

ARCH. MATTEO GHIDONI

CORSO SEMPIONE 33, 20145 MILANO
matteo.ghidoni@salottobuono.com / 338.8307076

Committente

COMUNE DI TERRE DEL RENO (FE)

Settore lavori pubblici

CIG: Z2B2B4C9E0

R.u.p.

ING. OLGA MANTOVANI

Progetto definitivo-esecutivo

RIQUALIFICAZIONE DEL PARCO QUADRIFOGLIO

Località

MIRABELLO (FE)

Progettista

ARCH. MATTEO GHIDONI

Oggetto

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
NORME TECNICHE

Elaborato n.

0L.00

Progetto n.	Data	Revisione	Disegnato	Approvato
20001	18/12/2020	00	MG	MG

Nome file

20001-03_0L.00_r00.doc

INDICE

1. Introduzione	12
1.1. Oggetto dell'intervento.....	12
2. Condizioni generali	12
2.1. Qualità, provenienza e impiego dei materiali	12
2.1.1.1. Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale.....	12
2.1.1.2. Impiego dei materiali.....	12
2.1.1.3. Provvista dei materiali	13
2.1.1.4. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto.....	13
2.1.1.5. Accettazione dei materiali.....	13
2.1.1.6. Difetti di costruzione	14
2.2. Dichiarazione di conformità e marcatura CE	14
2.2.1.1. Marcatura CE - Materiali.....	14
2.2.1.2. Marcatura CE - Macchinari.....	14
2.3. Norme di riferimento	15
3. Pianificazione dei lavori	16
3.1. Programma bisettimanale.....	16
3.2. Piano di Impiego dei Macchinari	16
3.3. Procedure di lavoro	16
3.4. Prove e collaudi da eseguire in opera.....	17
3.4.1. Prova di carico su piastra	17
3.5. Verifica per il controllo della protezione contro i contatti diretti	19
3.6. Verifica per il controllo della protezione contro i contatti indiretti	19
3.7. Prova della continuità dei conduttori di terra.....	20
3.8. Verifiche per il controllo della corretta scelta e installazione dei componenti elettrici	20
3.9. Verifiche per il controllo della corretta identificazione dei circuiti e dei dispositivi di protezione.....	21
3.10. Mantenimento del transito durante l'esecuzione dei lavori e misure di sicurezza conseguenti agli stessi	21
3.11. Accesso al cantiere ai gestori delle reti dei sottoservizi	22
4. Rilievi - Capisaldi -Tracciati.....	22
4.1. Rilievi	22
4.2. Capisaldi.....	22
4.3. Tracciati.....	23
5. Opere provvisionali, macchinari e mezzi d'opera	23

5.1.1.1. Prescrizioni generali e modalità di esecuzione	23
5.1.1.2. Criteri di accettazione, prove e collaudi.....	23
6. Demolizioni e rimozioni	24
6.1. Criteri generali.....	24
6.2. Opere di demolizione e rimozioni fuori terra.....	25
6.3. Demolizione di elementi strutturali in c.a.	26
6.4. Rimozione di strutture, sovrastrutture ed altri elementi metallici	27
6.5. Demolizione di pavimentazioni	28
6.6. Demolizioni e rimozione di elementi vari.....	29
6.7. Rimozione di accessori di ogni genere.....	30
6.8. Demolizione pavimentazione bituminosa	31
6.9. Scarificazione di pavimentazioni esistenti	32
6.10. Rimozione delle aiuole esistenti compresa la vegetazione presente	32
6.11. Fresatura di strati in conglomerato bituminoso	32
6.12. Demolizione e rimozione di manufatti vari	33
6.13. Normativa applicabile	34
6.14. Modalità di esecuzione	34
6.15. Oneri e norme di misurazione	35
7. Movimenti di terra	37
7.1. Criteri generali.....	37
7.2. Scavi e movimenti di terra	39
7.2.1. Scavi di sbancamento.....	40
7.2.2. Scavi di fondazione.....	40
7.2.3. Scavi per posa condotte.	41
7.2.4. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi	43
7.3. Rinterri e/o bonifiche	43
7.3.1. Bonifica.....	44
7.3.2. Rinterri	44
7.3.3. Sistemazione superficiale.....	45
7.4. Normativa applicabile	45
7.4.1. Proprietà degli oggetti ritrovati.....	46
7.5. Materiali di risulta	47
7.5.1. Sistemazione in cantiere e trasporto a discarica.....	47
7.6. Modalità di esecuzione	48
7.6.1. Scavi.....	48

7.6.1.1. Scavi di sbancamento.....	48
7.6.1.2. Scavo a sezione obbligata o di fondazione.....	49
7.6.1.3. Cunicoli.....	49
7.6.1.4. Conduitture	49
7.6.1.5. Interferenze con edifici	50
7.6.1.6. Attraversamenti di manufatti.....	50
7.6.1.7. Interferenze con servizi pubblici sotterranei.....	50
7.6.1.8. Accorgimenti	51
7.6.1.9. Aggottamenti	52
7.6.1.10. Reinterri	53
7.6.1.11. Preparazione dell'area	54
7.6.1.12. Reinterri di fondazione	54
7.6.1.13. Compattamenti	54
7.6.1.14. Umidita' di costipamento	55
7.6.1.15. Reinterri per la costruzione di strutture.....	55
7.6.1.16. Rinterri per tubazioni e linee di servizio	56
7.7. Criteri di misurazione.....	56
7.7.1. Scavi di sbancamento	56
7.7.2. Scavi di sezione obbligata	56
7.7.3. Reinterri.....	56
7.8. Criteri di accettazione	57
7.9. Certificazioni, campionature e prove	57
7.10. Terre e rocce da scavo.....	58
7.10.1. Riferimenti normativi per la pratica terre e rocce da scavo	58
7.10.2. Modalità esecutive dei sondaggi a carotaggio continuo	59
7.10.3. Normativa nazionale.....	59
8. Tubazioni per opere civili	62
8.1. Caratteristica dei materiali e condizioni di fornitura	62
8.1.1. Tubazioni in polietilene alta densità (PEAD).....	62
8.1.2. Raccordi e pezzi speciali	62
8.1.3. Tubazioni in PVC.....	62
8.1.4. Tubazioni in polipropilene ad alto modulo (PP HM).....	63
8.2. Modalità di posa.....	63
8.2.1. Blindaggio scavi.....	63
8.2.2. Tubazioni in PEAD lisce.....	64
8.2.3. Tubazioni in PP HM.....	65
8.2.4. Pozzetti in CAV	66

8.2.5. Pozzetti d'ispezione condotta acque nere.....	66
8.2.6. Chiusini.....	67
8.2.7. Chiusino a riempimento	68
8.3. Norme d'esecuzione.....	70
8.3.1. Tubi in poli-cloruro di vinile (P.V.C.)	70
8.3.1. Posa in opera di tubazioni entro terra.....	71
8.3.2. Posa in opera di tubazioni fuori terra.....	73
8.4. Normativa applicabile	74
8.5. Certificazioni, campionature e prove	74
8.6. Criteri di misurazione.....	75
8.7. Criteri di accettazione	75
9. Calcestruzzi	75
9.1. Generalita'.....	75
9.2. Normativa di riferimento	77
9.3. Fondazioni in c.a.	80
9.4. Solette in c.a.	80
9.5. Oneri e obblighi dell'appaltatore	81
9.6. Componenti	81
9.7. Caratteristiche del calcestruzzo.....	84
9.8. Modalita' di esecuzione	93
9.9. Controlli in corso d'opera	102
9.10. Durabilita' dei conglomerati cementizi.....	106
9.11. Tecnologia esecutiva delle opere	107
9.11.1. Confezione dei conglomerati cementizi.....	107
9.11.2. Trasporto	108
9.11.3. Posa in opera	109
9.11.4. Riprese di getto	111
9.11.4.1. Posa in opera in climi freddi.....	111
9.11.4.2. Posa in opera in climi caldi.....	112
9.11.5. Stagionatura e disarmo.....	112
9.11.5.1. Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	112
9.11.5.2. Maturazione accelerata con trattamenti termici	113
9.11.5.3. Disarmo	113
9.11.5.4. Giunti di discontinuità ed opere accessorie in conglomerato cementizio	114
9.11.5.5. Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari	115
9.11.6. Modalità di conservazione e cura	115

9.11.6.1. Armature per c.a.....	116
9.12. Casseforme, armature di sostegno, centinature.....	116
9.13. Criteri di misurazione e di accettazione	120
10. Acciaio per c.a.	121
10.1. Generalita'.....	121
10.2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata.....	122
10.3. Reti in barre di acciaio elettrosaldate.....	123
10.4. Normativa	124
10.5. Caratteristiche.....	125
10.6. Modalita' di esecuzione	126
10.7. Certificazioni, campionature e prove	128
10.8. Criteri di misurazione e accettazione	135
11. Opere in acciaio	136
11.1.1. Normativa applicabile	136
11.1.2. Prescrizioni di carattere generale	136
11.1.3. Caratteristiche dei materiali.....	136
11.1.4. Modalità di esecuzione.....	137
11.1.5. Certificazioni e prove.....	138
11.1.6. Modalita' di conservazione e cura.....	138
11.1.7. Criteri di misurazione e di accettazione	139
12. Misti granulari per strati di fondazione	139
12.1.1. Caratteristiche dei materiali.....	139
12.1.2. Normativa applicabile	142
12.1.3. Modalita' di esecuzione.....	142
12.1.4. Certificazioni e prove.....	143
12.1.5. Criteri di misurazione e di accettazione	144
12.2. Misti granulari cementati per strati di fondazione.....	144
12.2.1. Caratteristiche dei materiali.....	144
12.2.2. Normativa applicabile	146
12.2.3. Modalita' di esecuzione.....	147
12.2.4. Certificazioni e prove.....	148
12.2.5. Criteri di misurazione e accettazione	148
12.3. Misti bitumati per strati di base.....	149
12.3.1. Caratteristiche dei materiali.....	149
12.3.2. Normativa applicabile	151
12.3.3. Modalita' di esecuzione.....	151

12.3.4. Certificazioni e prove	153
12.3.5. Criteri di misurazione e accettazione.....	153
12.4. Conglomerati bituminosi a caldo.....	155
12.4.1. Caratteristiche dei materiali	156
12.4.2. Modalita' di esecuzione.....	161
12.4.3. Certificazioni e prove	163
12.4.4. Criteri di misurazione e di accettazione	164
13. Zincatura su opere in metallo	164
13.1. Caratteristiche dei materiali.....	164
13.2. Normativa applicabile	166
13.3. Modalità di esecuzione	166
13.4. Certificazioni e prove	166
13.5. Criteri di misurazione e accettazione	166
14. Sottofondi	167
14.1. Massetti e sottofondi cementizi per pavimentazioni	167
14.1.1. Normativa applicabile.....	167
14.1.2. Prescrizioni di carattere generale	167
14.1.3. Caratteristiche dei materiali e condizioni di fornitura	168
14.1.4. Modalità di esecuzione.....	168
14.1.5. Certificazioni, campionature e prove	170
14.1.6. Modalità di conservazione e cura	170
14.1.7. Criteri di misurazione	171
14.1.8. Criteri di accettazione.....	171
15. Pavimentazioni	171
15.1. Prescrizioni di carattere generale	171
15.2. Esecuzione dei vari tipi di pavimentazione drenante	172
15.2.1.1. Norme generali.....	172
15.2.1.2. Specifica di controllo	173
16. Segnaletica stradale	174
16.1. Segnaletica orizzontale	174
16.1.1.1. Prescrizioni di carattere generale.....	174
16.1.1.2. Caratteristiche tecniche e controlli.....	175
16.1.1.1. Garanzia sulla segnaletica orizzontale a vernice	177
16.2. Pali di sostegno segnaletica verticale	177
17. Opere Idrauliche	178

17.1. Tubazioni e manufatti per fognature o drenaggi	178
17.1.1.1. Norme generali di esecuzione.....	178
17.1.1.2. Norme particolari di esecuzione.....	178
17.1.1.3. Modalità di posa	179
17.1.1.4. Disposizioni particolari	179
17.1.1.5. Giunzioni rigide	180
17.1.1.6. Giunzioni semirigide.....	180
17.1.1.7. Giunzioni plastiche a caldo	180
17.1.1.8. Giunzioni plastiche a freddo	182
17.1.1.9. Giunzioni con anelli in gomma sintetica	183
17.1.1.10. Giunzioni in resine poliuretaniche	184
17.1.1.11. Giunzioni per tubazioni di cemento-armato	184
17.1.1.12. Pozzetti in cls e chiusini in ghisa	185
17.2. Manufatti di raccolta.....	185
17.2.1.1. Canalette in PE/PP con griglia	186
17.3. Sezione aree esterne: prescrizioni generali	187
17.4. Lavorazioni preliminari.....	188
17.5. Lavorazione del suolo.....	188
17.6. Preparazione alle buche di impianto	189
17.7. Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli.....	189
17.8. Messa a dimora delle piante erbacee	190
17.9. Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuale delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti.....	190
17.10. Vangatura del terreno	191
17.11. Semina	191
17.12. Semina di manti erbosi.....	192
18. Protezione dei materiali e delle opere	193
19. Materiali in genere.....	195
19.1. Acqua, calci, gesso.....	196
19.2. Cementi, cementi speciali.....	204
19.3. Materiali inerti per malte, stucchi e conglomerati.....	208
19.4. Ghiaia e pietrisco	208
19.5. Sabbie	209
19.6. Pozzolana	210
19.7. Argille espanse.....	211

19.8. Pitture, vernici e idropitture	211
19.9. Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)	212
19.10. Materiali per la pulizia di manufatti lapidei	214
19.11. Prodotti di materie plastiche.	215
20. Oneri ed obblighi diversi a carico dell'appaltatore	218
20.1. Conoscenza del progetto	218
20.2. Conoscenza dei luoghi	218
20.3. Rilievo dei luoghi	218
20.4. Sviluppo costruttivo	218
20.5. Assistenza archeologica	219
20.6. Rinvio alla normativa applicabile	220
20.7. Rispetto normativa vigente	220
20.8. Guardiania	220
20.9. Cantierizzazione e pulizia	220
20.10. Recinzione	221
20.11. Illuminazione	221
20.12. Rifiuti	221
20.13. Controllo delle emissioni	221
20.14. Tracciamenti	221
20.15. Cartellonistica	221
20.16. Danni a opere preesistenti	222
20.17. Accessibilità a terzi	222
20.18. Tessera di riconoscimento	222
20.19. Danni fortuiti	222
20.20. Cartelli di cantiere	222
20.21. Uso anticipato	223
20.22. Beni dati in uso all'Appaltatore	223
20.23. Proprietà Intellettuale	224
20.24. Viabilità di accesso al cantiere	224
20.25. Rumore di cantiere	224
20.26. Allacciamenti	224
20.27. Cantieri limitrofi	224
20.28. Imposte e tasse	225
20.29. Oneri di sgombero	225

20.30. Analisi e misure dei materiali	225
20.31. Estensione temporale degli obblighi	226
20.32. Obblighi di comunicazione per interferenze con altri appalti	226
20.33. Norme sopravvenute	226
21. CORRETTA ESECUZIONE DELLA PISTA DA SKATEBOARD.....	226
21.1. Pulizia e scavi	227
21.1.1. Modalità esecutive	227
21.2. Scarico delle acque meteoriche	227
21.2.1. Modalità esecutive	228
21.2.2. Consolidamento terreno e stesura magrone	228
21.2.3. Murature di contenimento, strutturali e riempimenti	228
21.3. Casseforme e centinatura.....	228
21.3.1. Modalità esecutive	229
21.4. Ferro d'armatura	229
21.4.1. Modalità esecutive	229
21.5. Profilati in acciaio.....	229
21.5.1. Modalità esecutive	229
21.6. Calcestruzzo	230
21.7. Lisciatura del calcestruzzo.....	230
21.8. Trattamento del calcestruzzo	230
21.8.1. Caratteristiche dei materiali.....	230
21.8.2. Modalità esecutive	231
22. NORME TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI – riferimenti normativi e legislativi	232
22.1. NORME CEI – NORME PER IMPIANTI ELETTRICI	232
22.2. RETE ELETTRICA DEL DISTRIBUTORE E ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	232
22.3. SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI	233
22.4. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	233
22.5. NORME UNI	233
22.6. LEGGI E DECRETI	233
23. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	234
23.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	234
23.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	234
23.2.1. PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE	235
23.2.2. PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE.....	235
23.3. PROTEZIONE COMBINATA I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....	235

23.4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI.....	236
23.4.1. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI	236
23.4.2. PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI	236
24. impianti elettrici e prescrizioni comuni.....	237
24.1. QUADRI DI BT	237
24.1.1. ARMADI STARDALI	238
24.1.2. CABLAGGIO	239
24.1.3. MORSETTIERE	239
24.1.4. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI	239
24.1.5. RISERVA	240
24.1.6. MARCATURE	240
24.1.7. ACCESSORI	240
24.1.8. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI.....	241
24.2. CONDUTTORI, CAVI E ACCESSORI.....	243
24.2.1. POSA DEI CAVI ENTRO PASSERELLE O CANALIZZAZIONI	243
24.2.2. POSA DEI CAVI INTERRATI	244
24.2.3. MARCATURA CAVI.....	244
24.2.4. CONNESSIONI TERMINALI.....	245
24.2.5. DESIGNAZIONE DEI CAVI	245
24.2.6. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI.....	245
24.3. CAVIDOTTI, CASSETTE, SCATOLE DI DERIVAZIONE, POZZETTI INTERRATI.....	246
24.3.1. CANALI POSACAVI	246
24.3.2. TUBAZIONI PIEGEVOLI IN MATERIALE TERMOPLASTICO	247
24.3.3. TUBAZIONI RIGIDE IN MATERIALE TERMOPLASTICO	247
24.3.4. TUBAZIONI METALLICHE RIGIDE	248
24.3.5. CAVIDOTTI E POZZETTI DI DERIVAZIONE	248
24.3.6. PLINTI DI FONDAZIONE PER PALI INFISSI	249
24.3.7. CURVE E RACCORDI	249
24.3.8. INSTALLAZIONI PER INTERNO	249
24.3.9. CASSETTE E SCATOLE IN MATERIALE TERMOPLASTICO	250
24.3.10. CASSETTE E SCATOLE METALLICHE.....	250
24.3.11. CASSETTE E SCATOLE METALLICHE RESISTENTI AL FUOCO	250
24.3.12. GUARNIZIONI CASSETTE	251
24.3.13. COPERCHI CASSETTE	251
24.3.14. MORSETTIERE DI DERIVAZIONE	251
24.3.15. MONTAGGIO E FISSAGGIO CASSETTE	251
24.3.16. MARCATURA	251

24.3.17. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI	252
24.3.18. APPARECCHI ILLUMINANTI	253
25. Impianto di terra e di equipotenzializzazione	254
25.1. INDICAZIONI GENERALI.....	254
25.2. DISPERSORE DI TERRA	254
25.3. CONDUTTORE DI TERRA.....	255
25.4. COLLETTORE (O NODO) PRINCIPALE DI TERRA.....	255
25.5. GIUNZIONI E CONNESSIONI.....	255
25.6. PIASTRE DI MISURA EQUIPOTENZIALE	255
25.7. MARCATURA.....	256
25.8. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.....	256
25.9. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI.....	256
26. Lavori non indicati precedentemente.....	258

SEZIONE OPERE EDILI

1. INTRODUZIONE

1.1. Oggetto dell'intervento

Lavori di "Riqualficazione di Parco Quadrifoglio" attraverso la realizzazione di nuove attrezzature per attività all'aperto C.I.G. Z2B2B4C9E0. L'intervento è localizzato a Mirabello, nel Comune di Terre del Reno (FE).

2. CONDIZIONI GENERALI

2.1. Qualità, provenienza e impiego dei materiali

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti nel presente capitolato speciale d'appalto, lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

2.1.1.1. Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Stazione Appaltante.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

2.1.1.2. Impiego dei materiali

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.

2.1.1.3. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

2.1.1.4. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

2.1.1.5. Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
- b) identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;
- c) certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
- d) accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione;
- e) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c), d) ed e) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto d) sono a carico della Committente, permanendo – anche per quest'ultime – a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Per l'accettazione dei materiali si rimanda inoltre alla GU n.111 del 15-5-2018 – Decreto nuove linee guida Direttore dei lavori, comma 4 art.6 – Accettazione dei materiali, secondo cui il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

2.1.1.6. Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

2.2. Dichiarazione di conformità e marcatura CE

I prodotti che riportano la marcatura CE – che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del regolamento (UE) N. 305/2011 del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

2.2.1.1. Marcatura CE - Materiali

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare – ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta - la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2.2.1.2. Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli

con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2.3. Norme di riferimento

Assicurazione e garanzia della qualità

UNI EN ISO 9000	Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti e terminologia;
UNI EN ISO 9001	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti;
UNI EN ISO 19011	Linee guida per audit di sistemi di gestione

Esigenze, requisiti e classificazioni generali

UNI 10838	Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia;
UNI 8289	Edilizia. Esigenze dell'utenza finale - Classificazione.
DM 11 gennaio 2017	Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni (allegato 1), per l'edilizia (allegato 2) e per i prodotti tessili (allegato 3) - di cui l'allegato 1: Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione del decreto ministeriale del 24 dicembre 2015.

Sicurezza all'azione dell'incendio

Decreto Ministeriale 26 giugno 1984 "Elenco dei materiali omologati ai fini della prevenzione incendi" (parzialmente modificato ed integrato con Decreto del Ministero dell'Interno 3 settembre 2001 e successivamente rettificato con Decreto del Ministero dell'Interno 28 maggio 2002)

UNI EN ISO 1716	Prove di reazione al fuoco dei prodotti - Determinazione del potere calorifico superiore
UNI EN 1363-1	Prove di resistenza al fuoco - Parte 1: Requisiti generali
UNI EN 1363-2	Prove di resistenza al fuoco - Procedure alternative e aggiuntive
UNI 8456	Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce - Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma- (equivalente al metodo CSE RF 1/75/A)
UNI 8457	Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia - Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma- (equivalente al metodo CSE RF 2/75/A);
UNI 9174	Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante- (equivalente al metodo CSE RF 3/77);
UNI 9175:2010	Reazione al fuoco di manufatti imbottiti sottoposti all'azione di una piccola fiamma - Metodo di prova e classificazione
UNI 9176:2010	Preparazione dei materiali per l'accertamento delle caratteristiche di reazione al fuoco.
UNI 9177:2008	Classificazione di reazione al fuoco dei materiali combustibili.
UNI EN ISO 1182	Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prova di non combustibilità

Sicurezza e igiene del lavoro

Decreto Legislativo n° 81 del 9 aprile 2008 "Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Decreto Presidente della Repubblica n° 303 del 19 marzo 1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro" (N.B: in vigore solo art. 64).

3. PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori:

3.1. Programma bisettimanale

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto ed alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata del cantiere dovrà presentare settimanalmente un "Cronoprogramma Bisettimanale" sul quale sarà rappresentato un diagramma Gant delle attività della settimana in corso e di quella successiva.

Convenzionalmente le settimane sono definite dalle ore 0,00 del lunedì alle ore 24,00 della domenica successiva.

Il cronoprogramma bisettimanale dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno quattro giorni prima dell'inizio di ciascuna settimana. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o dei cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori riterrà non conformi le lavorazioni eseguite, avviando le relative procedure.

3.2. Piano di Impiego dei Macchinari

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori il "Piano di Impiego" di tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature che intende utilizzare.

Il Piano di Impiego è composto dall'elenco delle attrezzature che saranno utilizzate, corredato dai seguenti documenti (per ciascuna attrezzatura):

- a) Contratto di noleggio o copia conforme del libro cespiti dell'Appaltatore che ne attesti la proprietà e da cui dovrà essere individuabile il valore di ammortamento annuo ed il valore residuo dell'attrezzatura;
- b) Marcature CE;
- c) libretti di uso e manutenzione, riportanti n° di matricola e caratteristiche tecniche del macchinario;
- d) elaborati progettuali e relazioni di calcolo (per ponteggi, casseforme, carri varo, impianti betonaggio);
- e) attestati di revisione/verifica e certificati di taratura;
- f) eventuali autorizzazioni amministrative (messa in servizio, emissioni in atmosfera, scarichi idrici, ...).

3.3. Procedure di lavoro

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione che sia di particolare rilevanza tecnico-economica (secondo il giudizio della Direzione Lavori) o che richieda operazioni ripetute ed il cui svolgimento temporale si sviluppi oltre due settimane l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori una "Procedura di Lavoro" che:

- a) descriva la lavorazione (anche utilizzando appositi elaborati grafici) indicando i documenti progettuali di riferimento;
- b) definisca il metodo di esecuzione, la sequenza delle attività da porre in opera e la fasizzazione rispetto ad altre attività dotate di Procedura di Lavoro;
- c) precisi la composizione della Manodopera da utilizzare dichiarando il nominativo del Responsabile o del Capo Squadra;
- d) precisi i materiali da utilizzare, descrivendone le caratteristiche ed allegandone le relative schede sicurezza prodotto;
- e) definisca i controlli da eseguire in corso d'opera (definiti all'articolo 3.4 del presente Capitolato);
- f) precisi i macchinari da utilizzare, allegandone il Piano di Impiego.

3.4. Prove e collaudi da eseguire in opera

Nel corso dell'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguite dall'appaltatore le prove ed i collaudi di seguito descritti e previste nel cronoprogramma di progetto.

3.4.1. Prova di carico su piastra

Il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico (diametro della piastra 30 cm.) deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm², nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm², nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m, e comunque per lo strato di rilevato compreso tra 1,00 e 2,00 m al disotto del piano di appoggio della pavimentazione;
- 30 N/mm², nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m e comunque per lo strato di rilevato compreso tra 0,50 e 1,00 m dal piano di appoggio della pavimentazione.
- 50 N/mm², nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm², sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 500 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collasabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

La variazione di detti valori di portanza al variare della quota dovrà risultare lineare.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO Mod. T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima AASHTO Mod. T/180-57, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in trincea.

Normativa di riferimento

- C.N.R. B.U. n.146 del 14/12/1992 "Determinazione dei moduli di deformazione Md e M'd mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare"
- C.N.R. B.U. n.9 del 11/12/1967 "Determinazione del modulo di deformazione di un sottofondo, di uno strato di fondazione o di uno strato di base"

Attrezzatura

L'attrezzatura per l'esecuzione della prova è la seguente:

- piastra circolare in acciaio di spessore non inferiore di 20 mm e del diametro di 300 ± 1 mm. Tale piastra deve essere irrigidita mediante apposite nervature oppure mediante altra piastra in acciaio, di spessore non minore di 20 mm e del diametro di $\varnothing 160$ mm, sovrapposta coassialmente ad essa;
- scatola cilindrica metallica, all'interno della quale, in corrispondenza del centro della cerniera sferica è ricavata una superficie piana su cui poggiare la punta del comparatore posto al centro della piastra.
- cerniera sferica per il centramento del carico (bloccabile durante le operazioni di insediamento dell'attrezzatura, da disporre immediatamente al di sopra della piastra di carico);
- martinetto idraulico o meccanico della portata di circa 50 KN, avente una sensibilità di 0.5 KN;
- comparatori centesimale avente capacità di misura di 100 mm, sensibilità di 1/100 di mm,
- braccio metallico snodabile protacompattatori, munito di dispositivo a vite micrometrica per l'azzeramento del comparatore,
- sostegno dei bracci portacomparatori costituito da una trave sufficientemente rigida, della lunghezza di circa 2.50 m, munita all'estremità di due supporti per l'appoggio al terreno,
- un contasecondi,
- un filo a piombo,
- un termometro con scala da -10° C a $+60^{\circ}$ C e sensibilità di 1° C

3.5. Verifica per il controllo della protezione contro i contatti diretti

Consiste in esami eseguiti a vista tendenti ad accertare che i vari componenti dell'impianto siano adeguatamente protetti contro i contatti diretti con:

- Isolamento delle parti attive;
- Involucri o barriere;
- Ostacoli o distanziamenti.

Nelle situazioni dubbie è necessario intervenire con prove eseguite mediante dito o filo di prova e, ove necessario, mediante misure della resistenza di isolamento dei vari componenti.

3.6. Verifica per il controllo della protezione contro i contatti indiretti

Sistemi elettrici a tensione superiore a 1000 V c.a.

Negli impianti elettrici alimentati con stazioni o cabine alta tensione, per la protezione contro i contatti indiretti, deve essere verificato che in nessun modo, a causa di guasti in AT, sia all'interno sia all'esterno degli impianti, si possano presentare tensioni di contatto e di passo superiori ai limiti previsti dalla norma vigente.

Sistemi elettrici a tensione inferiore a 1000 V c.a. (Norma CEI 64-8)

La protezione contro i contatti indiretti può essere ottenuta mediante:

- bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV);
- interruzione automatica dell'alimentazione;
- uso di componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente;
- luoghi non conduttori;
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra;
- separazione elettrica;
- limitazione della corrente e/o della carica elettrica;

Tutti questi sistemi sono validi per la protezione contro i contatti indiretti anche se il metodo di protezione più diffuso negli impianti ordinari è quello ottenuto mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

I metodi di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione variano a seconda della tipologia di messa a terra del sistema. In particolare:

Sistema TT

Deve essere verificata la relazione $RA < 50/I_a$

dove:

RA è la somma delle resistenze (ohm) del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;

50 è il valore della tensione di contatto limite in volt nei luoghi ordinari;

I_a è il valore della corrente in ampere che provoca l'intervento delle protezioni.

Se, come di solito accade, si utilizzano interruttori differenziali, I_a coincide con il valore della corrente differenziale nominale I_{dn} dei dispositivi a corrente differenziale ($I_a = I_{dn}$)

3.7. Prova della continuità dei conduttori di terra

(CT), di protezione (PE) ed equipotenziali (EQP,EQS) **-si deve controllare che ci sia continuità elettrica**

Tra i vari punti dell'impianto di terra (la prova di continuità può essere fatta a campione e non è richiesta la misura della resistenza elettrica):

- tra il dispersore (se accessibile) ed il collettore di terra;
- tra i vari collettori di terra;
- quando necessario, tra i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali, in presenza di giunzioni e/o derivazioni, per individuare possibili discontinuità;
- tra le masse ed i collettori di terra;
- tra le masse estranee fra di loro e verso le masse.

-misura della resistenza di terra (RE, RA)

– serve per rilevare il valore della resistenza di terra e verificare che sia soddisfatto il coordinamento con le relative protezioni;

- prova del funzionamento dei dispositivi differenziali

(quando presenti, la prova va effettuata per tutti i sistemi - TT, TN, IT)

la prova serve a controllare che i dispositivi differenziali siano installati e regolati correttamente e che siano mantenute nel tempo le caratteristiche di protezione previste per i vari sistemi;

misura dell'impedenza dell'anello di guasto (Z S).

3.8. Verifiche per il controllo della corretta scelta e installazione dei componenti elettrici

L'esame consiste in un controllo a vista per accertare che la scelta dei componenti elettrici e la loro installazione sia conforme ai requisiti di sicurezza e di funzionalità in relazione alle influenze esterne (grado di protezione IP) previste alle condizioni d'esercizio come tensione, corrente, potenza, compatibilità con altri componenti ecc..

Occorre accertare:

- a) il tipo di servizio in relazione a tensione nominale, corrente di impiego, frequenza, potenza, compatibilità con altri componenti elettrici, ecc.;
- b) la protezione da influenze esterne ambientali, meccaniche o elettriche (IP, danneggiamenti meccanici, atmosfere pericolose, sistemi elettrici con tensioni diverse, ecc.);
- c) l'accessibilità (manovra, ispezione, manutenzione, ecc.);
- d) la rispondenza agli schemi ed alle altre indicazioni;
- e) l'identificazione dei componenti per la sicurezza degli interventi (targhe, cartelli per i dispositivi di sezionamento e protezione, contrassegni per le condutture ed i circuiti);
- f) presenza della marcatura CE;

g) Le unità d'impianto che costituiscono un insieme di più componenti (apparecchiature prefabbricate, motori e relativi ausiliari, cabine elettriche, quadri elettrici, impianti di sicurezza e di riserva, ecc.), devono essere sottoposte ad una prova di funzionamento per stabilire se i vari componenti sono stati installati a regola d'arte.

