni partita di materiale approvvigionato dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, attestante le caratteristiche meccaniche e geometriche dichiarate dal fornitore.

I profilati devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

Nel caso siano utilizzati sezioni tubolari esse dovranno essere conformi alle norme UNI EN10219-1 e UNI EN10219-2.

Qualora sia richiesta la impermeabilità del giunto di accoppiamento, l' Appaltatore dovrà fornire tutti i dettagli tecnici relativi al sigillante utilizzato. In particolare dovrà dimostrare che il materiale utilizzato non viene danneggiato nella fase di accoppiamento degli elementi sia che non è affetto da deterioramento a lungo termine, precisandone eventualmente i valori garantiti di durata.

## 22.7 **Installazione**

### 22.7.1 *Attrezzature*

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione deve avere caratteristiche conformi allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta in funzione del profilo stratigrafico e della possibilità di dovere estrarre gli elementi non definitivi.

Le attrezzature impiegate dovranno essere conformi alle norme EN996;

L' installazione dell' elemento potrà avvenire per battitura, vibrazione o per un combinazione dei due sistemi.

Nel caso di battitura, l'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

Nel caso di infissione per vibrazione, L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni concernenti il sistema di vibrazione che intende utilizzare:

- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

La forza centrifuga e l' ampiezza del vibratore dovranno essere scelte in funzione della sezione della palancola, del terreno e delle condizione al contorno quali la presenza di strutture. In

prossimità di strutture sensibili, e' obbligatorio l'impiego di vibratorii ad alte frequenza (> 2000 vpm o 33 Hz) e dotati di sistemi anti-risonanti per la fase di avvio e di arresto delle masse eccentriche.

#### 22.7.2 *Tracciamento*

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura e spese dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione del palancoato.

L'Appaltatore dovrà presentare:

- una pianta della palancoata con la posizione planimetrica di tutti gli elementi;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine.

#### 22.7.3 *Movimentazione e saldature*

Durante la fase di messa in opera, l' Appaltatore dovrà adottare tutti i provvedimenti necessari per garantire i requisiti di verticalità, complanarità e di mutuo incastro degli elementi costitutivi.

Lo stoccaggio e la movimentazione delle palancole in cantiere dovrà avvenire in modo tale da non provocare danneggiamenti e distorsioni dei profili metallici e dei giunti di accoppiamento, mediante l' utilizzo di speciali utensili quali pinze di aggancio appropriati distanziatori e selle di appoggio.

Le procedure di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da evitare fenomeni di incrudimento dell' acciaio e conseguente incremento di fragilità nella zona prossima alla saldatura, mediante opportuni processi di preriscaldamento che tengano conto del tipo del tipo di acciaio utilizzato (contenuto in carbonio equivalente), tipo di giunto e tipo di saldatura.

Le saldature dovranno essere conformi a quanto prescritto nelle norme EN 288 e EN 29692.

In caso in cui le palancole siano composte da più parti saldate, le saldature di due elementi adiacenti dovranno essere sfalsate di almeno mezzo metro.

#### 22.7.4 *Infissione*

I criteri di battitura e gli elementi che ne influenzano il processo dovranno essere preventivamente definiti in modo che non si generino nelle palancole tensioni superiori a quelle ammissibili.

L' Appaltatore dovrà dimostrare tale presupposto con i metodi di calcolo noti nella letteratura tecnica (equazione dell' onda d' urto).

Qualora le condizioni del sito fossero tali da render incerta la valutazione, per via teorica, delle sollecitazioni indotte, la Direzione Lavori, nell' ambito delle prove tecnologiche preliminari, potrà richiedere che le prove di battitura siano eseguite in presenza di dispositivi di monitoraggio dinamico.

Le misure dinamiche sulle palancole in fase di battitura verranno eseguite, secondo le modalità descritte nella norma ASTM 0-4945, durante l'intera fase di battitura di tutte le palancole del campo prova.

Durante la battitura dovranno essere sempre verificate che lo sforzo di trazione/compressione, nell'acciaio sia  $\leq 0.9 \times F_{yk}$ , ove:  $F_{yk}$  = resistenza caratteristica a snervamento dell'acciaio.

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

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico delle palancole:

- sulla posizione planimetria in testa  $\pm 75$  mm
- deviazione rispetto alla verticale:  $<2\%$ ;

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di elementi in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, comprese palancole aggiuntive ed opere di collegamento.

Durante la fase d'infissione, L'Appaltatore potrà, previa approvazione della Direzione Lavori delle modalità utilizzate, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati.

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'esecutore dovrà dare immediata informazione alla Direzione Lavori e concordare con la stessa gli interventi da eseguire.

#### 22.7.5 Controlli e documentazione lavori

L'infissione di ogni singolo elemento o gruppi di elementi dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione degli elementi;
- data di infissione;
- caratteristiche del sistema di infissione;
- velocità di avanzamento/colpi maglio ogni 0,10 m;
- profondità raggiunta;
- profondità di Progetto;
- rifiuti di eventuale ribattitura.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.