3.9. Verifiche per il controllo della corretta identificazione dei circuiti e dei dispositivi di protezione

La verifica consiste in un esame a vista e di una prova di polarità per accertare la corretta e chiara identificazione di conduttori e dispositivi di manovra e protezione.

- a) L'esame a vista deve appurare quanto segue:
- b) i dispositivi di protezione e di segnalazione devono essere facilmente identificabili mediante targhe o scritte;
- c) gli indicatori luminosi e gli attuatori devono essere contrassegnati conformemente alle specifiche norme;
- d) i circuiti devono essere riportati sulle planimetrie e sugli schemi elettrici ed essere regolarmente identificati sulle partenze dai dispositivi di protezione e manovra posti sui quadri conformemente a quanto prescritto dalle relative norme;
- e) i conduttori nudi e le sbarre devono essere opportunamente identificati;
- f) i cavi devono avere il colore dell'isolamento rispondente alle relative tabelle CEI-UNEL con particolare attenzione da porre al conduttore di neutro ed ai conduttori di terra,
- g) di protezione ed equipotenziali, per i quali è necessario verificare quanto segue:
 - 1. i soli conduttori dell'impianto di terra devono avere colore giallo - verde;
 - 2. -i conduttori di protezione con guaina possono essere di colore diverso dal giallo - verde ma in questo caso i tratti terminali del conduttore devono essere provvisti di fascettatura giallo - verde;
 - 3. Il conduttore di neutro dovrà avere colore blu chiaro

Si rimanda inoltre alla GU n.111 del 15-5-2018 – Decreto nuove linee guida Direttore dei lavori, comma 4 art.6 – Accettazione dei materiali, secondo cui il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

3.10. Mantenimento del transito durante l'esecuzione dei lavori e misure di sicurezza conseguenti agli stessi

Nel corso dell'esecuzione dei lavori sarà costantemente assicurato dall'Appaltatore il transito delle persone, dei veicoli e degli autoveicoli di qualsiasi specie lungo le strade e le aree pubbliche o di uso pubblico comunque interessate dall'esecuzione dei lavori anche con la realizzazione di deviazioni in loco o percorsi alternativi secondo le prescrizioni dell'ente gestore della viabilità; sarà pure assicurato l'accesso alle strade laterali, ai fondi ed alle abitazioni. L'Appaltatore è pertanto responsabile della sicurezza del transito sia diurno che notturno e dovrà quindi adottare tutte le opportune cautele relative come segnali, guardie, cavalletti, illuminazione notturna, opere di protezione provvisorie per il transito sui manufatti o lungo essi ed in generale tutti i provvedimenti più opportuni per assicurare la pubblica incolumità nonché quella del personale addetto all'esecuzione dei lavori. Per quanto riguarda i tipi di segnaletica da adottare ci si richiama espressamente a quanto stabilito dal Codice della Strada. L'Appaltatore non avrà diritto a compensi addizionali all'importo contrattuale per gli oneri di cui sopra in quanto già previsti nella formulazione dell'offerta. In particolare si segnala il mantenimento dell'accesso in sicurezza alle aree ed ai fabbricati (non oggetto di intervento) presenti nell'area servizi in cui ricade il cantiere.

3.11. Accesso al cantiere ai gestori delle reti dei sottoservizi

Durante tutto il corso dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà garantire l'accesso ai gestori delle reti di sottoservizi per interventi programmati e non programmati di manutenzione alle reti. L'appaltatore dovrà garantire il coordinamento per l'accesso al cantiere del personale dei gestori delle varie reti di sottoservizi per le manutenzioni con l'onere di non sospendere i lavori per sovrapposizioni. L'Appaltatore dovrà altresì verificare ed accertarsi dello stato di fatto di tutti i sottoservizi prima dell'inizio dei lavori.

4. RILIEVI - CAPISALDI -TRACCIATI

4.1. Rilievi

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo. Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna od al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi. In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

4.2. Capisaldi

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità, in particolare ogni manufatto dovrà essere riferito ad almeno due capisaldi. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna od in apposito successivo verbale. Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo così come specificato nel presente capitolato. Qualora i capisaldi non esistessero già in situ,

l'appaltatore dovrà realizzarli e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili ed indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

4.3. Tracciati

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere ed a indicare i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli elaborati di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine. Il tracciamento, con l'apposizione in situ dei relativi vertici, verrà effettuato partendo dai capisaldi di cui al punto precedente. I tracciamenti altimetrici dovranno sempre partire da un piano di mira, indicato in modo ben visibile in ogni ambiente e per ogni piano.

5. OPERE PROVVISORIALI, MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

5.1.1.1. Prescrizioni generali e modalità di esecuzione

Tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche od in legname, occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, sbadacchiature, ecc., dovranno essere progettate e realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere che debbono sostenere e dovranno garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse, che delle opere ad esse relative.

Inoltre, ove le opere provvisorie dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione lavori.

Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimarrà unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed alle persone, che potessero derivare dalla mancanza, dalla insufficienza o dalla non idonea esecuzione di dette opere provvisorie, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa e adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisorie, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse con ogni accorgimento necessario ad evitare i danni come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa non potessero essere tolti d'opera in sicurezza o senza menomare la buona riuscita dei lavori, o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati.

Le macchine ed attrezzi dovranno essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Saranno a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Le spese per opere provvisorie, attrezzi, macchinari, e mezzi d'opera e per quanto altro occorre alla esecuzione piena e perfetta di ogni categoria di lavoro dovranno essere compresi, anche se non esplicitamente descritte, nella voce del prezzo e perciò a carico dell'Appaltatore.

5.1.1.2. Criteri di accettazione, prove e collaudi

Le opere provvisionali saranno accettate solo se perfettamente rispondenti alle prescrizioni di cui ai precedenti punti.

In particolare saranno rifiutate le opere che non offriranno le necessarie garanzie di sicurezza o comunque presenteranno deformazioni eccessive sotto i carichi di esercizio.

Per le opere più rilevanti - e cioè quelle per le quali siano stati eseguiti dimensionamenti e calcoli statici – il Direttore Lavori potrà richiedere una prova di carico, da effettuarsi al termine del montaggio dell'opera provvisoria e comunque prima del suo utilizzo.

6. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

6.1. Criteri generali

Nelle demolizioni e rimozioni si procederà alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono, in alcuni casi, ancora potersi impiegare.

Tutti i materiali riutilizzabili devono essere opportunamente puliti.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni saranno trasportati fuori del cantiere fino alle pubbliche discariche.

Dovranno essere osservate, **in fase esecutiva, tutte le prescrizioni e direttive derivanti dall'applicazione del Piano di sicurezza e coordinamento.**

In fase di demolizione e/o rimozione si dovrà assolutamente evitare l'accumulo di materiali di risulta sulle strutture da demolire o sulle opere provvisionali, in misura tale che si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose. I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportati in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulta in ogni caso vietato il getto dall'alto dei materiali. Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte; ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc. tali interventi venissero estesi a parti non dovute, si dovrà procedere, senza onere per la stazione appaltante al ripristino delle stesse.

Eventuale presenza di materiali tossici o nocivi, o presunti tali (amianto, solventi, oli, ecc.) dovrà essere segnalata alla D.L. per i provvedimenti del caso.

La raccolta e lo smistamento dei rifiuti dovranno avvenire in modo differenziato, separando le tipologie dei materiali.

Le demolizioni di murature, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi 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 nei loro assestamento e per evitarne la dispersione.

L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta, adottando di preferenza il seguente criterio:

- conferimento dei materiali frantumabili quali murature, intonaci e simili a ditte specializzate nel loro riciclo: saranno preferite ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
- vendita del ferro a ditte specializzate nella raccolta di materiali metallici, con facoltà dell'Appaltatore di trattenere l'eventuale ricavo;
- conferimento degli altri materiali a discariche autorizzate, con diritti di discarica ed ogni altro onere interamente a carico dell'Appaltatore.

6.2. Opere di demolizione e rimozioni fuori terra

Opere di demolizione; si intendono:

- Demolizione completa di fabbricati ed altri manufatti esistenti in legno, pietrame, muratura, c.a., etc. e delle relative fondazioni ed altre parti entro terra;
- Rimozione di eventuali alberi e ceppaie esistenti, salvo quelli da conservare, secondo le indicazioni di progetto e della D.L.;
- Rimozione di eventuali recinzioni esistenti di qualsiasi specie e delle relative fondazioni;
- Rimozione e/o spostamento di eventuali reti esistenti, sia relative a sottoservizi che aeree, previo accordo delle relative modalità e tempi con gli enti e le aziende interessate: l'Appaltatore verifica già in sede di gara le necessità e condizioni di tali eventuali spostamenti, allo scopo di evitare ritardi imputabili a tali rimozioni e/o spostamenti, e predispone un piano operativo di cantiere che tiene conto di tali esigenze;
 - Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso, sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventualmente adiacenti.
 - Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.
 - La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
- L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demoli-

zioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta, adottando di preferenza il seguente criterio:
 - conferimento dei materiali frantumabili quali murature, intonaci e simili a ditte specializzate nel loro riciclo: saranno preferite ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - vendita del ferro a ditte specializzate nella raccolta di materiali metallici, con facoltà dell'Appaltatore di trattenere l'eventuale ricavo;
 - conferimento degli altri materiali a discariche autorizzate, con diritti di discarica ed ogni altro onere interamente a carico dell'Appaltatore.

6.3. Demolizione di elementi strutturali in c.a.

Demolizione e taglio di tutti gli elementi strutturali in c.a., di cui il progetto non prevede la conservazione, previa rimozione di tutti gli elementi di finitura ad esso agganciati quali lattonerie, manti di impermeabilizzazioni, ecc.

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso, sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventualmente adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire, questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivo nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta, sulle strutture da demolire o sulle opere provvisoriale, in misura tale che si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose. I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.

L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti i materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.4. Rimozione di strutture, sovrastrutture ed altri elementi metallici

Si intende:

- Rimozione di tutti gli elementi accessori presenti nelle strutture da demolire, così da lasciare a nudo la struttura;
- Demolizione di tutte le strutture nonché le sovrastrutture metalliche di cui il progetto non prevede la conservazione, ivi incluse le parti complementari non metalliche e quant'altro;
 - Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - Prima di iniziare a demolire l'appaltatore dovrà accertarsi che siano state prese alcune importanti precauzioni, quali:
 - Disconnessione della rete impiantistica elettrica di alimentazione degli utilizzatori presenti nelle pareti;
 - Accertamento per prelievo ed esame di laboratorio della presenza di amianto, fibre tossiche, o altro agente di rischio per gli operatori e per gli abitanti. Qualora le pareti contengano materiali a base di fibre tossiche per l'organismo umano, se respirate, l'ambiente oggetto della demolizione dovrà essere restituito alla Stazione appaltante previa pulitura di ogni superficie per aspirazione e certificazione scritta di avvenuta bonifica dei locali e di restituzione in condizioni di inquinamento di fondo al di sotto delle soglie di rischio.
 - La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione della pavimentazione dovrà tenere in considerazione la natura della struttura portante, la sua elasticità, l'innescò di vibrazioni e la presenza di apparecchiature di particolare carico concentrato gravanti sul solaio portante della partizione orizzontale.
 - Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso, sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventualmente adiacenti.
 - La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
 - Nella demolizione di strutture metalliche é tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire, questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabi-

lità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivo nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta a ditte attrezzate per la raccolta di materiali metallici, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta, sulle strutture da demolire o sulle opere provvisorie, in misura tale che si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose. I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.
 - La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.
 - L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.5. Demolizione di pavimentazioni

Si intendono:

- Rimozione della pavimentazione di cui il progetto non prevede la conservazione, così da lasciare a nudo la struttura del solaio, ivi incluso tutta la pavimentazione di finitura e il massetto di posa.
 - Prima di attuare la demolizione della pavimentazione l'Appaltatore dovrà effettuare sondaggi anche parzialmente distruttivi atti a verificare la consistenza materica, le altezze e gli spessori in gioco al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione del sottofondo dovrà tenere in considerazione la natura della struttura portante, la sua elasticità, l'innescò di vibrazioni e la presenza di apparecchiature di particolare carico concentrato gravanti sul solaio portante della partizione orizzontale ed essere così in grado d'affrontare in ogni stadio dei lavori tutte le evenienze che possano presentarsi;
 - Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.

- La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta a ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta.
 - I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportati in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.
 - La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.
 - L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.6. Demolizioni e rimozione di elementi vari

Le soluzioni di progetto prevedono:

- Rimozione di cordoli in materiale lapideo od in elementi prefabbricati artificiali e masselli di cls, di qualsiasi sezione e lunghezza;
- Rimozione della segnaletica verticale ad esclusione di quelli che si intendono conservare, secondo le indicazioni di progetto e della D.L.;
- Rimozione di pozzetti, ad esclusione di quelli che si intendono conservare, secondo le indicazioni di progetto e della D.L., nei limiti e con le modalità di cui alla normativa generale e locale vigente e sentito il parere della locale autorità di bacino, nei casi di competenza;
 - Prima di attuare la demolizione l'Appaltatore dovrà effettuare sondaggi anche parzialmente distruttivi atti a verificare la consistenza materica, le altezze e gli spessori in gioco al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione del sottofondo dovrà tenere in considerazione la natura del luogo e delle strutture vicine ed essere così in grado d'affrontare in ogni stadio dei lavori tutte le evenienze che possano presentarsi;

- Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.
- La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta a ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta.
 - I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere.
 - La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.
 - L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.7. Rimozione di accessori di ogni genere

Rimozione di attrezzature di ogni genere, si prevede:

- Rimozione di apparecchi ed attrezzature presenti e da rimuovere, incluso lo smontaggio la pulizia e l'idoneo accatastamento all'interno del cantiere per l'eventuale riposizionamento e/o smaltimento in discarica secondo indicazioni della D.L.;
 - Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi..
 - La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza

- L'appaltatore dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle sostituzioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le rimozioni dovranno essere limitate alle parti prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.8. Demolizione pavimentazione bituminosa

Demolizione pavimentazione bituminosa, si prevede:

- Demolizione dell'attuale pavimentazione per tutto lo spessore dello strato di usura, binder e strati di base di qualsiasi spessore con mezzi meccanici adeguati in modo tale da non danneggiare le strutture adiacenti:
 - Prima di attuare la demolizione della pavimentazione l'Appaltatore dovrà effettuare sondaggi anche parzialmente distruttivi atti a verificare la consistenza materica, le altezze e gli spessori in gioco al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione della pavimentazione dovrà tenere in considerazione la natura del luogo e delle strutture vicine ed essere così in grado d'affrontare in ogni stadio dei lavori tutte l'evenienze che possano presentarsi;
 - Prima di dare inizio alle demolizioni, l'Appaltatore accerterà che siano interrotte l'erogazioni agli impianti d'elettricità, acqua, gas esistenti nel sottosuolo ed accerterà le condizioni che influiscono sugli scavi parziali necessari per eseguire le nuove fondazioni.
 - La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta a ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta.
 - I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere.
 - La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.
 - L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.9. Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Ripristino pavimentazione esistente, si prevede:

- Fresatura meccanica atta a ridurre la quota del piano viabile e ad eliminare tratti ammalorati di superficie variabile, eseguita con idonei macchinari semoventi con sistema di intervento a freddo, per profondità di lavorazione variabili secondo progetto.
- Eliminazione di polveri e/o fumo durante tutta la lavorazione mediante l'impiego di idonei apparecchi e pulizia del fondo stradale che, ad intervento avvenuto, dovrà risultare perfettamente transitabile anche senza ulteriori trattamenti.
- Pulizia del piano d'appoggio e spruzzatura di emulsione bituminosa al 55 % in ragione di 1 kg/m²;
- Strato di collegamento di spessore cm7 in conglomerato bituminoso semiaperto (Binder) costituito da materiale litoide assortito a granulometria passante fino a 3 cm e da bitume puro in ragione del 4-5% del peso degli inerti, secondo le norme di C.N.R., steso con vibrofinitrice e rullato a caldo; (Pacchetto tipo 3)
- Pulizia del piano d'appoggio e spruzzatura di emulsione bituminosa al 55 % in ragione di 0.7 kg/m²;
- Strato di usura di spessore cm 3 in conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente costituito da idonea miscela granulometrica di pietrischetto, graniglia basaltica, sabbia e additivo, impastato con bitume a caldo in apposito impianto centralizzato, posto in opera con macchina vibrofinitrice, costipato con rulli gommati e lisci.

6.10. Rimozione delle aiuole esistenti compresa la vegetazione presente

Rimozione della vegetazione esistente:

- Rimozione degli arbusti presenti.
- Rimozione della vegetazione presente.
- Fresatura meccanica di cordoli o di altri elementi necessari ad arrivare al piano di progetto.

6.11. 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, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie 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 (questa 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., tuttavia, qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuto 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 che 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

6.12. Demolizione e rimozione di manufatti vari

Demolizioni e rimozione, le soluzioni di progetto prevedono:

- Rimozione di cordoli in materiale lapideo od in elementi prefabbricati artificiali e masselli di cls, di qualsiasi sezione e lunghezza;
- Rimozione della segnaletica verticale ad esclusione di quelli che si intendono conservare, secondo le indicazioni di progetto e della D.L.;
- Rimozione di pozzetti, ad esclusione di quelli che si intendono conservare, secondo le indicazioni di progetto e della D.L., nei limiti e con le modalità di cui alla normativa generale e locale vigente e sentito il parere della locale autorità di bacino, nei casi di competenza;
 - Prima di attuare la demolizione l'Appaltatore dovrà effettuare sondaggi anche parzialmente distruttivi atti a verificare la consistenza materica, le altezze e gli spessori in gioco al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari, e l'impiego del personale.
 - La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione del sottofondo dovrà tenere in considerazione la natura del luogo e delle strutture vicine ed essere così in grado d'affrontare in ogni stadio dei lavori tutte le evenienze che possano presentarsi;
 - Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.

- La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.
- Selezione e smaltimento di tutti i materiali di risulta a ditte attrezzate per la separazione delle armature dal calcestruzzo, con oneri interamente a carico dell'Appaltatore;
 - In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta.
 - I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportatori in basso con idonee apparecchiature e bagnati onde evitare il sollevamento di polvere.
 - La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.
 - L'appaltatore dovrà eseguire un'accurata pulizia dell'area di cantiere, e dovrà provvedere al trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza di tutti materiali di risulta provenienti dalle rimozioni e dalle demolizioni, ovvero provvedendo all'accantonamento nei luoghi indicati dalla D.L., ubicati siti nell'ambito del territorio provinciale, dei materiali che l'Amministrazione volesse conservare.

Le demolizioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

6.13. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."
- "Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale"
- D.M. 1.4.98, n. 145 "Definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi dell' art. 15 del D.Lgs. 22/97 (aggiornato con le modifiche disposte dalla direttiva ministeriale 9 aprile 2002)"
- Circolare 4 agosto 1998, n. GAB/DEC/812/98 "Esplicativa sulla compilazione dei registri di carico scarico dei rifiuti e dei formulari di accompagnamento dei rifiuti trasportati individuati, rispettivamente, dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 145, e dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 148"

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

6.14. Modalità di esecuzione

L'Appaltatore, in conformità con i grafici ed altri allegati di progetto e di contratto e nel rispetto del capitolato, provvede a tutti i trasporti, a qualunque distanza, con qualunque mezzo ed in qualunque condizione, sia all'in-

terno che all'esterno del cantiere, e provvede in particolare al trasporto a discarica autorizzata di tutti i materiali sia di risulta, che comunque presenti in cantiere all'atto della presa in consegna e durante tutto il periodo dei lavori, secondo quanto indicato dalla DL.

Le operazioni di trasporto includono sempre l'onere di carico su automezzo e successivo scarico nel sito di destinazione.

L'Appaltatore deve provvedere ai materiali di consumo degli automezzi ed alla mano d'opera del conducente.

Deve provvedere inoltre al carico sui mezzi ed al trasporto a discarica a qualsiasi distanza, e deve accollarsi i diritti di discarica.

I mezzi di trasporto debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche, assicurati come per legge, tasse pagate.

E' vietato l'uso di mezzi per i quali sia scaduto il termine per l'effettuazione del collaudo, pur se richiesto e non ancora effettuato per ritardi non imputabili all'Appaltatore.

Il trasporto deve avvenire presso discariche autorizzate a seconda della tipologia del materiale da smaltire (ordinario, speciale, tossico-nocivo, etc).

Salvo diverse indicazioni di contratto, tutti gli oneri di discarica restano a carico dell'Appaltatore, inclusi nei prezzi di elenco relativi al trasporto a discarica (in caso di appalto a misura) ovvero nel prezzo a forfait globale (nel caso di appalto a corpo).

L'Appaltatore, in mancanza di diverse specifiche indicazioni di progetto, deve provvedere al trasporto e alla sistemazione nell'ambito del cantiere del materiale riutilizzabile proveniente dagli scavi o dalle demolizioni, ed al trasporto a discarica di quello non riutilizzabile.

L'Appaltatore deve altresì provvedere all'accantonamento provvisorio, per tutto il tempo necessario, del materiale proveniente dagli scavi in siti intermedi, ove tale operazione si rendesse necessaria in relazione alle esigenze operative del cantiere o alle esigenze di sicurezza o nel caso in cui accantonamenti intermedi del materiale si rendessero necessarie per esigenze tecniche specifiche, quali ad esempio la formazione dei rilevati a strati successivi.

6.15. Oneri e norme di misurazione

Demolizioni e rimozioni

Salvo diversa prescrizione le opere da demolire e/o rimuovere saranno valutate a cubatura, superficie o sviluppo lineare nella condizione ante-operam (prima di dare luogo alle lavorazioni) ovvero a corpo secondo quanto indicato nell'elenco prezzi.

Le voci di Elenco prezzi per demolizioni e/o rimozioni oltre a quanto indicato nei precedenti paragrafi comprendono tutti gli oneri provvisionali per mezzi d'opera, l'impiego di personale e per l'adozione di qualsiasi tecnica di esecuzione delle demolizioni e rimozioni stesse.

E' compensato altresì dai prezzi stessi, l'onere per l'adozione di ogni accorgimento affinché l'esecuzione delle demolizioni avvenga in tutta sicurezza (ponteggi, stuoie, barriere, ripari, segnalazioni diurne e notturne, ecc.) sia nei riguardi del personale dipendente dell'Appaltatore che di Terzi.

Nei prezzi delle voci di Elenco Prezzi è compreso il carico, trasporto e scarico in discariche autorizzate, compreso l'onere per il conferimento del materiale alla discarica.

Nel caso in cui le lavorazioni inerenti demolizioni e/o rimozioni siano eseguite, su ordine dalla Direzione Lavori, con recupero del materiale riutilizzabile mediante ogni accorgimento e mezzo d'opera atto al recupero stesso, la pulitura dei materiali per renderli di nuovo idonei al reimpiego, il trasporto e l'accatastamento degli stessi nei luoghi indicati dalla Committente nell'ambito del cantiere, sono previste in elenco le specifiche voci di prezzo che compensano, oltre ai precedenti, anche gli oneri di cui al precedente comma.

7. MOVIMENTI DI TERRA

7.1. Criteri generali

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, devono essere eseguiti secondo i disegni di progetto e tenendo conto della relazione geologica e geotecnica, nonché' secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla DL.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, devono essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che l'Appaltatore deve provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse devono essere depositate in luogo adatto, accettato dalla DL, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non devono essere di danno ai lavori ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La D.L. può fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

L'Appaltatore è tenuto, in sede di compilazione del verbale di consegna dei lavori, od al massimo entro 30 giorni dalla consegna stessa, ad effettuare il rilievo del terreno redigendo i piani quotati ed i profili longitudinali e trasversali che saranno verificati in contraddittorio con la Direzione dei lavori, e verranno sottoscritti dalle parti.

Nell'esecuzione delle opere di scavo, l'Appaltatore deve attenersi scrupolosamente alle seguenti prescrizioni:

- devono essere predisposte opportune vie di scarico per l'allontanamento delle acque meteoriche al fine di evitare il rischio di franamento delle scarpate;
- gli scavi devono essere segnalati con idonei cartelli;
- vanno usate particolari cautele nel prosciugamento di scavi in presenza di acqua;
- va accertata la non presenza di gas nocivi prima di scendere in pozzi o scavi già iniziati.

Sono considerati come scavi a sezione obbligata anche quelli per dar luogo alle fogne.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle opere successive prima che la DL abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione devono essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, devono, a richiesta della DL, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze..

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo. Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e

dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle opere, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

L'Appaltatore deve provvedere al riempimento con pietre e con murature o con terra pilonata (secondo quanto dispone la D.L.) delle parti di scavo che risultano eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi o quando lo scavo debba essere effettuato al disotto dell'acqua sorgiva o sia comunque soggetto a riempirsi d'acqua gli scavi, sia a sezione aperta che a sezione obbligata, devono essere solidamente puntellati e sbatacchiati con robuste armature in modo da assicurare contro ogni pericolo le persone e le cose, ed impedire smottamenti di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature. Le pareti armate devono essere assicurate con tiranti saldamente fissati a traversoni disposti sopra la bocca degli scavi.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore può recuperare le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera; tuttavia, le armature che, a giudizio della DL, non possono essere tolte senza pericolo o danno per il lavoro, devono essere abbandonate, restando stabilito che nessun compenso spetta per queste all'Appaltatore.

L'Appaltatore responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla DL.

7.2. Scavi e movimenti di terra

Si intendono:

- Scavi e più precisamente:
 - Scavo di sbancamento e a sezione obbligata sino alla quota, di posa del sottofondo in cls dei vespai e delle fondazioni eseguito con mezzi meccanici, e successiva regolarizzazione del fondo;
 - Scavo di sbancamento nelle aree esterne sino alla quota di progetto del sottofondo delle pavimentazioni;
 - Selezione del materiale di scavo ed accantonamento dello stesso su aree chiuse;
 - Trasporto nell'ambito del cantiere, anche a più riprese con accantonamenti intermedi, secondo le esigenze di organizzazione del cantiere, del programma esecutivo dei lavori, del materiale destinato al riutilizzo.
 - Carico su automezzo e trasporto a discarica autorizzata del materiale di risulta salvo quelli destinati al riutilizzo;
 - Espletamento delle pratiche di smaltimento del materiale di risulta, ivi incluse le analisi e relative certificazioni, ove previste dalla vigente normativa, attestanti la classe del rifiuto, e pagamento degli oneri di discarica.
 - Nella fase di demolizione deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di scavo con opportune recinzioni e segnalazioni; la successione dei lavori deve risultare

da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

- Formazione di rilevato per modellazione dei piani esterni, e precisamente:
 - Compattazione meccanica del fondo dello scavo;
 - Formazione di rilevato con materiale proveniente dagli scavi, secondo le sagome di progetto, sino alla quota di posa dei sottofondi delle pavimentazioni o altre sistemazioni superficiali, posato, se necessario bagnato, e compattato a strati non superiori a cm 30;
 - Rinterri dell'eccesso di scavo delle strutture di fondazione, e compattazione del materiale con materiale proveniente dagli scavi, sino alla quota di posa dei sottofondi delle pavimentazioni o altre sistemazioni superficiali, posato, se necessario bagnato, e compattato a strati non superiori a cm 30.
 - L'Appaltatore, prima di destinare i materiali di scavo al riutilizzo per i rilevati, ne chiederà autorizzazione alla D.L., che indicherà quali partite di materiale utilizzare per prime e su quali rilevati.

L'Appaltatore eseguirà inoltre tutti gli scavi di natura provvisoria, anche se non strettamente necessari in relazione alle geometrie delle opere e manufatti, ma derivanti, secondo giudizio della DL, da esigenze di sicurezza, di tempistica dei lavori, o semplicemente di opportunità al fine di garantire la gestione ottimale del cantiere, anche in relazione alle attività poste in essere dall'Amministrazione o da altri soggetti nelle aree limitrofe.

Nel caso di opere provvisorie l'Appaltatore è tenuto al ripristino dei luoghi.

7.2.1. Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

7.2.2. Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988 n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno , allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni , leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque .

7.2.3. Scavi per posa condotte.

Gli scavi per la posa di condotte dovranno essere spinti per non meno di 10/12 cm oltre le profondità indicate dai profili esecutivi, e ciò per consentire la stesa di uno strato di sabbia per la creazione del letto di posa delle tubazioni.

I terreni di risulta dagli scavi su strade asfaltate e bianche, saranno portati a rifiuto nelle pubbliche discariche a cura e spese dell'Impresa e dovranno essere sostituiti con sabbia il cui prezzo verrà compensato a metro cubo con i prezzi di elenco.

Per dare luogo alla continuità del transito in genere, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle necessarie segnalazioni le quali di notte dovranno essere luminose (sono vietati i segnali a fiamma libera) e all'occor-

renza custodite. L'Impresa inoltre dovrà installare a sua cura e spese le segnalazioni verticali, orizzontali e semaforiche, che saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori o da Enti Concessionari. Dovranno essere posate, sorvegliate, mantenute in efficienza a cura e spese dell'Impresa sia sui tratti interessati dai lavori che in tutte le altre aree dove verrà disposta l'installazione delle stesse.

L'Impresa si assumerà la completa responsabilità di eventuali danni a persone e cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie. Fino al definitivo ripristino delle sedi viabili l'Impresa è tenuta ad installare tutte le segnalazioni, in numero e qualità, secondo quanto previsto dal nuovo codice della strada.

Prima di dare luogo all'inizio dei lavori l'Impresa deve ottenere l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori ed anche il preventivo consenso, per quanto di sua pertinenza dalle autorità competenti e dai privati proprietari per ciò che riguarda la manomissione di strade, piazze, aree pubbliche e private anche se per occupazione provvisoria ed attenersi alle prescrizioni degli stessi. Se previsto l'insediamento di tubazioni nella sede stradale l'Impresa dovrà procedere alla formazione degli scavi per tratti brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo, per ogni singolo tratto, il tempo di permanenza con scavo aperto. Lo sviluppo di tali tratti verrà indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

La demolizione del manto stradale flessibile dovrà avvenire esclusivamente mediante l'impiego di fresatura meccanica e potrà essere consentito il riutilizzo dei materiali bituminosi frantumati e provvisoriamente accantonati in luoghi da reperire a cura e spese dell'Impresa. Qualora la natura del terreno di posa richiedesse la formazione di platea continua in calcestruzzo armato per il sostegno delle condotte l'Impresa è tenuta a procedere rispettando le seguenti fasi di avanzamento:

- apertura di scavo per un tratto corrispondente alla produzione giornaliera;
- getto in opera nella stessa giornata della platea (sono escluse soluzioni alternative che prevedano elementi prefabbricati) la quale sarà compensata a parte ed avrà uno spessore minimo di cm. 15;
- posa in opera della condotta non prima di 24 ore dalla ultimazione del getto;
- rinalzo e copertura della condotta, da effettuarsi nello stesso giorno della posa con sabbia, fino a 50 cm al di sotto del piano viabile finito;
- apertura nella stessa giornata di posa della condotta di un ulteriore tratto e getto della platea;
- posa della condotta dopo 24 ore di maturazione.

Si procederà in tal guisa fino alla completa ultimazione dei lavori di posa e senza soluzione di continuità.

La stesura del binder per la larghezza corrispondente degli scavi sarà eseguita nel più breve termine possibile.

Per particolari esigenze la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di ordinare l'immediato ripristino dei pavimenti flessibili.

L'Impresa è tenuta a provvedere alle riprese successive dei basamenti stradali e degli asfalti, che si verificassero necessarie per avvallamenti ed assestamenti in genere fino all'assestamento definitivo. A tal proposito si ricorda che, ogni qualvolta la Stazione Appaltante ravviserà la necessità di ricorrere a ripristini, ne darà immediata informazione tramite fax, o raccomandata a RR nei casi meno urgenti, all'Impresa invitandola ad intervenire. Trascorso il termine di 5 giorni dall'avviso senza che l'Impresa sia intervenuta, l'amministrazione potrà far eseguire i lavori ad altre Imprese, con facoltà di rivalsa delle spese relative nel successivo stato di avanzamento e

certificato di pagamento emesso a favore dell'Appaltatore. Egualmente saranno trattenute somme per interventi urgenti che si dovessero disporre senza poter avvisare l'Impresa.

L'Appaltatore è obbligato in particolare ad attenersi scrupolosamente alle disposizioni emanate per il tramite della Direzione dei Lavori dai vari Enti investiti della sorveglianza e manutenzione delle strade interessate ai lavori.

Per gli attraversamenti subalvei di fossi o di canali l'Impresa dovrà provvedere a tutte quelle opere di difesa da ritenersi necessarie affinché il piano di posa della condotta o l'eventuale sifone di attraversamento non generi travenazioni e non venga minimamente alterato il profilo del corso d'acqua. Le opere di difesa dovranno essere studiate in modo tale da assicurare il regolare deflusso delle acque.

Dei relativi oneri derivanti ed incontrati, compresi quelli per la sistemazione dei fondi e delle scarpate in modo da rimettere tutto in pristino stato, l'Impresa dovrà tenere debito conto nel formulare il prezzo unitario a metro lineare con il quale verrà pagata la condotta.

Tutte le pareti laterali degli scavi dovranno essere sostenute con armature a cassa chiusa o in casi particolari blindate con travi guida metalliche a semplice o doppio binario da infiggere nel terreno atte a ricevere i pannelli scorrevoli, qualora la profondità dello scavo superi 150 cm. Gli oneri per l'armamento degli scavi sono compresi nel prezzo a metro cubo con cui viene compensato lo scavo.

7.2.4. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, se necessario, di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

7.3. Rinterri e/o bonifiche

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

7.3.1. Bonifica

La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4 , A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A2-6, A2-7, A4 e A5, se provenienti dagli scavi;

Il materiale A1, A3 dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 40 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5 , gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Per il materiale A2-6, A2-7, A4 e A5 i materiali devono essere posti in opera con condizioni meteorologiche tali da non comportare aumenti della umidità naturale della terra (assenza di pioggia, tempo secco, vento), con strati di spessore non superiore a 25 cm e dovranno essere opportunamente costipati per ottenere un CBR minimo pari a 5.

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

7.3.2. Rinterri

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i mate-

riali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi. Nel caso in cui le operazioni di scavo interessino condotte esistenti da mantenere, l'impresa dovrà provvedere alla loro sistemazione senza oneri aggiuntivi rispetto a quelli previsti nel progetto.

Si devono sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, escludendosi in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Il pietrame per i riempimenti deve costituito da ciottoli e pietre naturali sostanzialmente compatte ed uniformi.

7.3.3. Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006), , con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

7.4. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- CNR-B.U. n. 146/1992: Determinazione dei moduli di deformazione M_d e $M_d 1$ mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- UNI EN 13285:2010 "Miscele non legate – Specifiche".
- UNI EN ISO 14688-1:2003 "Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione"
- UNI EN 13242:2004 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade"
- CNR-B.U. n. 69/1978 Norme sui materiali stradali - Prova di costipamento di una terra.
- UNI EN 13286-47:2006 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento".
- D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale"
- D. Lgs. n. 219 del 10 dicembre 2010 "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque"
- CNR NTS 93/83: Campionatura di aggregati
- CNR NTS 95/84: Forma di aggregati lapidei
- D.M. 1.4.98, n. 145 "Definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento"

dei rifiuti ai sensi dell' art. 15 del D.Lgs. 22/97 (aggiornato con le modifiche disposte dalla direttiva ministeriale 9 aprile 2002)”

- Circolare 4 agosto 1998, n. GAB/DEC/812/98 “Esplicativa sulla compilazione dei registri di carico scarico dei rifiuti e dei formulari di accompagnamento dei rifiuti trasportati individuati, rispettivamente, dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 145, e dal decreto ministeriale 1° aprile 1998, n. 148”
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - recante “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”
- “Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- UNI EN ISO 14688-1:2003: Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione.
- UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005: Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg.
- CNR-B.U. n. 69/1978 Norme sui materiali stradali; Prova di costipamento di una terra
- CNR-B.U. n. 146/1992: Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md 1 mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- UNI EN 13242:2013: Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

7.4.1. Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L' Appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla Stazione Appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l' Appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L' Appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

L'Appaltatore deve provvedere al riempimento con pietre e con murature o con terra pilonata (secondo quanto dispone la DL) delle parti di scavo che risultano eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti.

7.5. Materiali di risulta

Senza che ciò dia diritto a pretendere maggiorazioni sui prezzi d'elenco, i materiali scavati che, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, devono essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se è il caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con la D.L. e la stazione appaltante, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Di norma, i materiali scavati che risultino idonei per il rinterro devono essere depositati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'appaltatore.

Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente, come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.

Nel deposito dei materiali di risulta, si deve prestare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti d'ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.

Di norma, i materiali occorrenti per la canalizzazione ed i materiali da riutilizzare per la massicciata stradale devono essere accatastati sul lato della fossa opposto a quello in cui vengono realizzati i cumuli per il rinterro, avendo cura di mantenere libera una striscia sufficiente per il trasporto dei materiali lungo la fossa.

I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al rinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a discarica senza deposito intermedio. qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio, prescritto o comunque accettato dalla direzione dei lavori, ovvero al rinterro dei tronchi di canalizzazione già ultimati.

7.5.1. Sistemazione in cantiere e trasporto a discarica

L'Appaltatore, in mancanza di diverse specifiche indicazioni di progetto, deve provvedere al trasporto e alla sistemazione nell'ambito del cantiere del materiale riutilizzabile proveniente dagli scavi o dalle demolizioni, ed al trasporto a discarica di quello non riutilizzabile.

L'Appaltatore deve altresì provvedere all'accantonamento provvisorio, per tutto il tempo necessario, del materiale proveniente dagli scavi in siti intermedi, ove tale operazione si rendesse necessaria in relazione alle esigenze

operative del cantiere o alle esigenze di sicurezza o nel caso in cui accantonamenti intermedi del materiale si rendessero necessarie per esigenze tecniche specifiche, quali ad esempio la formazione dei rilevati a strati successivi.

Puntellature e sbacchiature

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi o quando lo scavo debba essere effettuato al disotto dell'acqua sorgiva o sia comunque soggetto a riempirsi d'acqua gli scavi, sia a sezione aperta che a sezione obbligata, devono essere solidamente puntellati e sbacchiati con robuste armature in modo da assicurare contro ogni pericolo le persone e le cose, ed impedire smottamenti di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature. Le pareti armate devono essere assicurate con tiranti saldamente fissati a traversoni disposti sopra la bocca degli scavi.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore può recuperare le armature, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera; tuttavia, le armature che, a giudizio della DL, non possono essere tolte senza pericolo o danno per il lavoro, devono essere abbandonate, restando stabilito che nessun compenso spetta per queste all'Appaltatore.

L'Appaltatore responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla DL.

7.6. Modalità di esecuzione

7.6.1. Scavi

7.6.1.1. Scavi di sbancamento

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, si deve provvedere all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

7.6.1.2. Scavo a sezione obbligata o di fondazione

Per scavi a sezione obbligata, in generale si intendono quelli incassati, e a sezione ristretta, necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi a sezione obbligata o di fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi con nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

7.6.1.3. Cunicoli

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

7.6.1.4. Condutture

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

7.6.1.5. Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

7.6.1.6. Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, deve assolutamente evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili anche lievi assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico. Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più prossimi.

7.6.1.7. Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

7.6.1.8. Accorgimenti

L'impresa dovrà eseguire lo scavo con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto esecutivo indicate nei profili longitudinali;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo e danneggiamenti alla tubazione eventualmente posata;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo però anche cura di non ostacolare l'eventuale traffico di superficie.
- durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi dovrà premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. La larghezza dello scavo dovrà essere suf-

ficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed un agevole collegamento dei diversi elementi della tubazione.

opere provvisoriali

Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette rispettando le indicazioni specifiche della direzione dei lavori e le norme antinfortunistiche. A giudizio della direzione dei lavori, potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse poco profonde, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.

Nell'esecuzione degli scavi in trincea, l'appaltatore – senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso – dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal direttore dei lavori. Pure senza speciale compenso – bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'elenco stabilisce in funzione delle varie profondità – l'appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile. La suola della fossa deve essere realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento. Se il condotto viene posato direttamente sulla suola e ricalzato, dovrà prestarsi attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del ricalzo.

Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, dovrà essere temporaneamente difeso dall'imbibizione, che provocherebbe rammollimento. Lo strato protettivo dovrà essere allontanato immediatamente prima di costruire la canalizzazione.

7.6.1.9. Aggottamenti

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggottamento o abbassamento della falda.

Va tuttavia precisato che, poiché gli scavi devono di norma essere eseguiti da valle verso monte, per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti. Parimenti, quando l'appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggottamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.

La posa in opera di condotte in presenza d'acqua di falda richiede che si proceda, nel tratto interessato dal lavoro, all'abbassamento del livello al di sotto del fondo dello scavo stesso con un sistema di drenaggio.

Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori devono di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della direzione dei lavori.

Il sistema delle opere di aggottamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la direzione dei lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'impresa è ob-

bligata a adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Sono a carico dell'impresa, oltre alle necessarie analisi delle caratteristiche di permeabilità del suolo e prospezioni per determinare il livello della falda freatica – da effettuare prima dell'inizio dei lavori – le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio – da un punto all'altro dei lavori – dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con i compensi stabiliti dall'elenco per i noli delle pompe: il noleggio, la posa, e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico, nei limiti tuttavia d'un percorso totale di 30,00 m. Tali compensi saranno commisurati alle ore di effettivo lavoro, con deduzione delle interruzioni, qualunque ne sia la causa; essi si intendono invariabili, anche per prestazioni in ore notturne e festive.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggotamento, l'impresa – a richiesta della direzione dei lavori e senza alcun particolare compenso oltre quelli stabiliti dall'elenco prezzi – dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate, allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggotamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

In tutti i lavori di aggotamento, si deve prestare attenzione a non asportare con l'acqua pompata particelle di terra, per non compromettere la resistenza del suolo. In ogni caso, a lavori ultimati, l'impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

7.6.1.10. Reinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le strutture di fondazione o da addossare alle strutture stesse e fino alle quote prescritte dalla D.L., salvo diverse prescrizioni di progetto, si devono impiegare fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nell'ambito del cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della DL, per la formazione dei rilevati, dopo avere provveduto alla cernita e all'accatastamento dei materiali che si ritengono idonei per la formazione di ossature, inghiaamenti, costruzioni murarie, etc., i quali restano di proprietà della Committente.

Quando vengono a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si utilizzano le materie prelevandole da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla DL; le quali cave possono essere aperte dovunque l'impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria e forestale, nonché stradale.

Le suddette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'appaltatore, devono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo, l'Appaltatore, quando occorra, deve aprire opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito devono avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendano necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle presenti prescrizioni, sono a completo carico dell'Appaltatore.

7.6.1.11. Preparazione dell'area

La preparazione dell'area dove deve essere eseguito il rilevato deve prevedere il taglio di eventuali piante, l'estirpazione delle radici, ceppaie, arbusti, etc ed il loro avvio a discarica.

La superficie del terreno sulla quale devono elevarsi i terrapieni, deve essere previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

La terra da trasportare nei rilevati deve essere anche essa preventivamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea.

Prima di procedere all'esecuzione delle opere in terra, l'Appaltatore deve effettuare uno studio per accertare che i materiali da impiegare, abbiano le caratteristiche richieste, nonché per definire le modalità di esecuzione e gli impianti da impiegare, al fine di ottenere un'opera avente le caratteristiche prescritte.

Nel definire le modalità esecutive, l'Appaltatore deve tenere conto di quanto segue:

- lo spessore degli strati, misurato dopo il costipamento, deve essere 0.20 m.;
- il numero delle passate del rullo non deve essere inferiore a 6;
- la larghezza della sovrapposizione delle singole passate non deve essere inferiore a 0.50 m.;
- la velocità operativa del rullo non deve essere superiore a 4 Km/h.

La formazione del piano di posa deve quindi essere eseguita mediante completa asportazione del terreno vegetale e sua sostituzione con materiale idoneo, per una profondità media di cm 20, o superiore qualora la DL lo ritenga necessario e lo ordini.

7.6.1.12. Reinterri di fondazione

Per i rinterri da addossarsi alle strutture di fondazione, si devono sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rinterri e riempimenti, deve essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza e mai superiore a 20 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture di fondazione su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

7.6.1.13. Compattamenti

Tutte le terre, una volta stese nelle posizioni prescritte dalla DL, devono, strato per strato, essere ben costipati con vibrator meccanici. L'ultimo strato deve essere ben livellato fino a raggiungere la quota finale di progetto a compattamento avvenuto secondo gli indici di progetto riferiti alla normativa AASHO.

Qualora non sia possibile completare le operazioni di compattazione dello strato steso, devono essere effettuate almeno le prime due passate della compattazione prescritta.

Alla ripresa delle operazioni di compattazione o alla stesura del nuovo strato, qualora la superficie risultasse alterata da agenti atmosferici e/o da altre cause accidentali, l'Appaltatore deve eseguire un'adeguata scarificazione, con rimozione del materiale che non risultasse più idoneo, seguita da livellatura, compattazione ed esecuzione (o ripetizione) delle occorrenti prove.

L'ammorsamento con opere in terra eventualmente esistenti, deve essere eseguito ricavando dei gradoni nella scarpata di quest'ultima in corrispondenza dello strato da stendersi, aventi pedata di circa 0.50 m. o comunque tale da assicurare che tutto il materiale sciolto esistente in superficie della scarpata venga asportato. In generale, la compattazione deve essere effettuata dopo aver verificato il contenuto di acqua presente nei materiali da utilizzare per il rilevato e che deve essere prossimo (+/-2%) ai livelli ottimali indicati dalle prove di laboratorio per ciascun tipo di materiale impiegato. Tutte le operazioni devono essere condotte con gradualità ed il passaggio dei rulli o delle macchine deve prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso per garantire una completa uniformità.

Nel caso di compattazioni eseguite su aree o parti di terreno confinanti con murature, paramenti o manufatti in genere si devono utilizzare, entro una distanza di due metri da questi elementi, piastre vibranti o rulli azionati a mano con le accortezze necessarie a non danneggiare le opere già realizzate. In questi casi può essere richiesto, dalla DL, l'uso di 25/50 Kg. di cemento da mescolare per ogni mc. di materiale da compattare per ottenere degli idonei livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti già realizzati.

7.6.1.14. Umidità di costipamento

L'umidità di costipamento non deve mai essere maggiore del limite del ritiro preventivamente definito in laboratorio, diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno sia maggiore di questo valore, occorre diminuire il contenuto di umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che viene indicato dalla DL, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare il materiale all'aria, previa disaggregazione.

Qualora, operando nel modo suddetto, l'umidità all'atto del costipamento risulta inferiore a quella ottenuta in laboratorio, si deve provvedere a raggiungere la prescritta densità massima apparente, aumentando il lavoro di costipamento meccanico.

7.6.1.15. Reinterri per la costruzione di strutture

L'eventuale rinterro sotto le solette a terra in calcestruzzo deve avvenire per strati orizzontali di eguale altezza e comunque non superiori ai 20 cm di spessore. Inoltre si procede alla compattazione meccanica dei suddetti strati prima che sia gettato lo strato superiore, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture di fondazione su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Il rinterro di scavi vicini ad elementi strutturali deve avvenire, per quanto possibile, solo dopo che l'elemento strutturale sia stato completato ed accettato. Il riempimento contro le strutture di calcestruzzo deve avvenire solo quando ordinato dalla DL.

Salvo diversa esplicita indicazione, la compattazione di tutti i riempimenti sotto le solette a terra deve essere fatta in maniera da avere una densità minima del 95% della densità massima.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o altri mezzi non possono essere scaricate direttamente contro le strutture, ma devono essere depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, al momento della formazione dei rinterri.

Per tali movimenti di materie deve sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che vengono indicate dalla DL.

7.6.1.16. Rinterri per tubazioni e linee di servizio

I materiali di riempimento devono essere depositati in strati da 15 cm di spessore al massimo e compattato con idonei compattatori fino a 30 cm sopra il tubo. Il materiale di riempimento in questa parte della trincea deve essere come specificato, e come indicato in progetto.

Particolare cura deve adottarsi per il rinterro dei cavi e delle tubazioni che, per i primi 30 cm, devono essere effettuato con materiale minuto privo di pietre e ciottoli, ricalzando bene le tubazioni onde evitare la formazione di vuoti al di sotto e lateralmente alle tubazioni stesse. Successivamente il rinterro è eseguito a strati orizzontali di circa 20 cm ben costipati, assestati e bagnati abbondantemente fino al riempimento totale dello scavo.

7.7. Criteri di misurazione

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi.

7.7.1. Scavi di sbancamento

il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

7.7.2. Scavi di sezione obbligata

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

7.7.3. Reinterri

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

I rinterri saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

7.8. Criteri di accettazione

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione.

In particolare i lavori di scavo saranno accettati alle seguenti condizioni:

- Raggiungimento delle quote stabilite in progetto con tolleranza di \pm cm 5;
- Raggiungimento delle superfici di delimitazione degli scavi in modo che le massime rientranze e sporgenze, non superino i cm 5 rispetto al progetto;
- Eliminazione di rampe per l'accesso al fondo scavo salvo contraria disposizione da parte della Direzione Lavori;
- Livellamento del fondo degli scavi di fondazione con tolleranza non cumulabile di \pm cm 5, verificata con regolo in ferro di m 4, previa pulizia del fondo scavo con rimozione di eventuali detriti argillosi o fangosi;
- Trasporto e sistemazione di tutti i materiali di risulta alle discariche prefissate.

Per i rinterri, la densità in sito non dovrà essere inferiore al 95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini sui quali è misurata la resistenza. Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensioni superiori a 25 mm. La resistenza a compressione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di quattro provini, previa la vagliatura al crivello da 25 mm.

Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni, dei quattro provini in questione, e scartato il valore più basso, la media degli altri tre dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa, non dovrà scostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + 20% e comunque non dovrà mai essere inferiore a 400 N/cm².

Le caratteristiche di cui ai punti precedenti dovranno essere mantenute fino al momento della posa delle strutture soprastanti.

7.9. Certificazioni, campionature e prove

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi dello stesso cantiere o dalle cave di prestito, l'Appaltatore deve eseguire un'accurata serie di indagini per fornire alla DL una completa documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali.

In particolare, si devono realizzare prove sui materiali per riempimenti e rinterri per stabilire il rapporto tra contenuto in acqua e densità, secondo quanto previsto dalla norma CNR-UNI 10006. Tale prova si deve realizzare su ogni tipo di materiale adoperato a richiesta della DL. L'Appaltatore deve realizzare eventualmente prove del-

la densità in sito, secondo le modalità previste dalla norma CNR 22/72, in posizioni scelte a caso. Tutte le prove devono essere eseguite in presenza della DL.

7.10. Terre e rocce da scavo

Sulla base di documentazione tecnica relativa a indagini geologiche condotte si definisce il contesto geologico ed idrogeologico del sito.

La finalità è quella di descrivere la tipologia dei materiali da impiegare per la realizzazione delle opere, l'individuazione dei fabbisogni dei materiali da approvvigionare dalle cave di prestito, dall'individuazione dei volumi da impiegare, determinando anche gli eventuali esuberanti da smaltire, cercando di limitare forme di smaltimento definitive che risulterebbero onerose per lo stesso territorio.

Le indagini hanno seguito le seguenti fasi di lavoro:

- **sopralluogo** congiunto per la verifica dei luoghi e l'ubicazione dei punti di indagine;
- **carotaggi** con sonda per la caratterizzazione litologica dell'area oggetto di rimodellamento morfologico;
- **campionamenti e analisi chimiche** eseguite da laboratorio accreditato per la caratterizzazione chimica dell'area in esame.

Nell'intervento in oggetto, sono previsti degli scavi superficiali per la realizzazione delle nuove pavimentazioni sia stradali che pedonali.

Tale materiale, la cui quantità effettiva sarà valutata nel corso dell'esecuzione dei lavori, sarà avviato presso autorizzato impianto per il recupero dei rifiuti non pericolosi.

Al termine dei lavori dovranno essere comunicate agli enti competenti le effettive produzioni di rifiuti e la loro destinazione (riutilizzo, recupero, smaltimento, trasporto).

L'impresa a proprie spese provvederà prima dell'inizio dei lavori ad inviare la documentazione agli enti preposti in merito al conferimento in discarica del terreno, secondo normativa vigente.

Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore, in accordo con la DL, dovrà eseguire a proprie spese ulteriori prove di classificazione del terreno ai sensi del legge 98/2013 art. 41bis con campionamenti presi nell'area di scavo con lo scopo di verificare la corrispondenza dei risultati delle prove.

7.10.1. Riferimenti normativi per la pratica terre e rocce da scavo

Lo svolgimento delle modalità operative per l'esecuzione dell'indagine ambientale verrà effettuato seguendo la vigenti normative della Regione Emilia Romagna.

Un aspetto molto rilevante è l'introduzione della nuova classificazione delle discariche in base alla tipologia di rifiuto smaltito:

Classificazione precedente	Classificazione attuale
Discarica di I categoria	
Discarica di II categoria - tipo A	Discarica per rifiuti inerti
Discarica di II categoria - tipo B	Discarica per rifiuti non pericolosi
Discarica di II categoria - tipo C	Discarica per rifiuti pericolosi

Discarica di III categoria

Vengono definite dal decreto le caratteristiche delle tipologie di rifiuto così citate, i cui criteri di ammissione nelle discariche sono stati emanati con il D.M. 03/08/2005:

A. DISCARICA PER RIFIUTI INERTI

Vengono definiti inerti, i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa (non bruciano, non sono biodegradabili, non provocano inquinamento ambientale o danno alla salute umana);

B. DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

Vengono definiti PERICOLOSI i rifiuti di cui all'articolo 7, comma 4 del DLgs 22/1997 e successive modificazioni (esplosivi, comburenti, infiammabili, irritanti, nocivi, tossici, cancerogeni, corrosivi, infettivi);

C. DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

Vengono definiti NONPERICOLOSI i rifiuti che per provenienza e/o per loro caratteristiche non rientrano tra i rifiuti contemplati nella lettera B.

7.10.2. Modalità esecutive dei sondaggi a carotaggio continuo

Nell'ambito delle indagini verranno eseguiti dei carotaggi spinti fino alla profondità di 1 m da p.c.; e n. 2 carotaggi spinti fino alla profondità di 2 m da p.c.

Per l'esecuzione di ciascun sondaggio verrà impiegata una sonda a rotazione idraulica tipo COMACCHIO modello MC 450P, cingolata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nello schema seguente.

Sottocarro cingolato allargabile, azionato da 2 motori idraulici con riduttori.

CARATTERISTICHE TECNICHE

TESTA DI ROTAZIONE COPPIA	Coppia max. 820/80 daNm a giri max. 48/500 min.
DATI TECNICI	Peso complessivo 8200 daN
ARGANO DI SERVIZIO	Cabestano oleodinamico Tiro max=2000 daN
POMPA PER FLUIDO	Da fango a pistoni 140 lt/min a 30 bar max. azionata da motore idraulico.
FORZA MOTRICE	Motore diesel Deutz tipo BF AM 2012 Potenza 70 KW – 2300 giri/1' Avviamento elettrico
MORSA	Doppia – diametro 45-220 mm

Le carote estratte nel corso della perforazione saranno riposte in apposite casse catalogatrici, da 5 m di terreno cadauna, e successivamente fotografate riportando la denominazione dei sondaggi.

L'esame delle carote recuperate dai sondaggi permetterà l'identificazione di intervalli della successione stratigrafica macroscopicamente omogenei (strati), costituiti cioè o da un tipo di terreno/materiale predominante o da alternanze più o meno regolari di terreni/materiali differenti.

Definita la successione degli strati verrà redatta la descrizione geolitologica e stratigrafica ed sarà eseguita la procedura di campionamento.

7.10.3. Normativa nazionale

Si riporta un rapido *escursus* normativo in termini di regolamentazioni legislative, anche con specifica attinenza alla gestione dei rifiuti in generale, richiamante il/la:

- Legge 98/2013 , art. 41bis (che ha convertito la L. 69/2013 “Decreto del Fare”);
- D.M. 10.08.2012, n. 161 , “*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*”;
- Decreto Legislativo 03.04.2006, n. 152 , “Norme in materia ambientale” (Parte Quarta, “*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*”);
- Decreto Legislativo 16.01.2008, n.4, “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale*”;
- Decreto Ministero Ambiente del 02.05.2006, “*Istituzione dell'elenco dei rifiuti, in conformità dell'art. 1, comma 1, lettera A della direttiva 75/442/CEE e dell'art. 1 , paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE, di cui alla decisione della Commissione 2000/532/CE del 3.5.2000*”;
- D.M. 05.04.2006 n. 186 Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 Febbraio 1998 “*Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5.02.97, n.22*”.

Alla Parte IV del D. Lgs. 152/06 i rifiuti sono classificati, secondo l'origine, in rifiuti urbani e rifiuti speciali e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi.

Inoltre nell'Allegato D alla Parte Quarta viene riportato l'elenco dei rifiuti secondo il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 02.05.2006. L'inclusione di un determinato materiale nell'elenco non significa tuttavia che tale materiale sia un rifiuto in ogni circostanza.

Un capitolo a parte viene dedicato ai materiali provenienti da “**Terre e rocce da scavo**”, con l'entrata in vigore del D. Lgs. 16 gennaio 2008, n.4, che ha riformulato l'art. 186 del D. Lgs. 152 del 3 Aprile 2006.

Con la formulazione dell'art. 186, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 185, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari;
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengano da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica;
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e la qualità delle matrici ambientali;
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

Mentre l'impiego di terre e rocce da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito qualora questi soddisfino le seguenti condizioni:

- 1) siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- 2) il loro impiego sia certo, sin dalla fase della produzione, integrale e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione preventivamente individuato;

3) soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati;

4) non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi;

5) abbiano un valore economico di mercato.

Inoltre il medesimo articolo 186, prevede che la sussistenza ai requisiti precedentemente esposti debba essere dimostrata in modo diverso a seconda del tipo di intervento dal quale deriva la produzione di terre e rocce da scavo.

La presentazione della documentazione prevista dall'articolo 186 è facoltativa in quanto necessaria esclusivamente per qualificare i materiali di scavo quali sottoprodotti, pertanto, in caso di mancanza della documentazione il materiale dovrà essere gestito come rifiuto.

- Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 , *“Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”*;

Pubblicato sulla G.U. n. 221 del 21/09/2012 il decreto viene emanato in attuazione dell'art. 49 del D.L. 01/2012 ai sensi del quale, in via transitoria, fino all'entrata in vigore del nuovo decreto n. 161/2012 (ovvero il 06/10/2012), le matrici materiali di riporto, eventualmente presenti nei terreni e nei suoli gestibili al di fuori della disciplina sui rifiuti, possono essere considerate sottoprodotti.

L'entrata in vigore del D.M. 161/2012 prevede l'abrogazione dell'art. 186 del D.M. 152/2006 e la nuova trattazione dei materiali da scavo.

Ai sensi del nuovo D.M. 161/2012, i materiali di scavo sono il suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera, come gli scavi in genere, la perforazione, la trivellazione, la palificazione, ecc. **I materiali da scavo potranno dunque contenere, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti massimi previsti dal regolamento stesso, anche il calcestruzzo, la bentonite ed altri materiali cementizi.**

La sussistenza di tali condizioni è comprovata dal proponente tramite il cosiddetto «**Piano di Utilizzo**», il quale deve definire l'ubicazione dei siti di produzione dei materiali di scavo, dei siti di utilizzo e individuazione dei processi industriali di impiego, nonché le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali stessi.

Va, tuttavia, posto in evidenza che la regolamentazione attualmente in vigore relativa alle terre e rocce da scavo, ovvero il DM 161/2012, comprende un campo di applicazione per quantitativi di movimenti terra e rocce, superiori ai 6.000 metri cubi, in quanto, **per la gestione per le cosiddette “piccole quantità”, è previsto l'apposito regolamento ministeriale da adottarsi con le modalità del richiamato art. 266, comma 7, del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i.** L'art. 41bis della L. 98/2013 contiene le nuove disposizioni in materia di terre e rocce da scavo, indicando come gestire i materiali a cui non si applica il D.M. 161/2012. In base a tale articolo i materiali da scavo sono sottoposti al regime di cui all'articolo 184bis del D.Lgs. 152/2006 (quindi al regime dei sottoprodotti e non a quello dei rifiuti):

1. Per qualunque quantitativo, se proveniente da cantieri le cui opere non sono soggette ad AIA o VIA;
2. Per quantità inferiori o uguali a 6.000 mc, se proveniente da cantieri le cui opere sono soggette ad AIA o VIA.

8. TUBAZIONI PER OPERE CIVILI

8.1. Caratteristica dei materiali e condizioni di fornitura

8.1.1. Tubazioni in polietilene alta densità (PEAD)

Saranno impiegati tubi estrusi in polietilene ad alta densità con marchio che garantisce la conformità alle norme UNI ed a quanto disposto dal Ministero della Sanità con circolare n° 102 del 02.12.1978.

I tubi in polietilene ad alta densità saranno delle seguenti tipologie: tipo 303 PN 3,2

Le tubazioni saranno conformi alle norme UNI EN 12201-1:2012, con estremità lisce per giunzioni mediante saldatura di testa.

Le curve a 45°-60° saranno realizzate mediante saldatura di spicchi successivi, che potrà essere eseguita sia in cantiere sia in fabbrica.

Le immissioni di braghe od inserti, con qualsiasi inclinazione, ma non inferiore a 30°, verrà effettuata tramite saldatura diretta dell'inserto alla tubazione.

8.1.2. Raccordi e 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 tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa e con apporto di materiale, ecc.) La termoformatura di raccordi e pezzi speciali di PE ad. quando necessaria, deve essere sempre eseguita da personale specializzato e con idonea attrezzatura, comunque mai in cantiere, ma presso l'officina del fornitore.

Raccordi e pezzi speciali in altri materiali

Collegamento di tubi di PEAD con tubi di altro materiale. Nel caso di raccordo del tubo di PEAD, con tubazioni di materiale diverso (gres. cemento amianto, ecc.) e preferibile (date le diverse caratteristiche tra le tubazioni) il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

8.1.3. Tubazioni in PVC

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

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

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 fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente;
- riferimento alla norma (UNI EN 1329, UNI EN 1453, UNI EN 1519 o UNI EN 1451);

- codice d'area di applicazione (B o BD);
- rigidità anulare nominale SN (1)
- materiale (PVC, PVC-U, PE, PP o PP-H);
- dimensione nominale DN;
- spessore minimo;
- serie S (2);
- classe di M.F.R. (3);
- data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente (*);
- riferimento alla norma (UNI EN 1329, UNI EN 1519 o UNI EN 1451) (*);
- codice d'area di applicazione (B o BD);
- rigidità anulare nominale SN (1)
- materiale (PVC, PVC-U, PE, PP o PP-H)
- dimensione nominale DN;
- spessore minimo o serie S (*) (2);
- angolo nominale (*);
- classe di M.F.R. (3);
- data di produzione (data o codice) (*).

8.1.4. Tubazioni in polipropilene ad alto modulo (PP HM)

Tubazioni in polipropilene rinforzato con struttura a tre strati per condotte di scarico interrate non in pressione interamente a norma UNI EN 13476-2, con giunto a bicchiere e anello di guarnizione a labbro inserito in fabbrica, con rigidità anulare SN16 verificata secondo metodo EN ISO 9969.

- strato interno in polipropilene di colore chiaro, con superficie interna liscia, resistente agli agenti chimici ed all'abrasione;
- strato portante in polipropilene rinforzato con minerale, privo di alogeni e piombo;
- strato esterno in polipropilene resistente alle sollecitazioni di taglio e agli agenti atmosferici.

La tubazione deve essere posizionata con il corretto allineamento e pendenza secondo le livellette di progetto mediante l'ausilio di strumenti tipo "laser". Il tubo non deve essere danneggiato da urti o da uso non corretto dei mezzi meccanici usati per la posa.

8.2. Modalità di posa

8.2.1. Blindaggio scavi

Blindaggio scavi, si intende:

- Il blindaggio degli scavi sarà eseguito solo per altezze di scavo superiore a ml. 1,50 e dietro esplicita autorizzazione della D.L.
- Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi+guida metalliche a semplice o doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli e le relative prolunghe.
- Le travi guida saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.
- L'Appaltatore rimane comunque l'unico responsabile dell'adozione del tipo di blindaggio degli scavi impiegato, e risultante da calcoli da egli stesso effettuati in base all'analisi di tutte le sollecitazioni e le componenti esterne che vanno a gravitare sui cavi da eseguirsi secondo i tipi di progetto.
- Il blindaggio verrà compensato a metro quadrato di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta, risultante dai disegni di progetto e nessun compenso o pretesa potrà avanzare l'Appaltatore per maggiori pareti da contrastare o per la presenza di sottoservizi di ogni natura.

8.2.2. Tubazioni in PEAD lisce

Tubazioni di polietilene ad alta densità – PEAD, si intende:

- Demolizione e successiva scarificazione dell'attuale pavimentazione per tutto lo spessore dello strato di usura, binder e strati di base.
- Scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento.
- Formazione della soletta di base dello spessore minimo di 20 cm in conglomerato cementizio con resistenza caratteristica C16/20 e armata con rete elettrosaldata B450C diam. mm 8 e maglia cm 15x15; La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione finita;
- Posa di tubazione in polietilene alta densità (PEAD) di diametro esterno variabile secondo indicazioni di progetto del tipo PN 3.2 opportunamente stabilizzato, per resistere all'invecchiamento e conforme a tutte le prescrizioni delle norme di unificazione e precisamente UNI 7613 tipo 303.
- Tutte le tubazioni dovranno essere collocati sia altimetricamente che planimetricamente nella precisa posizione dei disegni di progetto, salvo disposizioni diverse da parte della Direzione Lavori.
- Rinfianco in ghiaino tondo lavato e ben costipata del diam. di 7-16 mm fino a 20 cm sopra la generatrice superiore della tubazione.
- Rinterro con materiale sabbioso di cava con granulometria diam. mm 02 - 10 mm, di altezza variabile secondo i livelli di progetto e posa di nastro segnalatore;
- Formazione di strato di misto cementato di sp. minimo cm 30 e costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato

- Le tubazioni sono preferibilmente collegate tra loro direttamente o con pezzi speciali, mediante saldatura di testa; è anche possibile il collegamento con collare saldato e flangia, con flange saldate, con manicotti metallici filettati, con giunti metallici a dente di sega e guarnizioni.
- I pezzi speciali sono disponibili in normale produzione o, eventuali pezzi particolari possono essere realizzati facilmente grazie alla facilità di saldatura dei tubi tra loro.
- Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.
- La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

8.2.3. Tubazioni in PP HM

Tubazioni di polipropilene ad alto modulo – PP HM, si intende:

- Demolizione e successiva scarificazione dell'attuale pavimentazione per tutto lo spessore dello strato di usura, binder e strati di base.
- Scavo della trincea delle dimensioni prescritte e col fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento.
- Formazione della soletta di base dello spessore minimo di 20 cm in conglomerato cementizio con resistenza caratteristica C16/20 e armata con rete elettrosaldata B450C diam. mm 8 e maglia cm 15x15; La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione finita;
- Posa di tubazione in polipropilene ad alto modulo (PP HM) di diametro esterno variabile secondo indicazioni di progetto del tipo SN12 opportunamente stabilizzato, per resistere all'invecchiamento e conforme a tutte le prescrizioni riportate nella norma ENV 1046.
- Tutte le tubazioni dovranno essere collocati sia altimetricamente che planimetricamente nella precisa posizione dei disegni di progetto, salvo disposizioni diverse da parte della Direzione Lavori.
- Rinfianco in ghiaio tondo lavato e ben costipato del diam. di 7-16 mm fino a 20 cm sopra la generatrice superiore della tubazione.
- Rinterro con materiale sabbioso di cava con granulometria diam. 02 - 10 mm, di altezza variabile secondo i livelli di progetto e posa di nastro segnalatore;
- Formazione di strato di misto cementato di sp. minimo cm 30 e costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato
- Le tubazioni sono preferibilmente collegate tra loro direttamente o con pezzi speciali, mediante bicchiere o manicotto di giunzione con guarnizione.
- I pezzi speciali sono disponibili in normale produzione.

- Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.
- La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

8.2.4. Pozzetti in CAV

Pozzetto prefabbricato di ispezione o di raccordo, si intende:

- Elementi in calcestruzzo vibro compresso delle dimensioni interne secondo indicazioni di progetto muniti di impronte laterali per l'immissione dei tubi, da giuntare con malta cementizia e da rinfiancare. Gli elementi sono prodotti da azienda in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001: 2000 certificato da ICMQ;
- Gli elementi di prolunga per il raggiungimento della quota di progetto saranno da giuntare e rinfiancare con malta cementizia impermeabile dosata a 350 Kg/m³ di sabbia; Chiusura con soletta carrabile in c.a. dello spessore cm. 20, realizzata con foro passo uomo quadrato cm. 70x70.
- I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti;
- I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.
- Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.
- Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.
- Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.
- Il pozzetto dovrà essere posto in opera perfettamente verticale su fondazione di adeguato spessore e lo spazio di scavo circostante potrà essere riempito anche con materiale di risulta, purché scevro di corpi estranei e pietrame di grossa pezzatura.

8.2.5. Pozzetti d'ispezione condotta acque nere

Pozzetto prefabbricato di ispezione o di raccordo, si intende:

- Realizzato in calcestruzzo vibrocompressato, atto a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni suo componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga, dovranno essere a tenuta ermetica af-

fidata a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica incorporata tipo STEINHOFF BS2000 con sezione di 10 cmq e con durezza di $40 \pm 5^\circ$ IHRD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, applicate in fase di montaggio od incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione

- Elemento di base in CLS con diametro interno cm 100 e altezza cm 80. Sulla sommità dell'elemento devono essere posizionate, per la movimentazione, tre boccole filettate a 120° fra di loro e con un franco di 80 mm dal bordo della parete. La platea di fondo, incorporata in unico getto con le pareti del pozzetto e di spessore minimo di 80 mm, sarà sagomata con canaletta passante, rettilinea e/o deviata, e di sezione a 180° raccordantesi in pendenza dal bordo verso le pareti e con i giunti completi di guarnizione a tenuta. La superficie interna del pozzetto dovrà presentarsi perfettamente liscia e pronta per subire eventuali trattamenti protettivi interni.
- Elemento di rialzo in CLS vibrocompresso, con predisposizione per l'inserimento di gradini di discesa a norma antinfortunistica. Gli innesti alla base ed in sommità del tipo con bicchiere incorporato nello spessore, saranno muniti di anello di tenuta in gomma del tipo incorporato in fase di prefabbricazione tipo Steinhoff BS2000. L'elemento potrà recare fori non passanti per la movimentazione che dovrà essere effettuata comunque con adeguate attrezzature che non pregiudichino la tenuta, la stabilità e la sicurezza.
- Elemento terminale unico di rialzo in CLS vibrocompresso, rastremato a tronco di cono deviato, di altezza totale esterna compresa tra 750 mm e 2000 mm. L'innesto alla base sarà conformato in modo da innestarsi direttamente sull'elemento di base o sull'elemento di prolunga e sagomato per la tenuta idraulica affidata ad anelli di tenuta in gomma del tipo incorporato tipo Steinhoff BS2000. Per il posizionamento in opera saranno ricavate delle apposite asole non passanti poste internamente alla sommità del cono.
- Anelli di conguaglio raggiungi quota in c.a.v. da posizionare ed allettare con malta cementizia sopra l'elemento tronco-conico per raggiungere l'esatta quota di progetto. Piastra circolare carrabile in c.a.v. con chiusino di ghisa per passo d'uomo a filo con la parete interna del pozzetto o della canna.
- Gradini per scala di accesso, posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini, da inserire a pressione, saranno con anima di acciaio rivestita in polipropilene antisdrucchiolo e con fermapiedi laterale o su esplicita richiesta della D.L. potranno essere costituiti da tondino di ferro del \varnothing 20 mm verniciato e bloccato nei fori con apposite malte espansive.
- Il pozzetto dovrà essere posto in opera perfettamente verticale su fondazione di adeguato spessore e lo spazio di scavo circostante potrà essere riempito anche con materiale di risulta, purché scevro di corpi estranei e pietrame di grossa pezzatura. I pozzetti dovranno essere prodotti e controllati, nelle varie fasi di produzione, secondo piani della qualità opportunamente approntati da Aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001. Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 ed il 2 % delle dimensioni nominali.
- Il rivestimento dell'elemento di base sarà realizzato tramite ciclo di resinatura epossidica o epossica-tramosa con film di primer dello spessore totale non inferiore a 300 micron.

8.2.6. Chiusini

Chiusini per pozzetti, si intende:

- Chiusini di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare, costruito secondo le norme UNI EN 124 di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), con coperchi autocentranti sul telaio, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D400 o F900), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.
- Chiusino munito di disegno anti-sdrucolo e di sistema di bloccaggio con possibilità di rialzo a mezzo di appositi anelli per pozzetti di dimensione variabili secondo indicazioni di progetto;
- Chiusino circolare diam mm 600 con telaio di forma quadrata delle dimensioni secondo indicazione di progetto, con fori ed asole di fissaggio, telaio a struttura alveolare, giunto in Polietilene antirumore e anti-basculamento.
- Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.
- La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
- Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.
- Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.
- I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.
- Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

8.2.7. Chiusino a riempimento

Chiusino a riempimento in ghisa sferoidale 500-7/GJS 500-7 a norma ISO 1083 (1987)/EN 1563 conforme alla classe C 250 della norma EN 124 ed al marchio qualità prodotto, rilasciato da organismo di certificazione indipendente accreditato per la Certificazione Qualità prodotto di dispositivi di chiusura e coronamento in ghisa sferoidale in conformità alla EN 45000, con carico di rottura > 250 kN rivestito di vernice protettiva idrosolubile di colore nero.

Composto da:

·Coperchio quadrato 351x351 mm/ 451x451 mm/ 571x571 mm/ 671x671 mm, munito di una vasca profonda minimo 75 mm per il riempimento con materiali inerti conformi alla circostante pavimentazione e di due fori ciechi che ne consentano il sollevamento una volta riempito a mezzo chiavi di manovra.

·Telaio a base quadrata 400x400 mm/ 500x500 mm/ 620x620 mm/ 720x720 mm, altezza 90 mm e luce netta 300x300 mm/ 400x400 mm/ 500x500 mm/ 600x600 mm, dotato di guarnizione in elastomero antirumore e antibasculamento.

·Peso complessivo: kg 27 circa.

Tutti i componenti del dispositivo devono riportare le seguenti marcature realizzate per fusione, posizionate in modo da rimanere possibilmente visibili dopo l'installazione:

·Norma di riferimento (UNI-EN 124 o EN 124);

·Classe di appartenenza (C 250);

·Nome o logo del produttore;

·Luogo di fabbricazione (può essere un codice registrato presso l'organismo di certificazione qualità prodotto);

·Marchio qualità prodotto rilasciato da organismo di certificazione indipendente.

Questo prodotto deve essere corredato delle seguenti documentazioni tecniche:

·Certificato ISO 9001 dello stabilimento di produzione con indicazione univoca del luogo di fabbricazione;

·Certificazione qualità prodotto (Marchio di qualità) di terza parte attestante la completa conformità del prodotto alla norma di riferimento (EN 124).

Su richiesta possono essere inoltre essere forniti:

·Rapporto delle prove meccaniche (carico di prova e freccia residua) eseguite sul dispositivo conformemente a quanto disposto al punto 8 della Norma EN 124;

·Analisi chimica e prove meccaniche eseguite sulla ghisa sferoidale conformemente alla ISO 1083 o EN 1563 per la gradazione 500-7/GJS 500-7

8.3. Norme d'esecuzione

Le seguenti norme riguardano la fornitura e la messa in opera delle tubazioni necessarie a realizzare la rete di raccolta delle acque meteoriche.

Tutti i tubi messi in opera dall'Appaltatore devono rispondere alle caratteristiche di accettazione di seguito descritte.

Le tubazioni devono essere poste in opera secondo gli assi e con la configurazione stabiliti in sede costruttiva dalla D.L. e riportata negli elaborati grafici, impiegando tubi interi aventi le massime lunghezze commerciali, in modo da ridurre al minimo il numero delle giunzioni; non è quindi ammesso l'uso non necessario di tubi di lunghezza ridotta o di spezzoni. I tubi in PVC, per condutture interrato dovranno essere posti in opera o su un letto di sabbia di spessore proporzionato al diametro dei tubi, con eventuali massetti di rinfianco in calcestruzzo, o su letto continuo in calcestruzzo; nel prezzo d'appalto sono comprese tutte le opere necessarie per dare il lavoro finito, compresi scavi a sezione obbligata, piani di posa, rinfianchi, protezioni e quant'altro secondo le disposizioni della D.L. I tronchi interrati all'esterno dovranno essere posti ad una profondità di almeno 1 metro sotto il piano campagna mentre all'interno dovranno correre per quanto possibile lungo le pareti disposte entro apposite incassature di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, fissandole con adatti sostegni.

Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

Le condutture interrato all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno metri 1 sotto il piano stradale.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a secondo delle disposizioni della D.L.

Circa la tenuta, dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

Le condutture interrato poggiano, a seconda delle disposizioni della D.L., su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo; in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita. Nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

8.3.1. Tubi in poli-cloruro di vinile (P.V.C.)

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi di poli-cloruro di vinile dovranno corrispondere alle norme di unificazione UNI 5443-64; UNI 5444-64; UNI 7447-75 ed eventuali successive modificazioni o integrazioni, nonché a quanto prescritto nei progetti di norme di UNI unificazione UNI-PLAST CT 246 per tubi di P.V.C. rigido per condotte di scarico interrate e alle norme di unificazione UN I7613, UNI 8452, alle prescrizioni del progetto UNI-PLAST 348 ed eventuali successive modificazioni o integrazioni, per tubi di polietilene per condotte di scarico interrate. Tubazioni e raccordi dovranno avere i marchi dell'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.) e sopra ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio.

I giunti e la realizzazione degli stessi dovranno rispettare le modalità precisate al successivo punto 3.

Modalità di posa

Il collocamento in opera della tubazione di P.V.C. si effettua su fondo di scavo stabile e accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde il tubo possa appoggiarsi in tutta la sua lunghezza.

Le tubazioni dovranno essere ancorate con idonei collari di conglomerato cementizio magro posti a distanza non superiore a tre metri l'uno dall'altro. La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente a permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione; pertanto il fondo dello scavo dovrà essere uguale al diametro esterno del tubo aumentato di 20 cm da ciascuna parte. Prima della posa in opera del tubo verrà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente quale sabbia, pozzolana o terra vagliata, compresa nel prezzo della fornitura e posa del tubo di spessore non inferiore a 10 cm, sul quale verrà posato il tubo che dovrà poi essere rinfiancato per almeno 10 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 10 cm commisurato sulla generatrice superiore, oppure, diversamente, l'Appaltatore dovrà seguire gli schemi di sezione tipo riportati negli elaborati.

Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non dovrà essere inferiore a:

- 1,20 m sotto superficie di traffico fino a 20.000 kg/f.
- 0,8 m sotto superficie libera da traffico o con traffico fino a 12.000 kg/f.

Per i valori di profondità inferiore, il ricoprimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e di ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente.

(I valori in kg/f si ottengono moltiplicando i valori in N per il fattore di conversione 0,102 ovvero ricavandoli dalla UNI 7202-73).

GIUNZIONI DI TUBAZIONI DI POLI-CLORURO DI VINILE (P.V.C.)

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo le modalità indicate dalla ditta fabbricante il prodotto impiegato.

Le giunzioni fra tubi di P.V.C. dovranno essere del tipo a collegamento scorrevole e tali da consentire il movimento assiale delle tubazioni.

Il tipo di giunto dovrà essere approvato dal Direttore dei Lavori dopo l'esito favorevole delle prove di tenuta alla pressione interna ed esterna.

8.3.1. Posa in opera di tubazioni entro terra

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni ed alle contrazioni.

CONTROLLO E PULIZIA DEI TUBI

- Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.
- Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.
- Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.
- Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

NICCHIE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI

- Il sottofondo deve essere sagomato ed avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.
- Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.

CONTINUITÀ DEL PIANO DI POSA

- Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

TUBI DANNEGGIATI DURANTE LA POSA IN OPERA

- I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.
- Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna
- Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

PIANO DI POSA

- Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.
- Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

- La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.
- La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore $(0,10 + D/10)$ m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.
- Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.
- Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.
- Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

- La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.
- I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.
- In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.
- Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.
- Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.
- I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

8.3.2. Posa in opera di tubazioni fuori terra

- Le tubazioni potranno essere collegate tra loro col più idoneo dei seguenti modi:
 - saldatura testa a testa: saldatura con manicotto elettrotermico, bicchiere ad innesto;
 - congiunzioni a flangia.
- Il tipo/i di giunzione/i dovrà essere approvato dalla D.L.
- Durante le operazioni di cantiere dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti (coperchi di protezione, fasciature, ecc.) per evitare rischi di ostruzioni od ingresso di materiale estraneo nelle tubazioni stesse.
- Nel fissaggio delle tubazioni suborizzontali o verticali si dovranno evitare festonamenti nei tratti sospesi adottando idonee sospensioni disposte ad intervalli opportuni, determinati tenendo conto anche del peso del liquido da convogliare con ipotesi di tubi completamente pieni.

- L'intervallo tra due sospensioni con braccialetti sia di tipo fisso che scorrevole dovrà essere determinato in funzione del diametro, sulla base delle formule fornite dalle Case costruttrici.
- Si dovranno adottare tutti gli accorgimenti e dispositivi (bracci dilatanti, manicotti ad innesto, guide scorrevoli, guaine di attraversamento di strutture, ecc.) onde assorbire senza danni deformazioni dovute a dilatazioni termiche e agli eventuali assestamenti delle strutture edili.
- Le tubazioni da installare su sostegni metallici a parete o a soffitto, dovranno essere fissate a ciascun sostegno con opportune fasce metalliche; inoltre, prima e dopo ogni scambio di direzione, saranno formati i cosiddetti "punti fissi" costituiti da sostegni rinforzati e controventati, per resistere alle sollecitazioni dovute alle dilatazioni termiche, in corrispondenza dei quali la tubazione è bloccata con opportuni dispositivi, in modo da impedirne lo scorrimento.
- Tutte le operazioni di montaggio e di verifica funzionale degli scarichi dovranno essere eseguite adottando le buone regole dell'arte e rispettando pienamente le prescrizioni riportate nei manuali delle Case Costruttrici e le pubblicazioni aggiornate dell'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.).
- I tratti sub-orizzontali della rete di scarico (pluviali e acque nere), con la sola eccezione dei tratti che attraversano i locali tecnici e il parcheggio, saranno isolati in funzione antirumore mediante il materassino di cui al punto 1.3.
- Il materassino dovrà essere applicato anche su più strati in modo da garantire un adeguato abbattimento acustico delle tubazioni (≥ 15 dB).
- Le colonne di scarico (pluviali o acque nere) di larghezza superiore a 10 m saranno dotate di spostamento parallelo ancorato alle pareti del cavedio.
- In corrispondenza degli attraversamenti di murature tagliafuoco dovrà essere installato su ogni tubazione in polietilene ad alta densità un idoneo manicotto tagliafuoco con caratteristiche di resistenza REI 120 (vedi punto 1.4).

8.4. Normativa applicabile

Si intendono applicate tutte le vigenti Leggi, Decreti, Regolamenti e Normative, anche di carattere locale inerenti l'oggetto, fra le quali si citano quelle di seguito riportate.

- UNI EN 12666-1:2006 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema"
- UNI EN 1519 : 2001 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE)";
- UNI EN 1917:2004 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

8.5. Certificazioni, campionature e prove

Saranno adottate le seguenti verifiche in corso d'opera:

CONTROLLO DI CONFORMITÀ

Comprende tutte le misure e i controlli necessari per accertare che i manufatti in corso di montaggio, corrispondano esattamente per conformazione, caratteristiche geometriche, materiali impiegati, a quanto indicato nella presente specifica e nei disegni di progetto e riportato dall'eventuale certificato delle prove di laboratorio.

CONTROLLO DELLA CORRETTA POSA IN OPERA

Deve essere un controllo qualitativo, diretto ad accertare che non siano presenti difetti di esecuzione, di montaggio, tali da compromettere le caratteristiche funzionali dell'opera.

PROVE RELATIVE ALLO SCORRIMENTO E TENUTA ALL'ACQUA

Il controllo dovrà accertare che l'acqua di pioggia scorra regolarmente e non filtri attraverso giunti, punti di ancoraggi, ecc.

Relativamente alle tubazioni in PP HM, il controllo di tenuta delle giunzioni a bicchiere o manicotto prevede la verifica alla pressione di 0.5 bar, seguendo le prescrizioni definite dalla norma EN 13476-2 (metodo di test EN 1277).

MODALITÀ DELLE PROVE IDRAULICHE PER CONDOTTE DI SCARICO

Le condotte di scarico saranno sottoposte alla prova di tenuta all'acqua in corso d'opera tronco per tronco secondo Norme UNI 7448.

La prova di tenuta all'acqua sarà effettuata isolando i diversi tronchi sottoponendoli ad una pressione di 20 kPa per la durata di 1 ora; in tale intervallo di tempo non si devono verificare perdite di sorta.

8.6. Criteri di misurazione

POSA IN OPERA DI TUBAZIONI

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

PEZZI SPECIALI PER TUBAZIONI

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

VALVOLE, SARACINESCHE

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni. Nel prezzo sono compresi i materiali di tenuta.

LETTI DI SABBIA

I letti di sabbia delle tubazioni interrati saranno pagati a metro cubo.

8.7. Criteri di accettazione

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione.

9. CALCESTRUZZI

9.1. Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dal Regolamento Europeo 305/2011 (CPR);

B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici potrà attivare un sistema di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Regolamento Europeo 305/2011 (CPR);

b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;

c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale;

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante.

Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui al Regolamento Europeo 305/2011 (CPR), contenuto nella presente norma deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150'150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI EN 13670:2010 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

9.2. Normativa di riferimento

Si intendono applicate le seguenti norme:

- D.M. 17/01/2018 Pubblicato nella G.U. 20/02/2018 n°42 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”
- UNI EN 196-2:2013 Metodi di prova dei cementi - Parte 2: Analisi chimica dei cementi
- UNI EN 197-1:2011: Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 450-1:2012: Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità
- UNI EN 933-1:2012: Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per setacciatura
- UNI EN 934-2:2012: Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 1008:2003: Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo
- UNI EN 1097-3:1999 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari.
- UNI EN 1097-6:2013 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
- UNI EN 12350-1:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento
- UNI-EN 12350-2:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 2: Prova di abbassamento al con
- UNI-EN 12350-3:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 3: Prova Vébé
- UNI-EN 12350-4:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 4: Indice di compattabilità
- UNI-EN 12350-5:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 5: Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI-EN 12350-6:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 6: Massa volumica
- UNI-EN 12350-7:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI EN 12390-1:2012 Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
- UNI EN 12390-2:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-3:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini
- UNI-EN 12390-6:2010 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI-EN 12390-7:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12620:2013 Aggregati per calcestruzzo

- UNI EN 12878:2005 Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce - Specifiche e metodi di prova
- UNI-EN 13055:2016 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
- UNI EN 13263-1:2009 Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità
- UNI-EN 13577:2007 Attacco chimico del calcestruzzo - Determinazione del contenuto di anidride carbonica aggressiva nell'acqua
- UNI CEI EN 45501:2015 Aspetti metrologici di strumenti per pesare non automatici.
- UNI ISO 2859-1:2007 Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 1: Schemi di campionamento indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) nelle ispezioni lotto per lotto
- UNI-ISO 3951:2013 Sampling procedures and charts for inspection by variables by percent nonconforming
- ISO 4316 Surface active agents - Determination of pH of aqueous solutions - Potentiometric method
- ISO 7150-1 Water quality - Determination of ammonium - Manual spectrometric method
- ISO 7150-2 Water quality - Determination of ammonium - Automated spectrometric method
- ISO 7980 Water quality - Determination of calcium and magnesium - Atomic absorption spectrometric method
- DIN 4030-2 Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete - Collection and examination of water and soil samples
- ASTM C 173 Test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method
- OIML R 117 Measuring systems for liquids (Organisation Internationale de Métrologie Légale)
- Direttiva 90/384/EEC Directive of the Council of 20 June 1990 for the harmonisation of the regulations of the Member States concerning non-automatic weighing equipment.
- EC 3-2012 UNI EN 1992-1-1:2005, Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 12620:2013 Aggregati per calcestruzzo
- Marcaura CE secondo il Regolamento Europeo 305/2011 (CPR)

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. In particolare, per quanto riguarda il calcestruzzo per la pavimentazione rigida a lastre del piazzale, l'impresa è tenuta a far eseguire uno

studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi e comprenderà una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto dell'impianto di produzione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

9.3. Fondazioni in c.a.

Fondazioni in c.a., si intende:

- Scavi a sezione obbligata per la configurazione dei piani di posa delle fondazioni;
- Nella eventualità della realizzazione dei plinti su pali bisogna prevedere prima dell'esecuzione degli stessi, eventuale scapitozzatura dell'estradosso dei pali per il collegamento delle armature e l'eventuale ripristino di armature danneggiate secondo le prescrizioni della D.L.;
- Strato di magrone di spessore minimo 10 cm in conglomerato cementizio con resistenza caratteristica C16/20 e dosaggio di cemento pari a 150 Kg/m³;
- Esecuzione di Travi, Plinti, Cordoli, Platee, Solettoni in c.a. ecc.. attestati in conglomerato cementizio C, classe di esposizione e classe di lavorabilità come da tavole, ed armati con acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, compresi oneri di eventuali opere di sostegno della casseratura per contenimento getto del plinto;
- Rinterro dell'eccesso di scavo con ghiaia e misto stabilizzato proveniente dagli scavi eseguiti nel cantiere, compattato a strati non superiori a 30 cm;
- Carico su automezzo e trasporto a discarica autorizzata del materiale di risulta dagli scavi;
- Espletamento delle pratiche di smaltimento del materiale di risulta, ivi incluse le analisi e relative certificazioni, ove previste dalla vigente normativa, attestanti la classe del rifiuto, e pagamento degli oneri di discarica.

Tutti i calcestruzzi utilizzati per le strutture di fondazione, saranno additivati con idoneo impermeabilizzante atto ad impedire la corrosione delle armature, atti a produrre uno strato passivante sulla superficie delle armature, dosato in peso nella misura del 3% del cemento e comunque non meno di 7.5 kg/mc di conglomerato.

9.4. Solette in c.a.

Soletta in c.a., si intende:

- Soletta di spessore variabile gettato in opera come indicato sui grafici di progetto;

- Predisposizione di idonei casseri di contenimento nonché di puntelli, disposti a passo non superiore a ml 1.20, atti a supportare il solaio;
- Posizionamento armature di acciaio ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento;
- Getto di soletta in opera con getto di cls di resistenza caratteristica armata con idonea armatura come da indicazioni progettuali; Tirato superficialmente a frattazzo fine e comunque rifinito e preparato per essere adatto a ricevere la posa dei successivi strati costituenti il sistema di pavimentazione
- La lavorazione è comprensiva degli oneri per inserimento di eventuali negativi, carpenterie di contenimento per getti parziali, eventuali innesti resinati su setti sismici e altro onere per l'esecuzione delle opere a regola d'arte.

9.5. Oneri e obblighi dell'appaltatore

- Fornitura di materiali componenti nelle quantità e qualità prescritte.
- Manodopera specializzata e ordinaria per la formazione dei casseri e delle armature metalliche.
- Manodopera specializzata e ordinaria per il getto.
- Apparecchi ed attrezzature per la vibrazione dei calcestruzzi e loro sollevamento.
- Trasporto, scarico, immagazzinamento, protezione e custodia dei materiali in cantiere in ambienti predisposti dall'appaltatore.
- Trasporto dal magazzino al luogo l'impiego.
- Le operazioni di tracciamento parendo dai capisaldi che verranno indicati dalla Direzione lavori.
- Le linee elettriche dai punti di presa in cantiere ai punti di utilizzo.
- L'esecuzione delle prove.
- Sollevamento anche a mezzo di pompe del calcestruzzo.
- Inserimento nei getti di eventuali accessori.
- La pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti.
- Attrezzature varie per il trasporto dei materiali dai depositi o magazzini al luogo d'impiego.
- Il trasporto e l'accatastamento nell'ambito del cantiere in zona recintata preventivamente indicata dalla Direzione Lavori, dei materiali di risulta e di rifiuto. Il trasporto degli stessi al luogo di smaltimento compresi tutti gli oneri e le pratiche relative.
- Esecuzione delle prove di carico da eseguire secondo le modalità indicate dal Collaudatore nominato dalla Committente, per queste l'Appaltatore dovrà predisporre i carichi e le attrezzature e mettere a disposizione tutto il personale necessario per effettuare le prove stesse.
- La formazione dei giunti richiesti in progetto.
- L'inserimento di manufatti per la realizzazione di smussi, delle dimensioni indicate sui disegni di progetto in corrispondenza degli spigoli di tutte le strutture, comprese le fondazioni, allo scopo di evitare distacchi di cls durante le operazioni di rinterro.
- La fornitura di eventuali additivi con funzione di antigelo, di aeranti, di ritardanti di presa e di fluidificanti se non espressamente richiesti progettualmente o dalla Direzione Lavori.

9.6. Componenti

LEGANTI

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1:2011 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216:2005, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620:2013 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1:2003.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati è indicato nella seguente Tab. 11.2.II.

Tabella 11.2.II

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620:2013 e UNI EN 13055:2016	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620:2013, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤C30/37	≤ 30 %
	≤C20/25	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi > C45/55	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 11.2.IV – *Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale*

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck ≥ C50/60)

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

AGGIUNTE

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1:2012. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1:2009.

ADDITIVI

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2012.

ACQUA DI IMPASTO

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

MISCELE PRECONFEZIONATE DI COMPONENTI PER CALCESTRUZZO

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

9.7. Caratteristiche del calcestruzzo

Indicate nei successivi punti. Per quanto non previsto si potrà fare utile riferimento alla Sez. 3 di UNI EN 1992-1-1:2005.

RESISTENZA A COMPRESSIONE

In sede di progetto si farà riferimento alla resistenza caratteristica a compressione su cubi R_{ck} così come definita precedentemente.

Dalla resistenza cubica si passerà a quella cilindrica da utilizzare nelle verifiche mediante l'espressione:

$$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$$

Sempre in sede di previsioni progettuali, è possibile passare dal valore caratteristico al valor medio della resistenza cilindrica mediante l'espressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

RESISTENZA A TRAZIONE

La resistenza a trazione del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini appositamente confezionati, secondo la norma UNI EN 12390-2:2009, per mezzo delle prove di seguito indicate:

- prove di trazione diretta;
- prove di trazione indiretta: (secondo UNI EN 12390-6:2010 o metodo dimostrato equivalente);
- prove di trazione per flessione: (secondo UNI EN 12390-5:2009 o metodo dimostrato equivalente).

In sede di progettazione si può assumere come resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo il valore (in N/mm²):

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} \text{ per classi } \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln[1 + f_{cm}/10] \text{ per classi } > C50/60$$

I valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% sono assunti, rispettivamente, pari a $0,7 f_{ctm}$, ed $1,3 f_{ctm}$.

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione è assunto, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

MODULO ELASTICO

Per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e 0,40 f_{cm}, determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976.

In sede di progettazione si può assumere il valore:

$$E_{cm} = 22.000 \times [f_{cm}/10]^{0,3} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tale formula non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

COEFFICIENTE DI POISSON

Per il coefficiente di *Poisson* può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA

Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può essere determinato a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI EN 1770:2000.

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valor medio pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, fermo restando che tale quantità dipende significativamente dal tipo di calcestruzzo considerato (rapporto inerti/legante, tipi di inerti, ecc.) e può assumere valori anche sensibilmente diversi da quello indicato.

RITIRO

La deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo le norme UNI 11307:2008 e UNI 11307:2008, rispettivamente per calcestruzzi confezionati con inerti aventi dimensioni massime sino a 30 mm, od oltre 30 mm.

In sede di progettazione, e quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni di seguito fornite.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

ε_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ε_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ε_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tab. 11.2.Va-b in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h₀:

Tabella 11.2.Va – Valori di ε_{c0}

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in %)					
	20	40	60	80	90	100

20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Tabella 11.2.Vb – Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Per valori intermedi dei parametri indicati è consentita l'interpolazione lineare. Lo sviluppo nel tempo della deformazione ϵ_{cd} può essere valutato come:

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t - t_s) \times \epsilon_{cd,\infty}$$

dove la funzione di sviluppo temporale assume la forma

$$\beta_{ds}(t - t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0.04 h_0^{3/2}]$$

in cui:

t è l'età del calcestruzzo nel momento considerato (in giorni)

t_s è l'età del calcestruzzo a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

(normalmente il termine della maturazione, espresso in giorni).

h_0 è la dimensione fittizia (in mm) pari al rapporto $2A_c / u$ essendo

A_c è l'area della sezione in calcestruzzo

u è il perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\epsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} \text{ con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2$$

VISCOSITÀ

In sede di progettazione, se lo stato tensionale del calcestruzzo, al tempo $t_0 = j$ di messa in carico, non è superiore a $0,45 \times f_{ckj}$, il coefficiente di viscosità $\Phi(\infty, t_0)$, a tempo infinito, a meno di valutazioni più precise (per es. § 3.1.4 di UNI EN 1992-1-1), può essere dedotto dalle seguenti Tab.11.2.VI e 11.2.VII dove h_0 è la dimensione fittizia.

Tabella 11.2.VI – Valori di $\Phi(\infty, t_0)$, Atmosfera con umidità relativa di circa il 75%

t_0	$h_0 \leq 75 \text{ mm}$	$h_0 = 150$	$h_0 = 300$	$h_0 \geq 600$
3 giorni	3,5	3,2	3,0	2,8
7 giorni	2,9	2,7	2,5	2,3
15 giorni	2,6	2,4	2,2	2,1
30 giorni	2,3	2,1	1,9	1,8
≥ 60 giorni	2,0,	1,8	1,7	1,6

Tabella 11.2.VI – Valori di $\Phi(\infty, t_0)$, Atmosfera con umidità relativa di circa il 55%

t_0	$h_0 \leq 75 \text{ mm}$	$h_0 = 150$	$h_0 = 300$	$h_0 \geq 600$
3 giorni	4,5	4,0	3,6	3,3
7 giorni	3,7	3,3	3,0	2,8
15 giorni	3,3	3,0	2,7	2,5
30 giorni	2,9	2,6	2,3	2,2
≥ 60 giorni	2,5	2,3	2,1	1,9

Per valori intermedi è ammessa una interpolazione lineare.

Nel caso in cui sia richiesta una valutazione in tempi diversi da $t = \infty$ del coefficiente di viscosità questo potrà essere valutato secondo modelli tratti da documenti di comprovata validità.

DURABILITÀ

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine in fase di progetto la prescrizione, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, deve fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro e le regole di maturazione.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi, ad esempio si può tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo. A tal fine può essere determinato il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mm.

Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-8:2009.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

CLASSIFICAZIONE

Le azioni dell'ambiente sono classificate come classi di esposizioni nel prospetto sottoindicato. Gli esempi forniti sono informativi.

Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo. Questa classificazione dell'esposizione non esclude considerazioni in merito a condizioni speciali che possano

esistere nel luogo di impiego del calcestruzzo o di misure protettive quali l'uso di acciaio inossidabile o altri metalli resistenti alla corrosione e l'uso di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o per l'armatura.

Il calcestruzzo può essere soggetto a più di una delle azioni descritte nel prospetto sottostante e può essere necessario esprimere le condizioni dell'ambiente alle quali esso è esposto come combinazione di classi di esposizione.

Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione.
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto,	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella clas-

		se di esposizione XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
Nota: In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salma
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salma ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza Sali disgelanti		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di geloldisgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e

		al gelo
6 Attacco chimico		
<p>Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto sottostante, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.</p> <p>Nota: Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:</p> <ul style="list-style-type: none"> - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2. 		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo.	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo.	

Valori limite per le classi di esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua

<p>Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acquaterreno comprese tra 5 C e 25 °C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche.</p> <p>La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.</p>				
Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/l	<u>UNI EN 196-2:2013</u>	≥ 200 e ≤ 600	> 600 e ≤ 3000	>3000 e ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6.5 e ≥ 5.5	< 5.5 e ≥ 4.5	< 4.5 e ≥ 4.5
CO ₂ mg/l aggressiva	UNI EN 13577:2007	≥ 15 e ≥ 40	> 40 e ≤ 100	> 100 fino a saturazione
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 oppure ISO 71 50-2	≥ 15 e ≤ 30	> 30 e ≤ 60	> 60 e ≤ 100
<p>Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acqua/terreno comprese tra 5 t e 25 C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa</p>				

da poter essere approssimata a condizioni statiche.
 La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione.
 Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
Mg ²⁺ mg/l	ISO 7980	≥ 300 e ≤ 1000	> 1000 e ≤ 3000	>3000 fino a saturazione
Terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} totali	EN 1962 ^{b)}	≥ 2000 e ≤ 3000 ³⁾	> 3000 ^{c)} e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità ml/Kg	DIN 4030-2	>200 Baumann Gully	Non incontrato in pratica	
a) I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10 ⁻⁵ m/s possono essere classificati in una classe inferiore b) Il metodo di prova prescrive l'estrazione di SO ₄ ²⁻ mediante acido cloridrico: in alternativa si può usare l'estrazione con acqua se nel luogo di impiego del calcestruzzo c'è questa pratica. c) Il limite di 3 000 mg/kg, deve essere ridotto a 2 000 mg/kg se esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/bagnatura oppure suzione capillare.				

Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
Si	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 ¹⁾	≥ 220

Classi Vebè

Classe	Tempo Vebè in secondi
vo ¹⁾	≥ 31
V1	Da 30 a 21
V2	Da 20 a 11
V3	Da 10 a 6
V4 ¹⁾	Da 5 a 3

Classi di compattabilità

Classe	Tempo Vebè in secondi
--------	-----------------------

co ¹⁾	≥ 1.46
C1	Da 1.45 a 1.26
C2	Da 1.25 a 1.11
C3	Da 1.10 a 1.04

Classi di spandimento

Classe	Diametro spandimento
F1 ¹⁾	≤ 340
F2	Da 350 a 410
F3	Da 420 a 480
F4	Da 490 a 550
F5	Da 560 a 620
F6 ¹⁾	≥ 630

Classi del calcestruzzo riferite alla dimensione massima dell'aggregato

Se il calcestruzzo è classificato in funzione della dimensione massima dell'aggregato, la classificazione farà riferimento alla dimensione nominale più elevata della frazione di aggregato più grossa (Dmax).

REQUISITI RELATIVI ALLE CLASSI DI ESPOSIZIONE

I requisiti che deve possedere il calcestruzzo per resistere alle azioni ambientali o vengono formulati in termini di valori limite per la composizione e le proprietà stabilite, oppure possono essere dedotti dai metodi di progetto delle prestazioni. I requisiti devono tenere conto della vita di esercizio prevista per le strutture in calcestruzzo.

VALORI LIMITE PER LA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO

In mancanza di norme europee, relative a prove prestazionali assolute per il calcestruzzo, a causa di differenti esperienze di lungo termine, nella presente norma i requisiti relativi al metodo di specificazioni della resistenza alle azioni ambientali vengono formulati in termini di proprietà del calcestruzzo prestabilite e di valori limite per la composizione.

Nota 1: A causa della mancanza di esperienza sul modo con il quale la classificazione delle azioni ambientali sul calcestruzzo riflette differenze locali nell'ambito di una stessa classe di esposizione di riferimento, i valori specifici di questi requisiti, in relazione alle classi di esposizione applicabili, sono riportati nelle disposizioni valide nel luogo d'impiego.

I requisiti per ciascuna classe di esposizione devono essere specificati in termini di:

- tipi e classi permessi di materiali componenti;
- massimo rapporto acqua/cemento;
- dosaggio minimo di cemento;
- minima classe di resistenza a compressione del calcestruzzo (facoltativo);

se pertinente

- contenuto minimo di aria nel calcestruzzo.

Nota 2: Nelle disposizioni valide nel luogo d'impiego, il massimo rapporto acqua/cemento dovrebbe essere indicato con incrementi di 0,05, il dosaggio minimo di cemento con incrementi di 20 kg/m³, la resistenza a compres

sion nelle classi di cui al prospetto 7 per il calcestruzzo normale e pesante, e al prospetto 8 per il calcestruzzo leggero.

Nota **3** Le disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo dovrebbero riportare i requisiti sulla base di una vita di esercizio prevista di almeno 50 anni nelle normali condizioni di manutenzione. Per tempi di vita di esercizio più lunghi o più brevi possono essere necessari rispettivamente requisiti più severi o meno onerosi.

In questi casi, o per specifiche composizioni del calcestruzzo, o per specifici requisiti di protezione contro la corrosione dell'armatura (per esempio nel caso che il copriferro sia minore di quello specificato nelle parti della UNI EN 1992-1-1:2005 pertinenti alla protezione contro la corrosione), dovrebbero da parte del progettista essere fornite considerazioni speciali per lo specifico progetto riportato più in generale in disposizioni nazionali.

Se il calcestruzzo è conforme ai valori limite, si deve presumere che il calcestruzzo nella struttura soddisfi i requisiti di durabilità per l'uso previsto nelle specifiche condizioni ambientali, a condizione che:

- il calcestruzzo sia correttamente gettato, compattato e stagionato;
- il calcestruzzo rispetti il copriferro minimo richiesto per le specifiche condizioni ambientali, in accordo con la norma di progetto pertinente, per esempio la UNI EN 1992-1-1:2005;
- sia scelta la classe di esposizione appropriata;
- sia attuata la manutenzione preventivata.

METODI DI PROGETTO PRESTAZIONALI

I requisiti inerenti alle classi di esposizione possono essere stabiliti utilizzando metodi di progetto prestazionali per la durabilità e possono essere specificati in termini di parametri relativi alla prestazione, per esempio la scagliatura del calcestruzzo in una prova di gelo disgelo.

L'applicazione di un metodo alternativo dipende dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

9.8. Modalità' di esecuzione

CONFEZIONAMENTO

La distribuzione degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il dosaggio del cemento, nel caso di conglomerato a dosaggio, deve essere quello prescritto in progetto, mentre nel caso di conglomerato a resistenza, deve essere quello necessario a garantire il raggiungimento della resistenza caratteristica prescritta in progetto o indicata dalla DL.

Il quantitativo d'acqua, salvo più puntuali prescrizioni di progetto, deve essere il minimo che consenta una buona lavorabilità del conglomerato.

Nel caso di costipamento per vibrazioni deve essere particolarmente studiato il quantitativo d'acqua d'impasto per evitare che con l'assestamento l'eventuale eccesso d'acqua rifluisca trascinando con se una parte del cemento.

L'acqua all'immissione deve avere una temperatura compresa tra 0° C e 40° C.

La miscelazione degli elementi deve avvenire con il seguente ciclo: inerti, cemento, acqua, additivi.

Nella esecuzione di tutti i calcestruzzi, ma in particolare per quelli a vista, la omogeneità del conglomerato deve essere ben curata.

La confezione del calcestruzzo deve essere eseguita esclusivamente a mezzo di impastatrici meccaniche che assicurino intima mescolanza ed uniforme distribuzione dei vari ingredienti nella massa.

Le impastatrici devono essere provviste di dispositivo per l'uniforme e rapido apporto di acqua, il cui quantitativo dovrà poter essere misurato e dosato con tolleranza non superiore al 3%.

Nel caso di confezione a mezzo di impianto di betonaggio, questo deve essere dotato di dispositivo per l'esatta misurazione della quantità di componenti da miscelare.

E' vietato l'uso di macchinario del quale sia accertato l'imperfetto funzionamento.

Gli impasti devono essere preparati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa e devono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè devono essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

ADDITIVI

Gli eventuali additivi, salvo quelli per i quali il produttore prescriva espressamente diverse modalità di esecuzione, devono essere aggiunti ad impasto di calcestruzzo idratato, ossia dopo l'immissione nel mescolatore di tutti i componenti (inerti, cemento, acqua).

In autobetoniera il calcestruzzo deve essere miscelato dopo l'aggiunta dell'additivo per almeno 5 minuti.

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Tutti gli additivi impiegati dovranno essere conformi alla norma vigente UNI EN 934-2:2012; per tutti gli additivi sarà richiesta una specifica documentazione indicante le caratteristiche chimico-fisiche nonché la "spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi" che attesti la totale corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate in fase di adozione dell'additivo medesimo in fase di qualifica del prodotto e successivamente della miscela. Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego. Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

TRASPORTO

L'operazione di trasporto deve terminare prima che abbia inizio il fenomeno di presa.

Il calcestruzzo deve essere trasportato dal luogo di fabbricazione al luogo d'impiego in condizioni tali da evitare possibili segregazioni tra i componenti dell'impasto e la perdita di uno qualunque degli elementi costituenti della miscela (in particolare una eccessiva evaporazione dell'acqua) o l'intrusione di materie estranee.

Nel caso di trasporto con mezzi dotati di agitatori oppure con autobetoniere, pur essendo limitato il rischio di una segregazione, lo scarico del calcestruzzo deve avvenire entro 1 ora o 2 ore dalla sua confezione. Tale tempo massimo viene prescritto dalla DL in relazione al tipo di cemento, alle caratteristiche dell'impasto ed alle condizioni ambientali.

GETTI E MESSA IN OPERA

Prima del getto del calcestruzzo rimuovere la sporcizia, i detriti di costruzione, l'acqua, la neve ed il ghiaccio all'interno delle casseforme.

Il getto del calcestruzzo deve avvenire subito dopo l'ispezione e l'approvazione delle casseforme e del ferro d'armatura.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperatura minore di +2°C e maggiore di +35°C salvo il ricorso a opportune cautele e/o additivi e previa approvazione della DL.

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio della presa, stendendolo in strati orizzontali.

Il calcestruzzo deve essere depositato quanto più possibile vicino alla posizione finale all'interno della cassaforma. Non eccedere una caduta libera di 1 metro dal punto di scarico. Posizionare il calcestruzzo in un'unica operazione continua da una estremità della struttura verso il centro.

Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con l'aggiunta di acqua.

Gli impasti preparati, con le modalità specificate, devono essere posti in opera con le cautele necessarie caso per caso, ricorrendo, ove occorra, anche all'impiego di tramogge speciali, per garantire la perfetta riuscita del lavoro.

Se per il sollevamento e il trasporto del conglomerato viene adoperata la benna, od altro distributore meccanico, nello scarico e nella lavorazione del conglomerato nei casseri deve essere controllato che i componenti dell'impasto restino distribuiti omogeneamente nell'insieme evitando ogni fenomeno, anche localizzato, di aggregazione.

L'uso della pompa per il getto dei calcestruzzi deve essere preventivamente autorizzato dalla DL, in tal caso l'Appaltatore deve impegnarsi a rispettare le prescrizioni e le precauzioni impartite dalla DL per garantire la bontà e l'omogeneità del getto.

Nel trasporto per pompaggio, il diametro dei tubi deve essere proporzionato al diametro massimo D dell'inerte usato, adottando un rapporto $[(\text{diametro Tubo}) / D] > 3$.

Onde limitare gli attriti durante il trasferimento, la DL può ordinare inerti a forma arrotondata.

Quando il getto debba essere effettuato entro cavi o in pozzi in profondità superiore a 2 metri si deve procedere al getto dalla bocca del cavo o del pozzo solamente attraverso tramogge, ovvero calando il calcestruzzo nello scavo mediante secchie a ribaltamento. L'impiego delle secchie a ribaltamento può essere prescritto dalla DL ogni qualvolta lo ritenga necessario per la buona riuscita del getto, senza che per ciò competa l'Appaltatore speciale compenso.

È vietato gettare il conglomerato per i pilastri dall'alto dei casseri in una sola ripresa. Nel caso di pilastri eccezionalmente alti, la DL può prescrivere che la costruzione di una delle pareti dei casseri venga effettuata a tratti sovrapposti. In questo caso il getto avviene di fianco anziché dall'alto. Nel getto deve essere evitato che il conglomerato venga sbattuto contro i casseri.

Qualora richiesto dalla DL, il getto di parapetti o altri elementi non portanti deve essere eseguito contemporaneamente alle strutture portanti, al fine di evitare riprese di getto od altre imperfezioni.

Qualora sia previsto l'inserimento nel getto di elementi metallici o profilati, sia di finitura che con funzione statica, ad opera finita, essi devono risultare facenti parte della sagomatura esterna della struttura in cemento ed al tempo stesso essere saldamente collegati ad essa.

L'Appaltatore, in ottemperanza alla normativa di prevenzione infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nonché alle eventuali maggiori prescrizioni dei piani di sicurezza del cantiere, realizza, i palchi provvisori di servizio e la protezione delle strutture, anche, ove necessario, a mezzo ponteggi interni ed esterni alla struttura stessa.

Dovrà essere eseguita la vibratura (UNI EN 206-1:2001) ogni volta che viene gettato il calcestruzzo e per precauzione deve essere tenuto un vibratore funzionante di riserva.

Il calcestruzzo di solette più spesse di 100mm dovrà essere costipato con apparecchiatura meccanica di vibrazione ad alta frequenza integrata da vibrazione manuale con pale e pestonatura. I vibratori adoperati all'interno dei casseri devono essere parzialmente immersi nel calcestruzzo, con una frequenza minima di 6000 impulsi per minuto in immersione, Non devono usarsi i vibratori per trasportare il calcestruzzo nelle casseforme. I vibratori andranno inseriti ed estratti a distanze approssimative di 500mm. Quando è richiesta più di una operazione di getto reimmergere il vibratore nel medesimo punto. Quando i vibratori interni risultino insufficienti ad ottenere il consolidamento del calcestruzzo utilizzare vibratori esterni sulla superficie esterna delle casseforme.

GETTI A BASSE TEMPERATURE (< +2°C)

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperatura minore di +2° C salvo il ricorso a opportune cautele e/o additivi e previa approvazione della DL.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a +2°C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i +5°C al momento del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento. Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti:

- riscaldamento degli inerti e dell'acqua d'impasto;
- aumento del contenuto di cemento;
- impiego di cementi a indurimento più rapido;
- riscaldamento dell'ambiente di getto.

Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà a contatto devono essere ripulite da eventuale neve o ghiaccio e possibilmente devono essere mantenute ad una temperatura prossima a quella del getto. In ogni caso, il getto deve essere protetto dalla neve e dal vento.

GETTI A TEMPERATURE ELEVATE (> +35°C)

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperatura superiore a 35°C salvo il ricorso a opportune cautele e/o additivi e previa approvazione della DL.

Per effettuare il getto in ambienti a temperatura elevate, devono essere presi tutti i provvedimenti atti a ridurre la temperatura della massa del calcestruzzo, in specie durante il periodo di presa. Inoltre si deve evitare che il getto subisca una presa ed una evaporazione dell'acqua d'impasto troppo rapida. Il calcestruzzo e i casseri devono essere irrorati in continuità e protetti dall'insolazione diretta e dal vento. Comunque si deve fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i +35°C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai +75°C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che il salto tra le due temperature non deve superare i 40°C.

GETTI IN ACQUA

Non si deve mettere in opera il conglomerato in acqua salvo il ricorso a opportune cautele e/o additivi e previa approvazione della DL.

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi devono assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante parte di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure

carica di fanghiglia possa essere eliminata con scalpellatura. Pertanto al momento del getto il calcestruzzo deve fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; deve essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si deve procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.

Non sono consentiti getti diretti in acqua aggressiva, in specie se con sensibile acidità.

Qualora previsto in progetto si adotteranno di additivi superfluidicanti in modo da ottenere calcestruzzi con basso rapporto acqua-cemento e che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

GETTI CONTRO TERRA

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

COSTIPAMENTO

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

Durante i getti di calcestruzzo devono essere sempre impiegati un congruo numero di attrezzature per la vibrazione del getto.

La vibrazione meccanica del conglomerato deve essere effettuata sempre e per ogni tipo di getto e non potrà mai dare luogo a speciali compensi per il maggiore volume d'impasto che la vibrazione stessa impone di porre in opera. La DL può ordinare l'impiego successivo di vibratori ad immersione e di vibratori a parete. L'Appaltatore deve eseguire prove preventive per determinare il raggio di azione dei vibratori ad immersione, e quindi le zone di conglomerato da vibrare di volta in volta, nonché la profondità di ogni singolo strato, profondità che non deve superare 40 cm tenendo presente che la frequenza di vibrazione deve essere in relazione alla granulometria degli inerti ed alla quantità di armature metalliche. I punti di vibrazione devono essere disposti a maglia quadrata od a quinconce con distanza compresa fra i 12/7 ed i 10/7 del raggio di azione dei vibratori.

Qualora le armature metalliche fossero costituite da tondini molto ravvicinati, la vibrazione deve essere eseguita mediante vibratori a lama; le lame non devono avere lunghezza maggiore di cm 20 e la vibrazione deve essere condotta da personale di provata esperienza in modo da evitare che la lama vibri a contatto dell'armatura metallica per evitare che il conglomerato venga allontanato dalle armature stesse.

I vibratori ad immersione devono avere frequenza compresa fra 8.000 e 12.000 vibrazioni al minuto.

I vibratori devono essere immersi nel getto e ritirati lentamente così da evitare la formazione di vuoti; nei due percorsi la velocità media dovrà essere contenuta tra 8 e 10 cm/sec.

La vibrazione deve proseguire uniformemente e senza soluzione di continuità così che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea.

La vibrazione deve interessare per almeno 10 cm lo strato precedente. Nell'eseguire la vibrazione devono comunque essere evitati anche minimi spostamenti dell'armatura metallica, scegliendo opportunamente il diametro delle teste di vibrazione.

La vibratura deve essere effettuata in direzione normale agli strati. In ogni caso il costipamento del conglomerato deve essere eseguito con la massima cura eliminando ogni zona di vuoto. Per le volte, nella linea di avanzamento della gettata, che deve sempre procedere lungo una generatrice, deve essere eseguita una pistonatura doppia e cioè normale allo strato e normale al giunto di avanzamento, quest'ultimo da disporsi in senso normale all'intradosso.

La vibratura deve essere sospesa all'apparizione in superficie di un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua, poiché il prolungamento della vibratura oltre il necessario comporta la stratificazione dei costituenti il conglomerato. La buona esecuzione della vibratura può essere accertata, tra l'altro, dopo il disarmo esaminando le superfici a contatto con i casseri che non devono presentare vuoti e bolle dovuti a inclusione di aria o di acqua.

INTERRUZIONE DEI GETTI

In tutti i casi di opere che non si possano realizzare con un unico getto e che comportino quindi riprese, l'Appaltatore è tenuto preventivamente a presentare alla DL, per ottenerne approvazione, il programma dei getti con evidenziazione, anche mediante schemi grafici, della tempistica, del posizionamento delle superfici di ripresa e delle modalità di ripresa dei getti.

Se una interruzione del getto produce una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato deve essere demolito onde realizzare una nuova superficie opportunamente orientata per la ripresa.

RIPRESE DEI GETTI

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide.

Le superfici già indurite devono essere ulteriormente trattate in base alle indicazioni di progetto o della DL. Le riprese dei getti per le parti non in vista devono essere sempre evitate qualora possibile.

Se necessarie riprese accidentali, non previste in fase di progetto, queste devono essere eseguite, di regola, in senso pressoché normale alla direzione degli sforzi di compressione, ed escludendo le zone di massimo momento flettente.

PROTEZIONE DEI GETTI E BAGNATURA

Al fine di assicurare al calcestruzzo la più adatta condizione termoigrometrica durante la presa e l'indurimento, l'Appaltatore dovrà proteggere il calcestruzzo.

Per le temperature fredde l'Appaltatore dovrà provvedere un riscaldamento sufficiente a mantenere minimo 10 gradi centigradi nell'area della struttura e delle casseforme per il periodo di stagionatura. Dopo l'applicazione del riscaldamento limitare il tenore di raffreddamento al di sotto dei 3 gradi centigradi per ora e dei 10 gradi centigradi sulle 24 ore. Il riscaldamento dell'acqua d'impasto o degli aggregati sarà necessario per regolare a temperatura di getto del calcestruzzo.

Per le temperature calde (Legge 1086 e D.M. 9.1.1996) l'Appaltatore dovrà mantenere il calcestruzzo alla temperatura richiesta affinché il tasso di evaporazione sia minore o uguale a 1 Kg per metro quadrato di calcestruzzo ogni ora. Raffreddare i componenti prima di miscelare o utilizzare altri accorgimenti per controllare la temperatura del calcestruzzo ed impedire il rapido essiccamento di quello appena gettato.

Ombreggiare appena possibile il calcestruzzo fresco gettato. Iniziare la bagnatura non appena la superficie del calcestruzzo fresco è abbastanza dura da permetterlo senza possibilità di danni, al fine di mantenerla umida durante il periodo di stagionatura; si bagnerà il calcestruzzo fino a quando non abbia raggiunto il 70% della resistenza prevista nel progetto, o in alternativa si bagnerà per almeno 7 giorni;

Quando il punto di erogazione dell'acqua risulta essere lontano, provvedere un adeguato sistema di tubi, tubazioni, diffusori e spruzzatori.

Provvedere coperture in tela di sacco o altro idoneo materiale permeabile permesso e spruzzi nebulizzati o umidificazione continua quando le condizioni atmosferiche non permettano l'uso di carta impermeabile o composto liquido formante membrana.

Per le superfici verticali, proteggere le casseforme dalla luce solare diretta e aggiungere acqua sulla sommità della struttura non appena il calcestruzzo sia posizionato.

STAGIONATURA

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire per il calcestruzzo indurito:

- a) la prescritta resistenza e durabilità;
- b) la assenza di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Deve quindi essere previsto un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, durante il quale il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e, in particolare, nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire:

- a) l'essiccazione della superficie del calcestruzzo. Infatti, l'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.
- b) il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- c) il rapido raffreddamento della struttura, dovuto alla differenza di temperatura tra il manufatto e l'ambiente, che può generare stati fessurativi di origine termica.

I metodi di stagionatura eventualmente previsti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori che potrà richiedere delle verifiche sperimentali con le modalità di seguito descritte.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C,

L'appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

I materiali coibenti di più comune utilizzo sono:

- fogli di polistirolo o poliuretano espansi, tagliati opportunamente e fissati ai casseri;
- fogli di lana di roccia ricoperti da fodere di polietilene;
- fogli di schiuma vinilica;
- schiume poliuretatiche spruzzate sull'esterno della cassaforma.

Per un più efficace utilizzo, tali materiali dovranno essere sempre protetti dall'umidità con teloni impermeabili.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi. Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni o eseguire la bagnatura continuamente

rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono non solo dalla composizione dell'impasto e dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, ma anche dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, dovranno essere rispettati i limiti seguenti per

limitare le tensioni di origine termica:

- a) una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- b) una differenza massima di 10-15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

Al fine di evitare congelamenti superficiali o totali di strutture sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive, il Progettista dovrà quantificare in sede progettuale il bilancio termico complessivo durante la fase di indurimento, in funzione dello sviluppo di temperatura del calcestruzzo e della temperatura esterna.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

STRATI SUPERFICIALI DEL GETTO E LORO CLASSIFICAZIONE

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della DL, vanno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempiti i vuoti e riparate parti eventualmente non perfettamente riuscite.

Le superfici faccia a vista devono presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non consentiti screziature o corpi estranei;
- essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori di aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scalpellature e fresature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenze di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti tre classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (accurata);
- B (ordinaria);
- C (grossolana).

Qualora non diversamente disposto in progetto, le superfici di conglomerato cementizio dovranno corrispondere alla classe B, se a faccia vista alla classe A.

PLANARITA'

L'errore percentuale di planarità generale "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da $d = h/L$

dove:

h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

- Classe A - $d = 0,4 \%$
- Classe B - $d = 0,6 \%$
- Classe C - $d = 1,0 \%$

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze. Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

- Classe A - $e = 3 \text{ mm}$
- Classe B - $e = 6 \text{ mm}$
- Classe C - $e = 10 \text{ mm}$

GRADINI DOVUTI AL POSIZIONAMENTO DEI CASSERI

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

- Classe A - $f = 3 \text{ mm}$
- Classe B - $f = 6 \text{ mm}$
- Classe C - $f = 10 \text{ mm}$

GIUNTI TRA ELEMENTI

I giunti tra elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, devono essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza di seguito specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati. L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

- Classe A - $g = 0,3 L$
- Classe B - $g = 0,5 L$
- Classe C - $g = 0,7 L$

con un valore massimo, però, rispettivamente di:

- Classe A - 8 mm
- Classe B - 10 mm
- Classe C - 15 mm

DISTANZE FRA I MOTIVI DECORATIVI

Il rapporto "r" tra la distanza reale e la distanza teorica tra gli eventuali motivi decorativi previsti in progetto dovrà essere, per le classi previste, compreso tra i seguenti valori:

- Classe A - $r = 0,9 / 1,1$
- Classe B - $r = 0,7 / 1,3$
- Classe C - $r = 0,5 / 1,5$

TOLLERANZE

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli strati superficiali del calcestruzzo.

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con max 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari a 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con max di 20 mm.

DENUNCIA DELL'OPERA

L'Appaltatore provvede, a sua cura e spese, alla denuncia dell'opera al Genio Civile.

9.9. Controlli in corso d'opera

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- a) *Valutazione preliminare della resistenza*: Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- b) *Controllo di produzione*: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- c) *Controllo di accettazione*: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- d) *Prove complementari*: Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori.

PRELIEVO DEI CAMPIONI

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la “Resistenza di prelievo” che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell’impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il Direttore dei Lavori ha l’obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d’opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A
- controllo di tipo B

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tab. seguente:

CONTROLLO DI TIPO A	CONTROLLO DI TIPO B
$R_1 \geq R_{ck}-3,5$	
$R_m \geq R_{ck}+3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck}+1,4 s$ (N° prelievi ≥ 15)
Ove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio.	

CONTROLLO DI TIPO A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale.

Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R₁ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s / R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari;

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;

- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori.

Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali

prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto.

PROVE COMPLEMENTARI

Sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non possono però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni precedenti.

I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera qualora non sia rispettato il "controllo di accettazione".

PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle presenti norme devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto. Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione .

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo

preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

9.10. Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo- disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La Direzione Lavori potrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

9.11. Tecnologia esecutiva delle opere

9.11.1. Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati. È obbligatoria la premiscelazione dei componenti la miscela.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati. I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato di consistenza uniforme ed omogeneo.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206-1.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la classe di consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio. E' assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua al calcestruzzo in fase di trasporto o in cantiere.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

9.11.2. Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 2 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI EN 206-1, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

9.11.3. Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la Superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 5 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua al calcestruzzo in cantiere.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop) , o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12390-7 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

9.11.4. Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

9.11.4.1. Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

9.11.4.2. Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206-1.

9.11.5. Stagionatura e disarmo

9.11.5.1. Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere preventivamente sottoposto alla Direzione Lavori per l'approvazione prima dell'utilizzo.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di concordare preventivamente con la Direzione Lavori le modalità e procedure di getto e maturazione del calcestruzzo con sistemi idonei per evitare le fessurazioni da ritiro (prodotti antievaporanti, teli, bagnatura, utilizzo di fibre...).

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

L'esame e l'approvazione, da parte della DL dei prodotti e delle modalità operative individuate dall'Impresa per prevenire la formazione delle fessure durante la maturazione del calcestruzzo, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

9.11.5.2. Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C);
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termigrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2.

9.11.5.3. Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dalle NTC2008.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

9.11.5.4. Giunti di discontinuità ed opere accessorie in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

E' necessario il rispetto della forma e dimensione prevista nel progetto per i giunti longitudinali (maschio-femmina) della pavimentazione rigida a lastre in calcestruzzo.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato, prevedrà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in

relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

9.11.5.5. Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

9.11.6. Modalità di conservazione e cura

I locali del deposito dei materiali relativi al calcestruzzo devono essere soggetti all'approvazione della DL e devono consentire il facile accesso per l'ispezione e l'identificazione di ciascuna partita secondo i relativi certificati.

CONSERVAZIONE DEL CEMENTO

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione del cemento.

Immediatamente dopo la consegna i cementi, se in sacchi, devono essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria.

I diversi tipi di cemento devono essere conservati in contenitori separati, facilmente riconoscibili, in modo da impedire errori di utilizzazione.

In caso di lunga permanenza del cemento nei silos o nei locali di deposito si devono predisporre opportune verifiche di laboratorio atte ad accertare il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto.

I sacchi contenenti il cemento devono essere disposti in modo da formare cumuli ben assestati, collocati su impalcati sollevati dal suolo, eseguiti con tavole di legno e ricoperti con cartongeltri bitumati o fogli di polietilene; i sacchi così disposti devono essere isolati dalle pareti del magazzino e protetti con teli impermeabili.

Qualora il cemento venga trasportato sfuso, devono essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto, in questo caso il cantiere deve essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

I contenitori per il trasporto e i silos devono essere tali da proteggere il cemento dall'umidità e deve essere evitata la miscelazione tra tipi e classi di cemento.

Per i cementi forniti sfusi devono essere apposti cartellini piombati sia in corrispondenza dei coperchi che degli orifizi di scarico; su questi cartelli saranno riportate le indicazioni dell'art. 3 della legge 26.05.1965 n.595 e s.m.i.

CONSERVAZIONE DEGLI INERTI

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione degli inerti.

Gli inerti devono essere conservati in luoghi puliti, su di un piano di calcestruzzo opportunamente inclinato, al fine di evitare qualsiasi ristagno d'acqua. Sono comunque proibiti i depositi su terra e controterra. Le diverse classi granulometriche, così come gli inerti di categorie diverse, devono essere conservati separatamente, evitando ogni possibile miscelazione.

CONSERVAZIONE DELLE OPERE COMPIUTE

L'Appaltatore è responsabile della buona conservazione delle opere in conglomerato cementizio.

Tutte le opere devono essere debitamente protette contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni è di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

9.11.6.1. Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle NTC2008.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

9.12. Casseforme, armature di sostegno, centinature

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, possono essere costruite con tavole di legno oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche.

Tutte le strutture in c.a.; dovranno essere eseguite con casseforme lisce e scarsamente assorbenti che assicurino una superficie regolare ed assolutamente piana ed omogenea per qualità, colore e finitura. Dovrà assolutamente essere rispettato il disegno di cassero riportato negli elaborati grafici di progetto. La superficie dovrà essere perfettamente liscia e regolare.

I casseri dovranno essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo.

L'unione tra i vari elementi dovrà essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di malta durante il getto.

È fatto assoluto divieto di impiegare casseri sporchi o che non presentano superficie omogenea.

Nelle pareti la cui faccia esterna verrà a trovarsi contro terra, la chiusura dei fori dei distanziatori dovrà essere integrata con una opportuna sigillatura che impedisca l'ingresso di eventuale acqua e la sua fuoriuscita sulla faccia esposta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non dovranno condizionare la perfetta riuscita del getto. È fatto assoluto divieto dell'uso della bachelite.

In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; saranno comunque impiegati secondo i dettami della Ditta fabbricante e dovranno essere approvate dalla D.L. a mezzo di autorizzazione scritta.

La manutenzione dei casseri deve essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

I casseri in legno per strutture, parti importanti e a faccia a vista non possono essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi possono essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

MODALITA' DI ESECUZIONE

L'Appaltatore dovrà produrre e sottoporre all'approvazione della D. L. la seguente documentazione tecnica:

- Disegni d'assieme d'impiego delle casseforme e delle impalcature.
- Istruzioni specifiche, opportunamente illustrate, per la corretta messa in opera, impiego e il corretto smontaggio delle attrezzature provvisionali.
- I disegni d'assieme d'impiego delle casseforme per getti verticali devono riportare:
 - Le condizioni d'appoggio della cassaforma che devono essere compatibili con la stabilità della cassaforma stessa, con le necessarie caratteristiche di resistenza del calcestruzzo e con quella del piano d'appoggio;
 - Le disposizioni che assicurano la stabilità della cassaforma nelle tre dimensioni dello spazio;
 - Le disposizioni da rispettare per il sollevamento, la movimentazione, la messa in opera e il disarmo delle casseforme;
 - Le tolleranze d'esecuzione delle casseforme.
 - Le casseforme per getti verticali devono assicurare la corretta forma geometrica definitiva delle opere, in relazione alla deformazione delle casseforme, alle deformazioni istantanee e ritardate, dovute a cause differenti.
- I disegni d'assieme delle casseforme per getti orizzontali devono riportare:
 - Le condizioni d'appoggio dei montanti strutturali del puntellamento che devono essere compatibili con la propria stabilità e con quella del piano d'appoggio;
 - Le disposizioni che assicurano la controventatura nelle tre dimensioni dello spazio;
 - Le disposizioni da rispettare per il sollevamento, la movimentazione, la messa in opera e il disarmo delle casseforme ed impalcature;
 - Le controfrecce, le tolleranze d'esecuzione delle casseforme e delle impalcature di sostegno.

Le deformazioni delle casseforme e dei puntellamenti delle casseforme per getto orizzontali devono essere compatibili con le tolleranze ammesse per l'esecuzione dell'opera e devono essere tali da non comprometterne il comportamento in esercizio.

Le deformazioni ammissibili devono essere giustificate tramite una relazione di calcolo da prodursi unitamente alla relazione tecnica. Le casseforme e i puntellamenti per getti orizzontali devono rispettare le controfrecce, eventualmente necessarie, definite dal progetto strutturale per assicurare la corretta forma geometrica definitiva delle opere, in relazione alla deformazione delle casseforme, delle impalcature o puntellamenti ed alle deformazioni istantanee e ritardate dell'elemento strutturale, dovute a cause differenti. Nella relazione tecnica devono essere messe in evidenza le disposizioni per il controllo delle deformazioni e dei cedimenti in funzione delle procedure d'applicazione dei carichi sulle attrezzature provvisionali.

Le casseforme dovranno essere realizzate affinché non agiscano in modo staticamente scorretto sulle strutture alle quali sono ancorate o appoggiate e in modo da permettere il ritiro del calcestruzzo e un facile disarmo.

Le casseforme per getti verticali e orizzontali devono essere concepite in modo da permettere un disarmo corretto senza danni per il calcestruzzo.

L'impalcatura di sostegno dovrà essere realizzata affinché non agisca in modo staticamente scorretto sulle strutture sottostanti.

Il progetto delle casseforme deve prevedere le indicazioni per garantire l'impermeabilità dei giunti che devono essere a perfetta tenuta. I dispositivi d'ancoraggio della cassaforma, qualora attraversino o siano inglobati nel calcestruzzo, non devono causare a quest'ultimo danno alcuno.

La progettazione delle casseforme deve tener conto della necessità di evitare durante la fase di getto perdite dannose di materiale (acqua e cemento). L'impermeabilità dei giunti fra i moduli di cassaforma a grande superficie, deve essere assicurato dal contatto corretto dei bordi del pannello di rivestimento. Salve diverse disposizioni impartite dalla D. L., fra i giunti dei moduli delle casseforme o fra i singoli pannelli di rivestimento degli stessi, per assicurare impermeabilità all'acqua e cemento, si devono impiegare strisce di poliuretano a cellule aperte compresse. In alternativa, per evitare perdite d'acqua o cemento, i giunti dei singoli pannelli di rivestimento del modulo dovranno essere realizzati con spessori del pannello scanalati con apposita linguetta.

Non è consentito l'uso di nastro adesivo protettivo sul paramento della cassaforma a contatto con il calcestruzzo.

In tutte le fasi di lavoro, a qualsiasi altezza, il sistema di stabilizzazione dovrà garantire alle casseforme a grande superficie massima stabilità e sicurezza.

Le casseforme dovranno essere concepite in modo tale da minimizzare le deformazioni delle stesse. I pannelli di rivestimento della cassaforma dovranno avere una rigidità sufficiente e uniforme per evitare forti vibrazioni durante il costipamento del calcestruzzo, evitando in particolare la generazione di frecce sul rivestimento della cassaforma.

La responsabilità statica della corretta costruzione delle casseforme è totalmente a carico dell'Appaltatore.

Le casseforme dovranno essere equipaggiate con sistemi di sicurezza e di protezione integrati nella stessa.

Su tutte le casseforme di una medesima struttura si dovrà utilizzare lo stesso prodotto disarmante.

Deve essere prevista la formazione di elementi di dettaglio particolari, come gocciolatoi, anche se realizzati con l'inserimento di speciale profilato in ABS, secondo le indicazioni della DL, di smussature, angoli acuti, curvature di qualsiasi raggio, svasature, etc. anche per strutture o manufatti in cemento armato di dimensioni particolarmente limitate.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso d'esecuzione tutta la forometria, tracce, cavità e incassature previste negli elaborati strutturali e in quelli degli impianti tecnologici, Particolare riguardo dovrà essere posto al corretto fissaggio degli inserti metallici e di rispetto delle tolleranze di posizionamento degli stessi sia in fase di preparazione sia in fase di getto.

Si deve altresì prevedere la realizzazione di eventuali canaletti di distacco tra due getti consecutivi, ottenuti mediante listelli di legname opportunamente sagomati ovvero con inserimento di speciali profilati in ABS, ovvero di canaletti realizzati in modo analogo anche a metà di un unico getto.

Le casseforme in legname devono essere accostate in modo che non abbiano a presentarsi, a disarmo avvenuto, sbavature o irregolarità di sorta, le quali comunque devono essere accuratamente riparate, sempre che la DL ritenga che siano contenute entro limiti accettabili.

I casseri in legno, specialmente nella stagione estiva, devono essere moderatamente bagnati; così dicasi per ogni altro elemento in grado di assorbire acqua, con il quale il conglomerato dovrà venire a contatto.

DISARMO

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme quando saranno state raggiunte le resistenze del calcestruzzo prescritte dal progettista delle strutture. Il disarmo dovrà essere effettuato conformemente ai cicli di getto previsti dal progetto, senza scosse e con forze puramente statiche, solo quando la maturazione del calcestruzzo sia sufficiente per la realizzazione dei cicli successivi di getto. Per rimuovere le casseforme delle pareti si dovranno rispettare i tempi di maturazione necessarie per le opere che esse sostengono e per quelle sulle quali prendono appoggio.

Le caratteristiche dei prodotti impiegati per facilitare il disarmo non devono condizionare la perfetta riuscita dell'operazione; in particolare devono:

- non combinarsi con gli impasti con effetti dannosi, in particolare per la presa;
- resistere ad elevate sollecitazioni di spinta;
- consentire il facile distacco dei casseri lasciando le superfici uniformi e gli spigoli perfetti.

L'impiego del prodotto deve seguire le prescrizioni della ditta produttrice. Devono inoltre essere adottate tutte le precauzioni necessarie affinché i casseri non impediscano il ritiro del conglomerato provocandone la fessurazione prima del disarmo.

Deve essere cura dell'Appaltatore procedere a regolarizzare eventuali sbavature dei getti e a eliminare eventuali fili di ferro che dovessero sporgere dalle superfici e che servivano per legare i casseri.

9.13. Criteri di misurazione e di accettazione

I calcestruzzi saranno misurati sempre secondo il loro volume effettivo con le seguenti modalità:

Per fondazioni, murature, etc. in base alle dimensioni prescritte, esclusa ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi o piccole, i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita, nonché la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, il getto e sua pistonatura.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione, nonché alle campionature e prove eseguite.

10. ACCIAIO PER C.A.

10.1. Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE secondo il Regolamento Europeo 305/2011 (CPR);

B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici potrà attivare un sistema di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Regolamento Europeo 305/2011 (CPR)
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale;

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante.

Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui al Regolamento Europeo 305/2011 (CPR), contenuto nella presente norma deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

L'appaltatore dovrà prevedere controlli di qualità che comprendano la misura dei copriferri.

10.2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la Posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nelle NTC 2008.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t / f_y)_k$	≥ 1.15 < 1.35	10.0

$(f_t / f_{ynom})_k$	≤ 1.25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7.50\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\Phi < 12$ mm	4 Φ	
$12 \leq \Phi \leq 16$ mm	5 Φ	
Per $16 \leq \Phi \leq 25$ mm	8 Φ	
Per $25 \leq \Phi \leq 40$ mm	10 Φ	

10.3. Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nelle NTC2008. Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si deve far riferimento a quanto indicato nelle NTC2008.

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature; Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro \emptyset che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq \emptyset \leq 16 \text{ mm}$.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$\emptyset \text{ min} / \emptyset \text{ Max} \geq 0,6.$$

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2010 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:

- a) da acciai provvisti di specifica qualificazione;
- b) da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralici un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralici formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

10.4. Normativa

Si intendono applicate le seguenti norme:

- EN 10080 (2005): Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.
- D.M. 14/01/2008 Pubblicato nella G.U. 4/02/2008 n°29 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009 n° 617 Istruzioni per le applicazioni delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- UNI-EN ISO 7438:2016 "Prove meccaniche dei materiali metallici"
- UNI-EN ISO 6892-1:2016: "Prove meccaniche dei materiali ferrosi – Prova di trazione dei fili d'acciaio"
- UNI 7958: "Prodotti finiti - Piatti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo - Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione"
- UNI 3766:2005 – Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d' ingegneria civile. Distinta dei ferri.
- UNI 10622: " Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo."
- UNI EN 10027-1:2016 "Designazione convenzionale degli acciai"
- UNI EN 10021:2007 "Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici"
- UNI EN 10020: "Definizione e classificazione dei tipi di acciaio"
- UNI CNR 10024: "Analisi delle strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo"
- UNI EN ISO 15630-2:2010 – Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.
- UNI EN 1992-1-1, Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

10.5. Caratteristiche

SALDABILITÀ

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella Tab. 11.3.II dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{15} + V + \frac{Ni}{6} + \frac{Cu}{6}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 11.3.II – Massimo contenuto di elementi chimici in %

		Analisi del prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0.24	0.22
Fosforo	P	0.055	0.050
Zolfo	S	0.055	0.050
Rame	Cu	0.85	0.80
Azoto	N	0.014	0.012
Carbonio Equivalente	C_{eq}	0.52	0.50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

TOLLERANZE DIMENSIONALI

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella Tab. 11.3.III seguente.

Tabella 11.3.III

Diametro nominale, (mm)	$5 \leq \varnothing \leq 8$	$8 \leq \varnothing \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, ad esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera.

Il Centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti al UNI EN ISO 9001:2008.

ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce fy con f(0,2).

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione;

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing \leq 16$ mm per acciaio B450C.t

10.6. Modalità di esecuzione

L'Appaltatore esegue, in conformità con il progetto e del capitolato tutte le armature occorrenti per la perfetta esecuzione delle opere in c.a., dei consolidamenti murari etc. sia esplicitamente previsti dal progetto che comunque necessari all'esecuzione delle opere progettate.

Le armature esplicitamente indicate in progetto sono da intendersi quali le minime (per qualità e quantità) da porsi in opera: l'Appaltatore, che accetta e fa proprio il progetto esecutivo strutturale, resta infatti il solo responsabile della qualità e quantità delle armature, che, fermo restando il suddetto minimo, devono in ogni caso essere commisurate al tipo di opere da realizzarsi ed alle sollecitazioni, anche di natura termica, chimica, etc., cui i vari elementi sono sottoposti.

Le sagome e i diametri delle barre di armatura delle strutture in c.a. devono rispettare puntualmente le indicazioni contenute nei grafici di progetto. Qualsiasi eventuale modifica proposta dall'Appaltatore deve essere sempre preventivamente approvata dalla DL.

ARCH. MATTEO GHIDONI

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni e devono corrispondere alle prescrizioni dei punti 5.3 e 6.1 Parte Prima del D.M. LL. PP. 09.01.1996 e s.m.i.

È vietato mettere in opera armature eccessivamente ossidate, corrosive o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature devono essere ispezionate ed accettate dalla DL.

PIEGATURA

La piegatura deve essere fatta meccanicamente, e di regola, mai a caldo; eseguita a mezzo di piegaferri o di qualunque altro procedimento che permetta di ottenere i raggi di curvatura previsti dai disegni.

I ferri piegati dovranno presentare, nei punti di piegatura, un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 diametri.

La velocità di piegatura deve avere riguardo alla natura degli acciai. I mandrini devono avere il raggio corrispondente a quello richiesto onde evitare pieghe dannose.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

STAFFATURA E LEGATURA

Il posizionamento di ciascun ferro è ottenuto legandolo con filo di ferro alle staffe in modo da ottenere una gabbia entro la quale gli stessi non possono muoversi.

Nel caso di lavorazioni particolari, per dimensioni o quantità di armature, è possibile, su indicazione della DL, procedere alla stabilizzazione delle gabbie tramite barre di irrigidimento saldate all'armatura.

Le staffe devono essere sempre chiuse e ben ancorate alle barre longitudinali.

COPRIFERRO E INTERFERRO

Per le strutture in c.a. si deve prevedere la realizzazione dei copriferri mediante l'utilizzo di opportuni distanziatori che garantiscano la superficie più esterna delle barre, comprese le staffe, e la superficie delle casseforme.

Ove sussistessero dubbi sull'esatto posizionamento delle armature nei getti eseguiti, la DL può prescrivere l'indagine sul posizionamento mediante apparecchiature per prove non distruttive.

In caso di utilizzo di rete di armatura, questa deve essere disposta a profondità della superficie finita pari a un terzo dello spessore del solaio e in ogni caso non maggiore di 8 cm. Nella posa della rete si deve avere l'avvertenza che i pannelli non siano deformati, in modo che venga rispettato un piano di posa orizzontale, e che siano disposti cavalletti metallici di distanziamento che impediscano alla rete di affondare nel calcestruzzo.

Ad eccezione degli incroci delle travi in corrispondenza degli appoggi, le superfici dei ferri dovranno essere mutuamente distanziate in ogni direzione (interferro) di almeno un diametro dei ferri medesimi, e in ogni caso secondo le prescrizioni di progetto.

ANCORAGGI E GIUNZIONI

Gli ancoraggi delle barre devono essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le giunzioni delle barre, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione.

MESSA A TERRA

Ai fini di assicurare la continuità delle discese nell'ambito della protezione dell'edificio contro le scariche di origine elettrica, l'Appaltatore deve per ogni pilastro in c.a., saldare o connettere elettricamente, per tutta la lunghez-

za del pilastro, un minimo di 3 ferri d'armatura periferici e predisporre nel plinto l'uscita di tali ferri per i collegamenti di messa a terra. Analogamente anche sulla parte superiore dei pilastri tali ferri saranno collegati ai tirafondi. Sono considerati continui i ferri di armatura che risponderanno alle condizioni di cui al punto 1-3-1 della norma CEI 81-1 fascicolo 3.

10.7. Certificazioni, campionature e prove

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

PROVE DI QUALIFICAZIONE

Il laboratorio incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, venticinque per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t l'allungamento A_{gt} ed effettuate le prove di piegamento.

PROCEDURA DI VALUTAZIONE

Le grandezze caratteristiche f_y , f_t , A_{gt} ed il valore inferiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x - k s \geq C_v$$

La grandezza caratteristica $(f_y/f_{ynom})_k$ ed il valore superiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x + k s \leq C_v$$

dove:

C_v = valore prescritto per le singole grandezze nelle tabelle

x = valore medio

s = deviazione standard della popolazione

k = è il coefficiente riportato in Tabella per f_t , f_y ed (f_y/f_{ynom}) e in Tab. 11.3.V per A_{gt} e f_t/f_y e stabilito in base al numero dei saggi.

In ogni caso il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle Tabelle seguenti

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di qualificazione non soddisfi i requisiti di resistenza o duttilità delle presenti norme tecniche, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto ed il nuovo prelievo sostituisce a tutti gli effetti quello precedente. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della prova di qualificazione.

Tabella – $f_y - f_t - f_y/f_{y\text{ nom}}$ – Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 5 % [p = 0,95] con una probabilità del 90 %

n	k	n	K
5	3.40	30	2,08
6	3.09	40	2,01
7	2.89	50	1,97
8	2.75	60	1,93
9	2.65	70	1,90
10	2.57	80	1,89
11	2.50	90	1,87
12	2.45	100	1,86
13	2.47	150	1,82
14	2.36	200	1,79
15	2.33	250	1,78
16	2.30	300	1,77
17	2.27	400	1,75
18	2.25	500	1,74
19	2.23	1000	1,71
20	2.21	--	1,64

Tabella – $A_{gt} , f/f_y .$ – Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 10 % [p = 0,90] con una probabilità del 90 %

n	k	n	K
5	2.74	30	1.66
6	2.49	40	1.60
7	2.33	50	1.56
8	2.22	60	1.53
9	2.13	70	1.51
10	2.07	80	1.49
11	2.01	90	1.48
12	1.97	100	1.47
13	1.93	150	1.43
14	1.90	200	1.41
15	1.87	250	1.40
16	1.84	300	1.39
17	1.82	400	1.37
18	1.80	500	1.36
19	1.78	1000	1.34

20	1.77	--	1.282
----	------	----	-------

PROVE PERIODICHE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ

Ai fini della verifica della qualità il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di 5 campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio effettua le prove di resistenza e di duttilità.

I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni, caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n=25$).

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi, il laboratorio incaricato ne dà comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali vanno riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

CONTROLLI SU SINGOLE COLATE O LOTTI DI PRODUZIONE

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove previste

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura vengono calcolate a mezzo delle espressioni di norma nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE.

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati:

- a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo è costituito da 3 spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento. In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il Direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Tabella – Valori di accettazione

CARATTERISTICA	VALORE LIMITE	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 x (1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciaiB450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciaiB450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al

valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;

- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

PROVE DI ADERENZA

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo *Beam – test* da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$t_m \geq 0,098 (80 - 1,2 \varnothing)$$

$$t_r \geq 0,098 (130 - 1,9 \varnothing)$$

essendo:

\varnothing il diametro della barra in mm;

t_m il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01 , 0,1 ed 1 mm;

t_r la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo $5 \leq \varnothing \leq 10$ mm;
- uno nell'intervallo $12 \leq \varnothing \leq 18$ mm;
- uno pari al diametro massimo.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004,

- il valore dell'area relativa di nervatura f_r , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura f_p , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, deve risultare compreso entro i limiti di seguito riportati:

- per $5 \leq \varnothing \leq 6$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,035$;
- per $6 \leq \varnothing \leq 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,040$;
- per $\varnothing \geq 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,056$.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO ORDINARIO

PROVE DI QUALIFICAZIONE

Il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 effettua, presso lo stabilimento di produzione, in almeno quattro sopralluoghi senza preavviso il prelievo di una serie di 80 saggi, ricavati da 40 diversi pannelli, 2 per ogni elemento.

Ogni saggio deve consentire due prove:

- prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento;
- prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Per la determinazione delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura, valgono le medesime formule dove n , numero dei saggi considerati, va assunto nel presente caso pari a 80, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle tabelle.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di qualificazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di allungamento o resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione delle prove di qualificazione.

PROVE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ

Il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari ad intervalli non superiori a tre mesi, su serie di 20 saggi, ricavati da 10 diversi elementi, 2 per ogni elemento. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sulla serie il laboratorio effettua la prova di trazione e di distacco. I corrispondenti risultati vengono aggiunti a quelli dei precedenti prelievi dopo aver eliminato la prima serie in ordine di tempo.

Si determinano così le nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti sempre ponendo $n = 20$.

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione solo dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di verifica non soddisfi i valori previsti, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita.

Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. In caso di ulteriore risultato negativo, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

CONTROLLI SU SINGOLI LOTTI DI PRODUZIONE.

Negli stabilimenti soggetti ai controlli sistematici, i produttori qualificati possono sottoporre a controlli singoli lotti di produzione a cura del laboratorio incaricato.

I controlli consistono nel prelievo per ogni lotto di un numero n di saggi, non inferiore a venti e ricavati da almeno dieci diversi elementi, sui quali si effettuano le prove previste.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura vengono calcolate a mezzo delle formule di norma, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati.

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE.

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita.

Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi .

10.8. Criteri di misurazione e accettazione

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con posatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore.

Nei prezzi dei lavori in metallo e' compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, e' compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, e la posa in opera dell'armatura stessa.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione, nonché alle campionature e prove eseguite.

11. OPERE IN ACCIAIO

11.1.1. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN 10088-1:2014 Acciai inossidabili - Parte 1: Lista degli acciai inossidabili
- UNI EN 10088-3:2014 Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10088-2:2014: Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN ISO 7500-1:2018: Materiali metallici - Verifica delle macchine di prova statica uniassiale - Parte 1: Macchine di prova a trazione/ compressione - Verifica e taratura del sistema di misurazione delle forze.
- UNI EN ISO 9445-2:2010: Acciai inossidabili laminati a freddo in continuo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma - Parte 2: Bandelle e nastri larghi

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

11.1.2. Prescrizioni di carattere generale

L'acciaio inox utilizzato sarà del tipo AISI 306 in base alla normativa EN 10088, secondo dimensioni, forme e spessori riportati negli elaborati grafici di progetto.

Durante le lavorazioni si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- piastre, lamiere e in generale ogni articolo saranno ben dritti e spianati;
- i fori devono essere eseguiti completamente al trapano;
- i tagli delle connessioni devono essere eseguiti con precisione ed esattezza in modo che queste non presentino discontinuità;

La D.L. ha la facoltà di far eseguire esami e prove di accettazione di tutti i materiali, prima dell'inizio delle lavorazioni. A lavorazioni avvenute i manufatti devono essere sottoposti all'accettazione provvisoria del Committente, che vi provvede a mezzo di propri incaricati, i quali ne verificano l'esatta e perfetta lavorazione e la rispondenza alle prescrizioni.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti rilevandone in posto le misure ed il tipo ed il numero esatto di pezzi occorrenti. Prima di iniziare la messa in opera l'Appaltatore deve inoltre verificare la congruenza delle dimensioni dei manufatti con quelle delle strutture destinate a riceverli. Nel caso che detta congruenza non sia realizzata per difetto di esecuzione delle strutture e/o dei manufatti, la D.L. prescrive i provvedimenti da adottare, i cui oneri sono a totale carico dell'Appaltatore. Tutti i manufatti devono essere collocati in opera mediante fissaggio alle strutture di sostegno come indicato negli elaborati di progetto.

11.1.3. Caratteristiche dei materiali

PARACOLPI

Paracolpi in acciaio inox AISI 314 così composto:

- 1 Supporto verticale i in acciaio inox con finitura satinata di spessore 8 mm dotato di apposite asole per il giusto posizionamento con profili secondo le geometrie di progetto.
- 2 Tubo in acciaio inox di 80x80 mm spessore mm 8 saldato ai supporti verticali.
- 3 Ghiera in acciaio inox di pari qualità a copertura degli elementi di fissaggio;
- 4 Il fissaggio a pavimento dovrà essere realizzato con piastre circolari o rettangolari di ancoraggio in acciaio inox di pari qualità, fissate con tirafondi come da disegni strutturali.
- 5 Il tipo di tassello da utilizzarsi dovrà essere compatibile col supporto sottostante.

PARAPETTI

Il parapetto deve garantire i requisiti prestazionali di legge e deve rispettare i codici di buona pratica dati dalle norme tecniche. In particolare si richiamano espressamente i requisiti di carico statico, fissati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni in 200daN/m applicati in sommità del parapetto, e i requisiti di resistenza al carico dinamico definita nella UNI EN 14019:2016 e UNI 10807:1999. Il vetro deve rispettare i requisiti di anticaduta nel vuoto con classe 1(B)1 secondo Uni EN 12600.

- Montanti come da disegni progettuali;
- Corrimano superiore con tubolare in acciaio inox finitura satinata;
- Paracolpi in acciaio inox posto a protezione della parte inferiore.

GENERALE

Gli inox dovranno corrispondere alla classificazione dell'AISI.

Tutte le saldature dovranno essere di 1^a classe e a completa penetrazione.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere:

- alla lavorazione di elementi anche articolati e di forma non lineare previsti in progetto;
- alla eventuale esecuzione delle calandrature secondo archi circolari;
- alla esecuzione di tutte le lavorazioni quali tagli, forature, saldature, piegature, accoppiamenti necessarie per la realizzazione delle opere previste.

11.1.4. Modalità di esecuzione

L'Appaltatore eseguirà, in conformità con i grafici ed altri allegati di progetto e nel rispetto del capitolato e disciplinare tecnico, tutte le previste opere in acciaio inossidabile.

Tutte le opere in acciaio inox saranno rifinite superficialmente mediante spazzolatura a grana fine e/o altro idoneo trattamento al fine di presentare superficie omogenea con aspetto satinato, mai lucido.

ASSEMBLAGGI

Gli elementi in acciaio inox saranno fissati alle strutture portanti in cemento armato mediante tasselli chimici di dimensioni e tipi indicati negli elaborati di progetto; l'assemblaggio di elementi in acciaio inox sarà ottenuto mediante dadi, bulloni, brugole rigorosamente in acciaio inox.

TRATTAMENTI

Gli acciai inox durante le fasi lavorative dovranno essere accuratamente sottoposti alle seguenti operazioni.

SGRASSAGGIO

Con questa operazione devono essere rimosse tutte le tracce di grasso dalla superficie dell'elemento di acciaio inossidabile, prima di sottoporlo al trattamento di finitura superficiale. Lo sgrassaggio può essere effettuato con diversi metodi quali lavaggio con soluzioni alcaline, con emulsioni, con solventi, con detergenti oppure a mezzo di trattamento mediante getti di vapore o di acqua calda in pressione e pulitura con ultrasuoni.

DECAPAGGIO

Con il decapaggio devono essere rimosse le eventuali scaglie di ossidi che si formano quando un manufatto subisce un riscaldamento a temperatura elevata in presenza di ossigeno atmosferico come accade, per esempio, durante la fucinatura, la laminazione a caldo, la saldatura, ecc. I sistemi di decapaggio possono essere di tipo meccanico (per esempio sabbiatura con sabbia silicea) che di solito precedono quelli chimici quando la quantità di scaglia è di notevole spessore e risulta molto aderente alla superficie. Durante le operazioni di decapaggio è assolutamente necessario predisporre gli ambienti con opportuni sistemi di sicurezza e procedere poi a lavaggi accurati dei manufatti, in quanto i bagni di decapaggio sono fortemente aggressivi e a volte tossici.

Se la scaglia è molto aderente è necessario evitare tempi di permanenza troppo prolungati nei bagni di decapaggio per evitare il danneggiamento dei manufatti; è preferibile, in questo caso, alterare ai bagni di decapaggio un'azione meccanica di spazzolatura.

DECONTAMINAZIONE

Con questo trattamento devono essere rimosse dalla superficie di acciaio inossidabile le tracce ferrose o di altri metalli che l'avessero contaminata durante le lavorazioni. L'operazione consiste nell'immergere o irrorare le superfici del manufatto con apposite soluzioni in grado di sciogliere le parti inquinanti e di ricostituire lo strato passivo eventualmente danneggiato. Dopo la decontaminazione, che non deve in alcun modo alterare lo stato superficiale del manufatto o del semilavorato, si deve eseguire un accurato lavaggio con acqua, così da rimuovere qualsiasi traccia di soluzione acida.

11.1.5. Certificazioni e prove

Per ogni opera in ferro l'Appaltatore è tenuto ad effettuare, di propria iniziativa ed in tempi opportuni, le campionature in oggetto per l'approvazione della DL.

Resta ferma la facoltà della D.L.: di richiedere qualunque ulteriore campionatura ritenuta necessaria.

Per tutti i materiali dovrà essere fornita alla DL il certificato attestante la qualità e le caratteristiche meccaniche.

11.1.6. Modalità' di conservazione e cura

Sia durante la fabbricazione, sia alla fine della stessa i prodotti finiti di acciaieria devono essere accuratamente protetti in modo da evitare il danneggiamento delle superfici. La protezione sarà eseguita con carta semplice o carta crespata. Per finiture particolarmente pregiate la protezione sarà effettuata con carta adesiva o con plastica opaca o trasparente, sempre adesiva.

I prodotti finiti saranno conservati fino all'uso nei loro imballaggi originali in luogo coperto e asciutto. In ogni caso bisogna evitare di accumulare il materiale in cataste troppo alte e per tempi troppo prolungati, in modo da evitare il fenomeno di presa dell'adesivo negli elementi in posizione inferiore, rendendo poi estremamente difficile la rimozione sia della carta, sia della pellicola. La stessa precauzione si deve adottare nel non far sosta-

re il materiale con questo tipo di protezione in luoghi molto caldi, o sotto il sole. In ambienti marini, ricchi di sal-sedine, è importante evitare il contatto delle superfici con materiali umidi quali carta, cartone e legno. Quando le superfici sono prive di protezione è necessario evitare il contatto con materiali ferrosi per evitare fenomeni di contaminazione ferrosa.

11.1.7. Criteri di misurazione e di accettazione

I lavori saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con posatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore.

Nei prezzi dei lavori in metallo e' compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione, nonché alle campionature e prove eseguite.

12. MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE

12.1.1. Caratteristiche dei materiali

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

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

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

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

AGGREGATI

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle seguenti.

Aggregato grosso. Autostrade ed extraurbane principali

Indicatori di qualità	Strato pavimentazione
-----------------------	-----------------------

Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30	□□□
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	-	□□□
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	□□□
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	□□□
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 20	□□□
(*) Materiale non idoneo salvo studi particolari				

Aggregato grosso. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30	□□□
Micro Deval Umida	CNR 109/85	%	-	□□□
Quantità di frantumato	-	%	> 30	□□□
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	□□□
Sensibilità al gelo ³	CNR 80/80	%	≤ 20	□□□

Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval Umida	CNR 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo ³	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle.

Aggregato fine. Autostrade ed extraurbane principali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	(*)
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	(*)
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	(*)
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	(*)
(*) Materiale non idoneo salvo studi particolari				

Aggregato fine. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Fondazione	Base
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	(*)
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	(*)
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	(*)
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	(*)

Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

MISCELE

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella tratta dalla norma CNR 23/71.

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma AASHTO T294).

Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (CNR B.U. n. 146/1992).

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (CNR B.U. n. 92/1983).

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

CONFEZIONAMENTO DEL MISTO GRANULARE

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

12.1.2. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n°178/1995: "Norme tecniche per costruzioni stradali".
- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n° 197/2000: "Determinazione della deformabilità a carico costante di miscele bituminose e calcolo del modulo complesso. 20 p".
- Marcaura CE secondo il Regolamento Europeo 305/2011 (CPR)

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni

12.1.3. Modalità di esecuzione

Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

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

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi con un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR B.U. n. 69/1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00–4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione, saturata con graniglia, a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

12.1.4. Certificazioni e prove

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera deve essere effettuato con alcune prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in situ al momento della stesa, oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente tabella:

Tabella 30.8. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ³ di stesa
Sagoma	Strato finito	Ogni 20m o ogni 5 m
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m ² m di fascia stesa

MATERIALI

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

MISCELE

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in situ già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato.

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

COSTIPAMENTO

A compattazione ultimata la densità del secco in situ, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (CNR 22/72). Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;

- del 20 % dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 93 e 95 % del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in situ ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm.

PORTANZA

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

SAGOMA

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.

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

12.1.5. Criteri di misurazione e di accettazione

Il prezzo compensa la realizzazione di cassonetto stradale, comprendente la regolarizzazione e la rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante, o con piastra vibrante idonea, del piano di fondo dello scavo di cassonetto, compresi gli oneri per il funzionamento del rullo o della piastra e per ogni altra operazione necessaria per completare l'opera a regola d'arte.

La valutazione verrà effettuata a metro cubo per lo spessore riportato nei disegni di progetto.

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (CNR 69/1978).

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

12.2. Misti granulari cementati per strati di fondazione

12.2.1. Caratteristiche dei materiali

ARCH. MATTEO GHIDONI

Il misto cementato per strato di fondazione dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.

Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

AGGREGATI

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella.

Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 30; ≤ 60
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Indice plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤1

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

CEMENTO

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI ENV 197-1:

ARCH. MATTEO GHIDONI

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

ACQUA

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità l'acqua andrà testata secondo la norma UNI-EN 1008.

MISCELE

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm ed una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

Serie crivelli e setacci UNI		Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5 - 10	-	

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della direzione dei lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

12.2.2. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n° 178/1995: "Norme tecniche per costruzioni stradali".

- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n° 197/2000: "Determinazione della deformabilità a carico costante di miscele bituminose e calcolo del modulo complesso. 20 p".
- Marcaura CE secondo il Regolamento Europeo 305/2011 (CPR)

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

12.2.3. Modalità' di esecuzione

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando la formazione di superfici fangose.

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

PROTEZIONE SUPERFICIALE DELLO STRATO FINITO

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

12.2.4. Certificazioni e prove

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato con alcune prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa e sulle carote estratte dalla pavimentazione, nonché con prove in situ.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un laboratorio ufficiale, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 6395.

Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

La densità in situ, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR B.U. n. 69/1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in situ sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, che potranno essere calcolati con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Il valore del modulo di deformazione (CNR B.U. n. 146/1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della direzione dei lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, verificato a mezzo di un regolo di 4,00–4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

12.2.5. Criteri di misurazione e accettazione

La ghiaia, il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi prezzi di elenco relativi.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

12.3. Misti bitumati per strati di base

12.3.1. Caratteristiche dei materiali

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

inerti

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

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

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

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

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

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

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

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

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

BITUME

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

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

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

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

dove:

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

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

MISCELA

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

Serie livelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2,000	20÷40
Setaccio 0,400	6÷20
Setaccio 0,180	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8
Setaccio 0,180	4□14
Setaccio 0,075	4□8

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

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n.30 (15.03.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7,0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

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

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

12.3.2. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

- UNI EN 13108-1:2006 Conglomerato bituminoso prodotto a caldo: La norma specifica i requisiti per miscele del gruppo dei conglomerati bituminosi prodotti a caldo da utilizzare in strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.
- UNI EN 12591:2009 Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali: La norma fornisce una serie di proprietà e relativi metodi di prova per i bitumi per applicazioni stradali che sono idonei per l'utilizzo nella costruzione e nella manutenzione delle strade delle pavimentazioni aeroportuali e di altre aree pavimentate. Essa fornisce inoltre i requisiti per la valutazione di conformità.
- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n° 178/1995: "Norme tecniche per costruzioni stradali".
- Norme tecniche C.N.R., parte IV fascicolo n° 197/2000: "Determinazione della deformabilità a carico costante di miscele bituminose e calcolo del modulo complesso. 20 p".

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

12.3.3. Modalità di esecuzione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m².

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

12.3.4. Certificazioni e prove

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

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

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

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

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

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

12.3.5. Criteri di misurazione e accettazione

MASSICCIATA

La ghiaia, il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi prezzi di elenco relativi.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa senza fondo che avrà le dimensioni di 1,00 m x 1,00 m x 0,50 m.

All'atto della misurazione sarà in facoltà della direzione dei lavori di dividere i cumuli in tante serie, ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'impresa avrà mancato all'obbligo della uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

IMPIETRAMENTO O OSSATURA

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s'intende compensata di tutti gli oneri ed obblighi necessari.

La misura ed il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

CILINDRATURA DI MASSICCIATA E SOTTOFONDI

Il lavoro di cilindatura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli; lo spandimento e la configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorre, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorrono, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per compiere il lavoro secondo le prescrizioni.

La cilindatura di sottofondo, qualora venga ordinata, sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

CRITERI DI ACCETTAZIONE

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

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

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

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

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

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

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

12.4. Conglomerati bituminosi a caldo

Nuova pavimentazione in bitume. A seconda delle indicazioni progettuali:

- Fondazione di tipo stradale di spessore minimo cm 15, costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI;
- Strato di fondazione di spessore come da progetto di misto cementato costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.
- Strato di base costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici;
- Pulizia del piano d'appoggio e spruzzatura di emulsione bituminosa al 55 % in ragione di 0.7 kg/m²;
- Strato di collegamento di spessore cm7 in conglomerato bituminoso semiaperto (Binder) costituito da materiale litoide assortito a granulometria passante fino a 3 cm e da bitume puro in ragione del 4-5% del peso degli inerti, secondo le norme di C.N.R., steso con vibrofinitrice e rullato a caldo;

- Pulizia del piano d'appoggio e spruzzatura di emulsione bituminosa al 55 % in ragione di 0.7 kg/m²;
- Strato di usura di spessore idoneo in conglomerato bituminoso costituito da idonea miscela granulometrica di pietrischetto, graniglia basaltica, sabbia e additivo, impastato con bitume a caldo in apposito impianto centralizzato, posto in opera con macchina vibrofinitrice, costipato con rulli gommati e lisci;
- Interposto tra lo strato di usura ed il Binder tra nuova ed esistente pavimentazione, viene inserita una geogriglia biorientata di rinforzo per conglomerati bituminosi, costituita da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati alla azione dei raggi U.V. con nerofumo; Il suddetto materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine e dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

12.4.1. Caratteristiche dei materiali

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

LEGANTE

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella seguente tabella, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Bitume				
<i>parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 80/100</i>
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426, CNR B.U. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio ufficiale.

ADDITIVI

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

La presenza degli ACF nel bitume potrà essere accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Attivanti Chimici Funzionali			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

AGGREGATI

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle seguenti tabelle al variare del tipo di strada.

Aggregato grosso. Autostrade ed extraurbane principali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%	25	25	20
Micro Deval umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%	20	20	15
Quantità di frantumato	-	%	90	□90	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	30	30	30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	□5	5	0
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	1	□1	1
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		25	20
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		1,5	1,5

CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			42
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Aggregato grosso. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%	30	30	20
Micro Deval Umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%	25	25	15
Quantità di frantumato	-	%	70	□80	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	30	□30	□30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	□5	□5	0
Passante allo 0.0075	CNR B.U. n. 75/1980	%	□1	□1	□1
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		30	□30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		1,5	□1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			□40
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%	40	40	25
Micro Deval Umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%	35	35	20
Quantità di frantumato	-	%	60	70	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	30	30	30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	5	5	0
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	2	2	2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		35	30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		1,5	1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			40
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con $CLA \geq 43$, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale ($CLA \geq 50$) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle

Aggregato fino. Autostrade ed extraurbane principali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR B.U. n. 27/1972	%	50	60	80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	25		
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		2	2
Quantità di frantumato	CNR B.U. n. 109/1985	%		50	70

Aggregato fino. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	50	60	70
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	25		
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%		2	2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		40	50

Aggregato fino. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	CNR B.U. n. 27/1972	%	40	50	60
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	25		
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		3	3
Quantità di frantumato	CNR B.U. 109/1985	%		40	50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42 .

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Aggregato fino. Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%		5	
Passante allo 0.18	CNR B.U. n. 23/1971	%		100	
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		80	
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%		N.P.	
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%		30-45	
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR B.U. n. 122/1988	PA		5	

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in situ eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base 30%
- conglomerato per strato di collegamento 25%
- conglomerato per tappeto di usura 20%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale proveniente solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

Miscele

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 - 85	90 – 100	100	-
Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0.075	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6,0	5,2 – 6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione
--------------------	-----------------------

Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
<i>Risultati richiesti</i>				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			0,6–0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm ²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	5	5	5
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento		75 colpi x faccia		
<i>Risultati richiesti</i>				
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3–4,5	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	5	5	5
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			0,7 – 1
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			> 70
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M				

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

12.4.2. Modalità di esecuzione

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

PREPARAZIONE SUPERFICIE DI POSA

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granu-

lare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e di mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e a bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	30±5

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'ancoraggio, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

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

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

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto, in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive, tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante, dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.4.3. Certificazioni e prove

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale., l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela debbono essere determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e debbono essere inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante l'apparecchiatura "pressa giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria devono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR B.U. n. 40/1973); percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973); perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR B.U. n. 121/1987); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR B.U. n. 134/1991).

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, deve essere controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR B.U. n. 106/1985). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm²/(daN*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10⁶ e 26 x 10⁶ cm²/(daN*s).

Dopo la stesa la direzione dei lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, determinando il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui ed il modulo complesso E (Norma prEN 12697-26, annesso D).

Per il tappeto di usura verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR B.U. n. 105/85.

12.4.4. Criteri di misurazione e di accettazione

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.

Il prezzo comprende anche la provvista e la stesa di una mano di ancoraggio costituita da bitume di penetrazione 80/100 modificato con polimeri sintetici e stesa con apposita attrezzatura a pressione alla temperatura di almeno 160 °C, in ragione di 1 kg/m².

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell' aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell' aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 1,5.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

13. ZINCATURA SU OPERE IN METALLO

13.1. Caratteristiche dei materiali

Lo zinco da usare nel bagno di zincatura deve essere di una delle qualità commerciali di zinco di prima fusione con purezza non minore di quella dello zinco ZN A 98.25.

La determinazione della massa dello strato di zincatura per unità di superficie, deve essere condotta seguendo il metodo della doppia pesata, oppure il metodo della dissoluzione chimica (metodo secondo Aupperle).

Il metodo della dissoluzione chimica (metodo secondo Aupperle) fornisce un risultato numericamente più elevato di quello della doppia pesata, perché viene pure disciolto il ferro contenuto nella lega zinco-ferro.

La massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

Prospetto I – Masse minime dello strato di zincatura su superficie zincata a caldo

CATEGORIA	MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE	
	Risultato medio di un gruppo di provette min. g/m ²	Risultato per ciascuna provetta singola min. g/m ²
Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio avente spessore maggiore di mm 5	500	450
Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di mm 1	350	300
Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di mm 9	375	300
Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Le caratteristiche visive dello strato di zincatura devono essere controllate in base a quanto indicato di seguito:

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere. In alcuni casi, in relazione alla composizione del materiale di base, lo strato di zincatura può avere superficie con aspetto grigio. Gocce o altri eccessi di zinco devono essere tolti solamente se necessario in quanto possono essere pregiudizievoli per l'uso finale dell'oggetto.

Macchie bianche esistenti sul materiale zincato, dovute a carbonato basico, non possono essere causa di rifiuto del materiale, a meno che esse non siano in contrasto con il successivo uso del materiale.

Se i saggi e le provette, nel controllo della massa dello strato di zincatura, non risultano conformi alle prescrizioni relative alla determinazione della massa dello strato di zincatura (vedi Prospetto I), in base al metodo di determinazione della doppia pesata, deve essere eseguito il metodo della dissoluzione.

Se con questo sistema i saggi o le provette risultano conformi, l'intera partita è accettata; in caso contrario essa è rifiutata.

Gli oggetti costituenti la partita rifiutata, possono eventualmente essere nuovamente zincati e quindi ripresentati al collaudo.

Se i saggi o le provette, nel controllo della uniformità dello strato di zincatura, non risultano conformi alle prescrizioni riportate nel "Prospetto II" (vedi seguito), si devono controllare altre due serie di saggi o di provette. Se entrambe queste serie risultano conformi, la partita è accettata; in caso contrario essa è rifiutata.

L'acciaio atto alla zincatura dovrà essere a basso tenore di silicio, circa 0.12÷0.30 % (% di massa).

Purezza dello zinco: 1ª fusione.

13.2. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

UNI EN ISO 1461:2009 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova

EUR 24286 EN:2013 Zincatura a caldo di componenti in carpenteria metallica prefabbricati

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

13.3. Modalità di esecuzione

Tutte le zincature dovranno essere eseguite a caldo mediante procedimento elettrochimico, tale da determinare un rivestimento metallico di zinco sull'acciaio, ottenuto per fusione dello zinco nel ferro a 500° C previo decapaggio, sciacquaggio, etc. e quanto altro serva per dare il lavoro finito.

Dopo la zincatura è ammessa la rifusione di parti dello strato di zincatura con torcia o altro mezzo per riparare eventuali difetti.

Dopo centrifugazione, il numero degli oggetti attaccati insieme non deve eccedere l'1% del totale.

Lo strato di zincatura deve risultare aderente affinché possa resistere senza criccarsi o spellarsi, quando sia sottoposto alle sollecitazioni derivanti dal normale ciclo tecnologico o dalle normali condizioni di impiego.

13.4. Certificazioni e prove

I saggi devono essere costituiti o dagli oggetti stessi da controllare oppure, quando ciò sia impossibile, da appositi pezzi della stessa qualità di materiale da sottoporre a zincatura insieme agli oggetti che rappresentano.

Il numero e il genere degli oggetti o saggi significativi da usare per ciascuna prova, devono essere concordati tra committente e zincatore.

Il saggio scelto deve essere sottoposto per intero al controllo se la sua superficie è minore di 100 cmq.

Nel caso di saggi di maggiore superficie, la parte da ricavare (provetta) per il controllo deve avere una superficie non minore di 100 cmq.

Al fine di promuovere e sostenere processi sostenibili, i trattamenti dovranno essere eseguiti in aziende con certificazione di sistema Qualità (ISO 9001), Ambiente (ISO 14001), Sicurezza (OHSAS 18001), operanti su siti produttivi registrati EMAS.

I trattamenti devono essere stati sottoposti a studio del ciclo di vita (LCA) e disporre di Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD. Il tutto permetterà di calcolare l'impatto ambientale della carpenteria (ferro, lavorazioni, trattamenti e montaggio) in termini di CO2 equivalente.

I trattamenti dovranno essere accompagnati da dichiarazione di conformità ai requisiti indicati, redatti secondo la ISO/IEC 17050-1, Dichiarazione Ambientale di prodotto EPD e registrazione EMAS del sito produttivo.

La zincatura verrà ispezionata alla sua realizzazione seguendo i dettami della norma di riferimento UNI EN ISO 1461.

13.5. Criteri di misurazione e accettazione

Le zincature saranno valutate a peso della struttura grezza, sulla base dei tabellari dei ferri e dei profilati che ne riportano il peso per metro lineare.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione, nonché alle campionature e prove eseguite.

14. SOTTOFONDI

14.1. Massetti e sottofondi cementizi per pavimentazioni

14.1.1. Normativa applicabile

Si intendono applicate le seguenti norme:

UNI EN 13892-2:2005 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 2: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione

UNI EN 13892-3:2004 Metodi di prova per materiali per massetti - Parte 3: Determinazione della resistenza all'usura con il metodo Böhme

UNI EN 13892-5:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 5: Determinazione della resistenza all'usura dovuta alle ruote orientabili dei materiali per massetti per lo strato di usura

UNI EN 13892-7:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 7: Determinazione della resistenza all'usura dovuta alle ruote orientabili dei materiali per massetti con rivestimento

UNI EN 13892-1:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 1: Campionamento, confezionamento e maturazione dei provini

UNI EN 13892-6:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 6: Determinazione della durezza superficiale

UNI EN 13892-8:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 8: Determinazione della forza di adesione

EC 1-2004 UNI EN 13318:2002 Massetti e materiali per massetti – Definizioni

UNI EN 13813:2004 Massetti e materiali per massetti - Materiali per massetti - Proprietà e requisiti.

UNI EN 13318:2002 Massetti e materiali per massetti - Definizioni

Per tutte le norme citate si intendono applicate le successive modifiche ed integrazioni.

14.1.2. Prescrizioni di carattere generale

Durante la realizzazione dei massetti, sarà cura dell'Appaltatore rispettare scrupolosamente le quote indicate negli elaborati grafici specifici, nonché creare una superficie perfettamente orizzontale. Tali requisiti saranno verificati dalla D.L. attraverso una ricognizione delle aree interessate dalla lavorazione. Durante tale verifica l'Appaltatore avrà l'obbligo di mettere a disposizione, a sua cura e spese, tutto il personale e le attrezzature richieste dalla D.L.

L'Appaltatore avrà cura di non danneggiare in nessun caso le pareti all'intorno del massetto realizzato e le altre strutture esistenti. Nel caso in cui la D.L. riscontrasse dei deterioramenti, l'Appaltatore dovrà provvedere al ripristino delle condizioni iniziali di finitura a sua totale cura e spesa.

Sarà cura dell'Appaltatore predisporre lungo tutto il perimetro del getto il posizionamento di banda in polietilene reticolato espanso a cellule chiuse, di spessore variabile tra mm 3 e 5. Tale banda, di altezza minima cm 25, dovrà fuoriuscire dall'estradosso del massetto di almeno cm 10 e dovrà essere rivoltata per almeno cm 10.

A lavorazione eseguita l'Appaltatore dovrà predisporre ogni tipo di accorgimento affinché i massetti non vengano danneggiati durante il periodo di maturazione e presa. Se la D.L. dovesse riscontrare, a suo insindacabile giudizio, dei difetti di lavorazione imputabili a qualunque causa, anche indipendente dall'Appaltatore, quest'ultimo dovrà provvedere a sua totale cura e spese all'eliminazione dei difetti riscontrati.

14.1.3. Caratteristiche dei materiali e condizioni di fornitura

MASSETTO DI SOTTOFONDO/PENDENZA

L'impasto steso dovrà essere il più possibile omogeneo e compatto. Durante la staggiatura e la lisciatura finali sarà cura dell'Appaltatore rispettare scrupolosamente le quote indicate negli elaborati grafici di riferimento. La superficie finale, inoltre, dovrà essere perfettamente orizzontale, in modo tale che non si formino depressioni e/o avvallamenti che possano creare difficoltà durante la successiva formazione delle pavimentazioni. A tal fine la D.L. procederà a una verifica dell'orizzontalità con l'avallo di mezzi e personale messi a disposizione a cura e spese dell'Appaltatore. Se durante tale verifica la D.L. dovesse riscontrare dei difetti di lavorazione, l'Appaltatore dovrà tempestivamente eliminare tali difetti a sua cura e spese.

MASSETTO DI ALLEGGERIMENTO

L'impasto dovrà essere omogeneo nella composizione e nella stesura in opera, a tal scopo l'Appaltatore dovrà predisporre tutte le operazioni necessarie affinché sia prodotto un numero minimo di 6 provini, uno ogni due autobetoniere in arrivo in cantiere. I provini dovranno essere compatti, omogenei, non friabili ed esenti da sacche d'aria. I massetti stesi in opera dovranno possedere le medesime caratteristiche dei provini. Se, a insindacabile giudizio della D.L., i massetti realizzati in opera non dovessero corrispondere alle caratteristiche indicate dai provini, l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, procedere all'eliminazione delle carenze riscontrate.

Il massetto dovrà essere completo di tutti gli accessori indispensabili alla sua perfetta realizzazione. Per tanto l'Appaltatore dovrà fornire e posare in opera una barriera al vapore e una banda perimetrale elastica in polietilene espanso a cellule chiuse, di 5 mm di spessore, 150 mm di altezza e densità non inferiore a 23 kg/mc.

L'Appaltatore dovrà porre in essere tutti gli accorgimenti del caso affinché le strutture esistenti non vengano imbrattate durante la lavorazione. Per tanto l'Appaltatore dovrà provvedere a coprire con fogli di nylon tutte quelle parti che non saranno interessate alla formazione del massetto alleggerito e che durante le operazioni di getto del massetto potrebbero venire imbrattate.

14.1.4. Modalità di esecuzione

In generale, nella esecuzione dei massetti di sottofondo, dovranno essere formati giunti di dilatazione a tutto spessore; i giunti dovranno essere riempiti con materiale plastico-bituminoso o con altro sistema, così come indicato nei grafici di progetto ovvero dalla DL all'atto dell'esecuzione.

I massetti ed i sottofondi realizzati in opera, dovranno essere ben pistonati e presentare una superficie asciutta, perfettamente livellata e finita a frattazzo oppure scabra (in relazione al tipo di finitura superficiale che verrà realizzata), compatta, senza cavillature ne fessurazioni.

Prima di ricevere lo strato di finitura superficiale, il massetto dovrà essere protetto contro ogni possibile infiltrazione di acqua. Il suo contenuto di umidità dovrà essere attentamente controllato dall'Appaltatore mediante misuratori elettrici di umidità, le cui teste di misura dovranno essere fatte penetrare nel massetto.

Tutti i massetti in zone aperte o comunque soggette a spandimento di liquidi dovranno essere configurati in pendenza.

I massetti in genere, verranno eseguiti secondo le disposizioni di progetto e della Direzione Lavori.

I getti dei massetti dovranno essere eseguiti con l'interposizione di rete metallica con maglie da cm 5x5, avendo cura di sovrapporre i pannelli tra loro per almeno due maglie e legando i teli tra loro con filo di acciaio.

I pannelli in rete dovranno risultare sollevati al piano di posa ben pulito mediante distanziatori di materiale plastico per almeno 1 cm in ambiente ordinario e almeno 2 cm in ambiente aggressivo.

La rete sarà posta al centro dello spessore o verso il basso o verso l'alto secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

In corrispondenza degli angoli, dei fianchi, delle forature per passaggi tecnologici, dei giunti strutturali, ecc., l'armatura dovrà essere adeguatamente rinforzata per contrastare l'azione delle maggiori tensioni e cedimenti ai quali sono sollecitate tali zone.

In alternativa all'armatura con reti elettrosaldate, potranno essere utilizzate fibre in acciaio o polipropileniche.

Si procederà successivamente al getto dello strato di calcestruzzo dello spessore previsto, che dovrà essere ben pestonato affinché l'impasto risulti ben compattato e penetri al di sotto dell'armatura.

La superficie superiore del massetto dovrà essere livellata a frattazzo fine.

Il calcestruzzo non dovrà essere gettato in opera da un'altezza superiore a 1,00 m.

La superficie superiore del massetto dovrà presentarsi complanare e ben livellata e, uniformemente, dello spessore richiesto.

E' compreso l'onere, ove necessario secondo le indicazioni della Direzione Lavori, della formazione dei giunti di dilatazione, i quali andranno realizzati interrompendo la continuità della rete di armatura e con sagome ed armature atte ad evitare eventuali cedimenti differenziali tra un campo e l'altro.

I campi non dovranno avere estensione superiore a 25 mq e la posizione dei giunti andrà desunta da appositi elaborati progettuali o da indicazioni della Direzione Lavori al fine di evitare collocazioni inopportune rispetto alla sovrastante pavimentazione.

Tale massetto dovrà essere gettato in opera con la predisposizione di sponde e riferimenti di quota e dovrà avere un tempo di stagionatura di ca. 10 giorni prima della messa in opera delle eventuali pavimentazioni sovrastanti.

Durante la realizzazione del massetto dovrà essere evitata la formazione di lesioni con l'uso di additivi antiritiro o con la predisposizione di giunti longitudinali e trasversali nel caso di superfici estese.

Prima di iniziare i lavori controllare il piano di posa, tramite un puntuale rilevamento delle quote in modo da verificare la possibilità di realizzare il massetto come previsto dai grafici di progetto. Il sottofondo dovrà essere

esente da additivi, segatura, oli, grassi, vernici, cere, resti di tabacco e sigarette, chiodi, scarti di cantiere, polvere.

14.1.5. Certificazioni, campionature e prove

CERTIFICAZIONI

Tutti i materiali dovranno essere certificati CE secondo le norme di prodotto specifiche.

In sede di offerta l'Appaltatore dovrà presentare i certificati relativi ai materiali, marcati CE, che intende impiegare secondo la normativa vigente.

COLLAUDI

Consisteranno nell'esecuzione dei seguenti controlli e verifiche:

- Controllo di quanto eseguito con i disegni di progetto
- Controllo della buona esecuzione dei giunti, dell'allineamento degli stessi che dovranno presentare una tolleranza non superiore a + 5 mm su una lunghezza di 4 m.
- Controllo della complanarità della superficie.

Verrà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni e che nel periodo di tempo trascorso dall'ultimazione lavori non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale

14.1.6. Modalità di conservazione e cura

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione del cemento.

Immediatamente dopo la consegna i cementi, se in sacchi, devono essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria.

I diversi tipi di cemento devono essere conservati in contenitori separati, facilmente riconoscibili, in modo da impedire errori di utilizzazione.

In caso di lunga permanenza del cemento nei silos o nei locali di deposito si devono predisporre opportune verifiche di laboratorio atte ad accertare il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto.

I sacchi contenenti il cemento devono essere disposti in modo da formare cumuli ben assestati, collocati su impalcati sollevati dal suolo, eseguiti con tavole di legno e ricoperti con cartonfeltri bitumati o fogli di polietilene; i sacchi così disposti devono essere isolati dalle pareti del magazzino e protetti con teli impermeabili.

Qualora il cemento venga trasportato sfuso, devono essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto, in questo caso il cantiere deve essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

I contenitori per il trasporto e i silos devono essere tali da proteggere il cemento dall'umidità e deve essere evitata la miscelazione tra tipi e classi di cemento.

Per i cementi forniti sfusi devono essere apposti cartellini piombati sia in corrispondenza dei coperchi che degli orifici di scarico; su questi cartelli saranno riportate le indicazioni dell'art. 3 della legge 26.05.1965 n.595 e s.m.i.

L'Appaltatore è responsabile sia della qualità, sia della buona conservazione degli inerti.

Gli inerti devono essere conservati in luoghi puliti, su di un piano di calcestruzzo opportunamente inclinato, al fine di evitare qualsiasi ristagno d'acqua. Sono comunque proibiti i depositi su terra e controterra. Le diverse classi granulometriche, così come gli inerti di categorie diverse, devono essere conservati separatamente, evitando ogni possibile miscelazione.

I sacchi di argilla espansa occorrenti per la realizzazione dei massetti alleggeriti, devono essere depositati in luogo asciutto e coperto, per preservarli dall'umidità e dalla pioggia.

L'Appaltatore è responsabile della buona conservazione delle opere compiute.

Tutte le opere devono essere debitamente protette contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche. Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni è di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

14.1.7. Criteri di misurazione

Sarà valutata la superficie effettiva o il volume teorico di progetto, in relazione all'unità di misura definita nell'elenco prezzi (a m² o m³).

14.1.8. Criteri di accettazione

I massetti dovranno presentarsi ben livellati, ben tirati con fratazzo fine, senza fessurazioni e/o screpolature dovute a ritiro. Non dovranno avere avvallamenti e/o gobbe dovute ad una cattiva esecuzione del piano. Non saranno accettati massetti che hanno scostamenti superiori ai 5 mm sulla planarità, controllati e misurati con regolo di alluminio di tre metri in ogni direzione della superficie controllata. Non si accetteranno variazioni altimetriche superiori ai 5 mm rispetto alle quote di progetto. Questi ultimi non potranno mai essere sommati con i 5 mm della planarità.

Se dovessero riscontrarsi scostamenti superiori, prima di procedere con il lavoro di applicazione dei pavimenti il Subappaltatore provvederà al livellamento dei massetti, a sua cura e spesa, con malte autolivellanti.

La resistenza dei calcestruzzi alleggeriti per l'esecuzione dei massetti avrà una resistenza caratteristica (R_{ck}) non inferiore a 1,4 N/mm². Il Subappaltatore eseguirà prima dell'inizio dei lavori test per definire il corretto mix design da adottare per la realizzazione dei vari massetti.

L'Appaltatore dovrà presentare per l'approvazione una campionatura dei singoli materiali che intende impiegare, oltre ad un campione di dimensioni opportune e concordate con la DL, rappresentante il pacchetto finito dal quale sia possibile rilevare i vari strati che lo compongono.

I campioni suddetti, suddivisi in due metà, saranno controfirmati dalle parti e da ciascuna conservati come elementi di riferimento.

Senza approvazione scritta della campionatura da parte della DL e della Committenza, i lavori in cantiere non potranno avere inizio.

Durante il corso dei lavori verranno prelevati, in contraddittorio con l'Appaltatore, dei campioni di materiali per verificare la corrispondenza tra questi e quelli della campionatura approvata.

15. PAVIMENTAZIONI

15.1. Prescrizioni di carattere generale

L'impresa appaltatrice avrà l'onere di individuare una cava con sufficiente riserva di materiale, vincolando già la quantità della fornitura necessaria al completamento del cantiere in modo da ottenere pietre dalle medesime caratteristiche (colorazione e matericità uniforme) per tutta la durata dell'opera.

L'impresa appaltatrice dovrà valutare con RUP e DL la qualità del materiale proposto ed eseguire un sopralluogo congiunto per la scelta della fornitura dopo campionatura.

L'impresa appaltatrice avrà l'onere di approntare tutte le prove sui materiali lapidei come da normativa vigente (UNI EN 1341 - lastre per pavimentazioni esterne , UNI EN 1342 - cubetti per pavimentazioni esterne , UNI EN 1343 - cordoli per pavimentazioni esterne, UNI EN 1469 - lastre per rivestimento, UNI EN 12057 - marmette modulari, UNI EN 12058 - lastre per pavimentazioni e scale) al fine di verificarne la qualità.

Analisi obbligatorie da effettuarsi:

Caratteristiche geometriche

Caratteristiche visive e finitura superficiale

Resistenza a compressione

Resistenza a flessione a carico concentrato

Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica

Massa volumica reale ed apparente, porosità totale e aperta

Resistenza al gelo per degrado di resistenza a compressione

Resistenza al gelo per degrado di resistenza a flessione

Resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico

Esame petrografico su sezione sottile

Le caratteristiche geometriche e visive dovranno essere eseguite su un numero di campioni rappresentativi del lotto di produzione e dell'aspetto finale dell'opera in cui i materiali verranno impiegati.

15.2. Esecuzione dei vari tipi di pavimentazione drenante

15.2.1.1. Norme generali

La posa in opera di pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie 0 verso gli spazi liberi. Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali al fine di garantire il corretto deflusso delle acque, in accordo con quanto previsto nel progetto esecutivo. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa.

La pavimentazione dovrà avere le seguenti caratteristiche e rispettare quanto di seguito indicato:

- una resistenza a compressione non inferiore ai 18,00 N/mm², rilevata secondo le norme UNI EN 12504-1;
- certificata realmente ecologica e funzionale;
- la totale assenza di simboli di pericolosità, frasi di rischio e frasi di sicurezza, inoltre l'assenza di idrocarburi, materie plastiche e/o resine sintetiche;

- non dovrà avere esalazioni pericolose per l'ambiente,
- non dovrà contenere più di 170 Kg. di cemento per m3 di inerte; - permeabile senza alterazione delle caratteristiche chimiche e fisiche dell'acqua Drenante con l'impiego di guaina impermeabile/micro tappeto Atermico - Taglia fiamme;
- lavorazione e posa "a freddo" e la possibilità di utilizzo in zone con limitazioni ambientali (SIC, ZPS, ZSC), anche con colorazione a richiesta della Direzione Lavori;
- la colorazione omogenea lungo tutta la sezione e per tutto lo spessore del massetto, (ove richiesta colorazione);
- la stesa dovrà essere senza la formazione di avvallamenti e/o rigonfiamenti, con la possibilità di utilizzare inerti della zona, in armonia con l'ambiente su cui concorrerà l'opera;
- dovrà prevedere la possibilità di essere eventualmente sabbiato (dopo opportuna maturazione) per evidenziare gli inerti dell'impasto. La posa in opera non necessiterà la formazione di giunti di dilatazione ne rete elettrosaldata di armatura (sino a pendenze del 20%). Sarà possibile ottenere una sezione tipo permeabile posando il conglomerato direttamente su un misto granulometricamente stabilizzato/stabilizzato a cemento max 25 cm su rilevato sottostante oppure una sezione tipo drenante posando il conglomerato su una guaina impermeabile/microtappeto (compensata con relativo prezzo di elenco) posata a sua volta su misto granulometricamente stabilizzato/stabilizzato a cemento max 25 su rilevato sottostante. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per la miscelazione del conglomerato, la posa in opera e la immediata rullatura. Pavimentazioni particolari non sdruciolevoli

Il D.M. del 14 giugno 1989 n. 236, che fissa in meno di 5 mm la fuga fra due elementi di piastrelle e in 2 mm la massima scabrosità in superficie non considera i pavimenti in porfido.

Infatti le norme UNI EN 1341 e 1342 riferendosi a pavimenti in "lastre o cubetti in pietra naturale" (nel caso specifico: porfido) consentono una tolleranza nelle dimensioni planari fra due facce a spacco di più o meno 5 mm nei cubetti e più o meno 10 mm nelle piastrelle (art. 4.1.2.1.) e quindi sono impensabili per il porfido i limiti del D.M. di cui sopra che del resto si riferisce a pavimenti di accessi di EDIFICI privati o pubblici.

Ugualmente, circa l'irregolarità della faccia nelle stesse pietre naturali, le NE fissano una tolleranza (cavità o sporgenza) di 5 mm massimi (art. 4.1.2.3.) e nel paragrafo 4.5 della stessa norma, ove si riferisce alla SCIVOLosità dichiara che i materiali con finitura rustica (a spacco o a piano naturale di cava, nel caso specifico: porfido) offrono sufficiente resistenza allo scivolamento/slittamento e quindi non occorre sottoporre alla prova di scivolosità richiesta ad altri materiali.

15.2.1.2. Specifica di controllo

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi,

etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

16. SEGNALETICA STRADALE

16.1. Segnaletica orizzontale

16.1.1.1. Prescrizioni di carattere generale

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con vernice rifrangente (pittura acrilica monocomponente) come disposto dall'Amministrazione appaltante a mezzo di compressori a spruzzo; le stesse dovranno essere conformi alle disposizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di attuazione. La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della lunghezza richiesta. La vernice applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di kg. 0,100 per metro lineare di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra i 10° e 40° e umidità relativa non superiore al 75% dovrà asciugarsi successivamente entro 20 - 30 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. La vernice dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le macchine traccialinee; tale consistenza, misurata con il viscosimetro Stormer a 25°, espressa in Krebs, sarà compresa fra 80-90 KU (A.S.T.M. D - 562). Si prescrive un impiego di gr. 100 di vernice per metro lineare di striscia da cm. 12 e cm. 15, e di kg. 1,00 per metro quadrato per segnaletica valutata a superficie. Non verranno accettati interventi realizzati con minore quantitativo di materiale. Per questo, in fase iniziale ed esecutiva dei lavori, verranno disposti interventi a campione con specifica verifica del materiale introdotto nella macchina traccialinee. Il materiale occorrente per la realizzazione delle striscie sarà fornito dalla Ditta assuntrice dei lavori. Il personale operante in fase esecutiva lavori dovrà essere adeguatamente tutelato sia sotto l'aspetto

igienico che quello operativo, ricordando che le operazioni verranno effettuate su demanio pubblico aperto al transito degli autoveicoli. Potrà essere richiesta la ripetizione dell'applicazione della segnaletica orizzontale qualora il risultato dei lavori eseguiti non sia soddisfacente secondo il giudizio tecnico dell'Amministrazione appaltante. Le vernici rifrangenti dovranno essere del tipo "rifrangente premiscelato" con perline di vetro premiscelato e del tipo acrilico monocomponente peso specifico di 1500 - 1700 g./l. Le perline di vetro contenute nella vernice debbono essere incolori ed avere un diametro compreso fra mm. 0,006 e mm. 0,20 e la loro quantità in peso contenuta nella vernice deve essere pari al 32 - 34%. La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione. Deve avere buona resistenza all'usura provocata sia dal traffico che dagli agenti atmosferici. Deve inoltre presentare una visibilità e una rifrangenza costante fino alla completa consumazione, in modo tale da svolgere una funzione guida nelle ore notturne per gli autoveicoli, sotto l'azione delle luci dei fari. L'Impresa dovrà, alla consegna dei lavori, fornire un campione di almeno kg. 1,00 delle vernici che intende usare, specificando marca e analisi effettuate.

16.1.1.2. Caratteristiche tecniche e controlli

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni. Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche e colorimetriche dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436:2008 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati. La segnaletica andrà realizzata nelle zone richieste dal Committente.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente. I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta. Il prodotto verniciante dovrà essere accompagnato da un certificato, eseguito da laboratori ufficiali autorizzati, da cui risultino i valori di caratterizzazione iniziale della pittura applicata in base ai parametri previsti dalla norma UNI EN 1436:2008:

- visibilità diurna;
- visibilità notturna;
- fattore di luminanza;
- coordinate cromatiche.

I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITA', ai sensi della norma europea sopra specificata, UNI EN 1436:2008, riguardano le prestazioni che la stessa deve rispettare durante la sua durata di vita funzionale, espressi attraverso parametri che rappresentano diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale in termini di classi di prestazioni. Le misure potranno essere fatte per ogni

requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL. Il mancato rispetto di un requisito è da considerarsi come un "mancato servizio" e quindi tale da giustificare le detrazioni e le penali di cui alle Norme Generali. L'essiccazione del prodotto, in condizioni ambientali normali, dovrà avvenire in un tempo minimo non superiore ai 30 minuti. La percentuale di biossido di titanio presente nella vernice acrilica, dovrà essere pari al 14%.

Controlli standard prestazionali dei materiali

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale. Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno. Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova. Saranno eseguiti rilievi della retroriflessione (valori RL) e del colore. La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità, ecc.. Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno: – colore – retro riflessione

Colore

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526. La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ e un angolo di osservazione di $0^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5 cm^2 . Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm^2 , ad esempio 25 cm^2 .

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

- linee longitudinali:

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

- simboli:

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture, in punti diversi.

- lettere:

per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture, in punti diversi.

- linee trasversali:

per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture, in punti diversi.

Retroriflessione

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN1436 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;
- superficie minima di misurazione 50 cm² ;
- angolo di osservazione $\alpha = 2.29^\circ$
- angolo di illuminazione $\epsilon = 1.24^\circ$

Le condizioni di misurazione normalizzata sono concepite per simulare una distanza visiva di 30 m, per il conducente di un veicolo adibito a trasporto passeggeri, con l'altezza dell'occhio di 1,2 m e proiettori montati ad altezza di 0,65 m sopra la superficie stradale. Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

- linee longitudinali:

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro). In ogni sondaggio devono essere effettuate un minimo di cinque letture dei valori di retroriflessione. Il valore di ciascun sondaggio sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi;

- simboli:

per ogni simbolo il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi;

- lettere: per ogni lettera il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi;

- strisce trasversali:

per ogni striscia trasversale il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

Il valore della retroriflettanza misurato mediamente dopo 10 giorni dalla stesura, attraverso un retroriflettometro, non dovrà essere inferiore ai 120 mod/lux per mq.

16.1.1.1. Garanzia sulla segnaletica orizzontale a vernice

La durata e l'efficienza della segnaletica orizzontale, a vernice, deve essere garantita mediamente per otto mesi dall'esecuzione. Durante il periodo di garanzia, l'appaltatore assicurerà la perfetta conservazione della segnaletica e si impegna ad effettuare gratuitamente la ripresa di quelle parti che dovessero risultare in tutto od in parte cancellate o non più rispondenti ai requisiti richiesti. Il grado di visibilità e di efficienza della s. o. sarà insindacabilmente determinato dalla Direzione Lavori. I termini di garanzia non si applicano nei casi in cui la s. o. dovesse scomparire a seguito di lavori eseguiti da altre imprese.

16.2. Pali di sostegno segnaletica verticale

I pali di sostegno devono essere in acciaio zincato a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM A123, completi di tappo o cappello bombato sulla sommità e di un dispositivo inamovibile mediante spinotti antirotazione del palo rispetto al terreno. Tutti i sostegni per segnali di superficie maggiore di mq 1,50 dovranno essere di numero adeguato e controventati. Il dimensionamento dei sostegni dei grandi segnali (superficie maggiore di mq 1,50) e la loro controventatura devono essere approvati dal SM, previo studio e giustificazione tecnica redatta dal Concessionario ed approvata dal SM. Il ciclo della verniciatura di finitura previsto per i pali di sostegno zincati comprende un processo di pulizia e sgrassaggio delle superfici mediante idrolavaggio a pressione con idonei detersivi; quindi si provvede all'applicazione, mediante spruzzo "airless" di uno strato di primer epossidico, bicom-

ponente pigmentato al fosfato di zinco contenente resine ad alto peso specifico molecolare, per superfici in lamiera di alluminio (spessore del film secco 100 micron). Successivamente, mediante spruzzo "airless" si procede alla stesura di uno strato di finitura poliuretanica satinata, bicomponente semilucida ad alto mantenimento di tinta, di colore a scelta del SM sulla scala RAL (spessore del film secco 80 micron). I sostegni per la segnaletica verticale sono: tubolare in acciaio del diametro mm 60/55 o 90/84 quadro mm 100x100 spessore 5 mm. Le tipologie previste sono: diritto, speciale, a mensola, ad archetto ed a portalino a bandiera. STAFFE DI FISSAGGIO Per il fissaggio dei segnali ai pali di sostegno devono venir fornite le seguenti staffe: staffe in alluminio composte da due pezzi ad incastro con tre fori di fissaggio; staffe sagomate in acciaio zincato idonee per l'utilizzo con il nastro "band-it" da 1/2"; staffe in acciaio zincato idonee per la posa di due segnali in modo bifacciale; staffe in acciaio zincato "ad omega"; Il tutto completo di bulloni a testa quadra in acciaio zincato o inox, nonché di dadi a testa esagona e rondelle pure zincati o inox. Tutte le staffe di fissaggio devono avere un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al palo di sostegno.

17. OPERE IDRAULICHE

17.1. Tubazioni e manufatti per fognature o drenaggi

17.1.1.1. Norme generali di esecuzione

Tutti i tubi messi in opera dall'Appaltatore devono rispondere alle caratteristiche di accettazione precedentemente definite.

Le tubazioni devono essere poste in opera secondo gli assi e con la configurazione stabiliti in sede costruttiva dalla D.L., impiegando tubi interi aventi le massime lunghezze commerciali, in modo da ridurre al minimo il numero delle giunzioni; non è quindi ammesso l'uso non necessario di tubi di lunghezza ridotta o di spezzoni.

Le tubazioni in calcestruzzo devono essere sempre del tipo prefabbricato in laboratorio e mai eseguite direttamente in cantiere o in opera. I tubi di cemento, in gres-ceramico, per condutture interrato possono essere posti in opera o su un letto di sabbia di spessore proporzionato al diametro dei tubi, con eventuali massetti di rinfianco in calcestruzzo, o su letto continuo in calcestruzzo, compreso a parte. I tronchi interrati dovranno essere posti ad una profondità di almeno 1 metro sotto il piano campagna.

17.1.1.2. Norme particolari di esecuzione

- Posa su sottofondo

Verrà gettato, secondo le prescrizioni, uno strato di sabbia ghiaietto o conglomerato cementizio (quest'ultimo, di norma, di classe Rck 15 MPa). Nella formazione del letto di posa, sul fondo della fossa, il materiale introdotto dovrà essere accuratamente costipato e subito dopo adattato alla forma del tubo, affinché questo appoggi perfettamente.

- Sottofondo realizzato mediante aggregati

Lo spessore minimo del letto di sabbia e ghiaietto sarà pari a 10 cm più un decimo del diametro nominale del tubo.

- Sottofondo in conglomerato cementizio

In presenza di acque di falda e nei casi imposti dalla D.L., il sottofondo dovrà essere realizzato in conglomerato cementizio di classe Rck 15 MPa. Per le tubazioni di diametro fino a 20 cm, la platea dello spessore minimo di 10 cm, dovrà avere una larghezza pari al diametro interno del tubo più 20 cm. Per le tubazioni di diametro oltre i 20 cm, la platea dovrà avere una larghezza pari al diametro interno del tubo, più 1/8 dello stesso e più 10 cm. I rinfianchi dovranno essere eseguiti sulla larghezza della platea fino a 2/3 del diametro del tubo con smusso alla sommità. Ad evitare appoggi puntiformi o lineiformi, prima della posa del tubo, si dovrà stendere sul sottofondo uno strato di malta fresca di adeguato spessore.

17.1.1.3. Modalità di posa

Indipendentemente dalla natura del piano di posa, qualora i giunti debbano essere sigillati in opera, nonché in tutti i casi in cui siano da posare tubi con bicchiere, nel fondo della fossa dovranno essere lasciati appositi incavi che consentano una agevole e corretta esecuzione della giunzione. Prima della posa, si dovrà verificare che i tubi non mostrino danneggiamenti; calandoli nella fossa, poi si dovrà procedere con la cura necessaria a non danneggiare il condotto già realizzato o il letto di posa predisposto. I tubi saranno posati procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

Non si procederà in alcun caso al reinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione, mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mire, apparecchi di livellazione.

17.1.1.4. Disposizioni particolari

- Tubi in conglomerato cementizio semplice ed armato

Per la preparazione del fondo e le modalità di posa si richiamano le disposizioni generali descritte. Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte, o meglio, su quello più a valle della tratta, e ciò prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando la ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo.

L'integrità degli spezzoni dovrà essere verificata accertando la corretta sonorità del tubo, posto verticalmente su di un sostegno rigido, alla percussione di un martello.

Di norma le estremità tagliate verranno convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette.

Qualora i tubi siano dotati di rivestimento di fondo questo, durante la posa, dovrà essere costantemente tenuto nella giusta posizione, in modo da risultare, una volta in opera, esattamente simmetrico rispetto al piano verticale passante per l'asse del tubo; ove ciò non fosse, il tubo dovrà essere sfilato, ripetendo quindi, in modo corretto, le operazioni di posa; l'aggiustamento del tubo mediante rotazione non è ammesso. Posato un tratto di condotto, realizzate le giunzioni secondo le modalità, precisate al successivo punto 3, previste dal progetto o che

saranno prescritte, assicuratisi che il condotto sia convenientemente ammorsato e presenti sufficiente rigidità, si procederà, ove occorra, alla formazione dei fori per le immissioni secondo le modalità prescritte. Appena eseguiti i fori, l'interno del condotto dovrà essere accuratamente pulito con mezzi idonei e solo successivamente verrà dato corso alle operazioni occorrenti per l'esecuzione degli allacciamenti. Ottenutane l'autorizzazione dalla Direzione Lavori, si effettuerà infine l'ordinario reinterro.

17.1.1.5. Giunzioni rigide

Vengono di norma realizzate mediante sigillatura in puro cemento di classe 42.5, per tubi, generalmente in conglomerato cementizio semplice con giunto ad incastro. Le due testate da congiungere saranno accuratamente pulite e quindi abbondantemente bagnate; verrà quindi applicato il legante, dapprima sull'invaso del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà infine spinto contro il precedente, facendo rifluire all'esterno ed all'interno del giunto il legante eccedente.

Raschiate con cura tutte le escrescenze, si procederà - se del caso aggiustandola - alla verifica della esatta collocazione dell'elemento, immorsandolo quindi accuratamente nel modo previsto o prescritto.

17.1.1.6. Giunzioni semirigide

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunto a bicchiere, mediante stoppa e corda di canapa catramata e malta di cemento.

- Prodotti specifici

La corda da impiegare per la sigillatura dei giunti deve essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca, in modo che 500 gr della stessa, sottoposti per 5 minuti ad un carico di 300 kg, lascino uscire alla temperatura di 35°C, nemmeno una goccia della sostanza di imbibizione.

- Modalità esecutive

La stoppa o la corda viene avvolta attorno alla testa del tubo, previa pulizia della stessa e del bicchiere. Effettuato l'infilaggio secondo le norme in precedenza dettate, la stoppa, o la canapa, verrà ben compressa fino a riempire il bicchiere per 1/3 della sua profondità. Dopo la posa di un tratto di condotto, si provvederà a rettificare la posizione planimetrica ed altimetrica e a bloccarlo nella esatta giacitura e livelletta.

Verranno quindi eseguite le stuccature, utilizzando, di norma, pasta di puro cemento di classe 42.5, con cui sarà riempito il restante spazio del bicchiere, comprimendo il legante con apposito attrezzo o con le dita protette da guanti in gomma.

Si realizzerà infine, e si liscerà a cazzuola, un raccordo con inclinazione verso l'esterno, tra bicchiere e tubo, e con l'apposito raschietto si avrà cura di asportare tutte le escrescenze eventualmente rimaste.

17.1.1.7. Giunzioni plastiche a caldo

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

- Prodotti specifici

La corda catramata da impiegare per la sigillatura dei giunti dovrà presentare le caratteristiche di cui al precedente paragrafo "Prodotti specifici per le giunzioni semirigide". Con la dizione "mastice bituminoso" sono qui indicati dei particolari prodotti ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile, o altre simili sostanze plastiche, dei materiali riempitivi insolubili in acqua.

Tali prodotti debbono avere un punto di rammollimento di almeno 70° C, non infragilirsi, ma rimanere ancora sufficientemente tenaci e resistenti ai colpi, alla temperatura di 0° C, presentare un punto di fusibilità inferiore a 180° C.

La prima prova sarà eseguita con metodo dell'anello e della palla; la seconda consisterà nell'accertare che almeno due palle su tre, formate con 50 gr di prodotto e lasciate cadere da una altezza di m 3 alla temperatura di 0°C, non abbiano né a scoppiare, né a fessurarsi; per la terza verrà utilizzato un viscosimetro da catrame con ugello da mm 7 di diametro, dal quale alla temperatura prescritta, dovranno uscire 50 cm³ di prodotto in meno di 25 secondi. I prodotti medesimi dovranno, a richiesta, essere sottoposti anche a prove sulla stabilità (prova Mussel DIN 4038 foglio 1;2,7) sul potere adesivo (prova Gütrel DIN 4038 - foglio 1;3,4). I prodotti impiegati nella fabbricazione dei mastici bituminosi - ferma la corrispondenza di questi ultimi alle prestazioni di cui sopra - non dovranno avere effetti tossici sugli operai addetti all'esecuzione della giunzione o sulle acque freatiche circostanti.

In particolare è proibito utilizzare fenoli volatili come additivi per impedire la penetrazione delle radici.

- Modalità esecutive

Per la realizzazione delle giunzioni plastiche a caldo, si dovrà operare su tubi perfettamente puliti ed asciutti. Provveduto all'accurata pulizia delle estremità da collegare, queste verranno anzitutto verniciate con il mastice da impiegare nelle giunzioni e si inizierà la posa solo allorché la vernice sarà ben secca.

L'operazione potrà anche essere eseguita fuori della trincea; in questo caso si avrà cura, nel calare il tubo, di non danneggiare il rivestimento e se ne ripeterà, prima della posa, la pulizia.

L'infilaggio del tubo, la posa della canapa ed il bloccaggio del condotto seguiranno quindi secondo quanto prescritto al precedente paragrafo.

Si provvederà quindi alla posa dell'apposito anello per la chiusura dello spazio cavo del bicchiere rimasto libero, curando che in alto, ma con leggerezza asimmetrica rispetto alla generatrice superiore, sia lasciata un'apertura di cm 5-10 di larghezza; gli anelli dovranno avere, per ciascun tipo di tubo, la corrispondente forma, lunghezza e spessore; essi verranno bloccati, rendendo nel contempo impermeabile la cavità, mediante un cuscinetto di argilla. Questa dovrà essere pulita, plastica e possedere buone caratteristiche di aderenza; si provvederà a bagnarla in un adatto contenitore e a lavorarla con continuità, in modo da formare una massa malleabile.

Il mastice deve essere fuso con cura in un idoneo crogiolo e portato alla temperatura prescritta dal Fabbrikante, comunque non superiore ai 180°, da mantenere costante e continuamente controllata con un termometro.

Esso sarà frequentemente mescolato, soprattutto prima di versarlo nel giunto in modo che le sostanze di riempimento si ripartiscano uniformemente nella massa.

Installato l'anello di colatura, il materiale verrà travasato con un cucchiaio in un apposito secchiello preriscaldato, munito di becco per il corretto versamento nel giunto.

La colatura verrà eseguita nel lato più basso della cavità predisposta, sì da consentire all'aria di uscire dall'alto, al vertice del tubo, e verrà proseguita allo stesso modo finché il mastice non sia risalito sino all'apertura.

In seguito, verrà versato a più riprese, altro materiale, finché il livello non si abbasserà più. Il contenuto del secchiello che non venga subito riutilizzato deve essere versato nel crogiolo.

Eventuali residui di quest'ultimo dovranno essere rimossi prima di ogni nuovo riempimento. Eseguite le giunzioni, i tubi dovranno essere protetti da scosse sino a completo irrigidimento del materiale colato e gli anelli non dovranno essere levati anzitempo.

17.1.1.8. Giunzioni plastiche a freddo

Vengono realizzate, mediante nastri plastici o mastici spatolati a freddo, per la sigillatura di condotto con giunti a bicchiere - particolarmente di grandi dimensioni e con basse temperature di posa o ad incastro.

L'accettazione dei materiali e l'esecuzione delle giunzioni sono regolate dalle norme DIN 4062, che qui si intendono integralmente trascritte. Dovranno inoltre osservarsi le particolari disposizioni di seguito impartite.

- Prodotti specifici

Il materiale di sigillatura è costituito da mastice a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, lavorabile a freddo mediante spatola, ovvero da nastri plastici prefabbricati, aventi come componenti di base una delle due sostanze indicate.

Il prodotto dovrà avere consistenza plastico-dura, tale però da poter essere lavorato con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di +10° C. Le norme fondamentali per la sua accettabilità sono le stesse descritte nei precedenti comma per i materiali da colare a caldo; in aggiunta dovranno essere osservate le ulteriori prescrizioni qui di seguito riportate.

Gli eventuali additivi emollienti utilizzati per conseguire la lavorabilità dei materiali di giunzione non dovranno essere volatili, ad evitare che la loro evaporazione conduca ad una diminuzione di volume ad un eccessivo indurimento della massa di sigillatura, mettendone in pericolo l'impermeabilità. Pertanto, la massa stessa, riscaldata per 15 ore alla temperatura di 100° non deve subire una perdita di peso maggiore del 5%.

La vernice che deve essere applicata alle due estremità dei tubi da collegare prima della esecuzione del giunto, dovrà essere chimicamente compatibile con il materiale di sigillatura. Non è consentito mettere a contatto la pece di catrame con il bitume, né mescolarli insieme nella vernice, poiché gli oli di catrame, sciogliendo i bitumi, formerebbero uno strato scivoloso che diminuirebbe l'adesione.

- Modalità esecutive

Per l'esecuzione del giunto, il mastice o il nastro plastico, vengono applicati al tubo, preventivamente verniciato, già in opera; il tubo da posare, a sua volta verniciato, viene poi accostato al precedente e quindi spinto contro lo stesso.

Affinché l'adesione, quindi l'impermeabilizzazione, sia perfetta, nel congiungere il terminale del tubo da posare e quello dell'elemento in opera, è necessario esercitare una forte pressione.

L'uso di materiali a consistenza plastico-molle è pertanto vietato e indipendentemente dalle norme di accettabilità prescritte al precedente comma sui prodotti specifici, per garantire una sufficiente durata della sigillatura, la

Direzione Lavori potrà rifiutare quei materiali che, a suo insindacabile giudizio, si presentassero non sufficientemente consistenti in sede esecutiva.

17.1.1.9. Giunzioni con anelli in gomma sintetica

Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità foggiate a bicchiere oppure anche ad incastro, purché le parti del tubo siano molto grosse e l'incastro sia orizzontale.

- Prodotti specifici

Le speciali gomme con cui vengono formati gli anelli di tenuta devono possedere particolari caratteristiche di elasticità, per attestare la quale il Fornitore dovrà presentare i certificati delle prove di laboratorio eseguite. In particolare dovranno essere forniti i seguenti dati:

- la pressione di deformazione residua a 70°, da accertarsi per riconoscere l'esistenza di eventuali indesiderabili caratteristiche plastiche;
- la curva del rilassamento di tensione in funzione del tempo, per accertare che essa abbia andamento asintotico e che il valore finale della tensione sia compatibile con la durata della tubazione;
- la curva della tensione elastica di ritorno in funzione della deformazione, da mettere in relazione con il valore minimo di tensione cui l'anello deve essere sottoposto per garantire l'impermeabilità desiderata, nonché il valore massimo di tensione ammissibile senza danneggiamento del tubo.

Anelli in gomma massicciata, che sviluppino tensioni elastiche di ritorno molto forti anche per piccole compressioni, sono ammessi solo con tubi in cemento armato centrifugato, il cui tipo di lavorazione consente di realizzare bicchieri con dimensioni molto precise rispetto alle misure nominali; per gli altri tipi di tubazioni, con dimensioni più irregolari, ad evitare tensioni elastiche eccessive, che potrebbero condurre allo scoppio del bicchiere, dovranno essere usati solo anelli elastico-molli, ad esempio strutture cellulose. A seconda del grado di elasticità, gli anelli devono avere uno spessore compreso tra 1,3 e 1,5 volte la larghezza dello spazio compreso tra parete esterna del tubo e quella interna del bicchiere. La Direzione Lavori potrà anche chiedere una documentazione, in mancanza, o nel caso di inidoneità della quale dovranno eseguirsi le relative determinazioni secondo le modalità che all'occorrenza saranno indicate, dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di :

- invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;
 - resistenza alla corrosione chimica, esaminata mediante introduzione in soluzioni acide e alcaline;
 - resistenza all'attacco microbico;
 - resistenza alla penetrazione delle radici;
 - impermeabilità.
- Modalità esecutive

L'anello elastico, il cui diametro interno sarà inferiore a quello esterno del tubo, verrà infilato, dopo adeguata pretensione, sulla testa del tubo da posare; poi, spingendo questa dentro il bicchiere del tubo già posato, si farà in modo che l'anello rotoli su se stesso fino alla posizione definitiva, curando che ad operazione ultimata, resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno.

La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere, ad evitare che i movimenti della tubazione producano rotture. Nella connessura ortogonale così formata dovrà quindi essere inserito, con perfetta sigillatura, un nastro plastico con sezione ad angolo retto, eventualmente limitato alla metà inferiore del bicchiere.

17.1.1.10. Giunzioni in resine poliuretatiche

Le fasce costituenti gli elementi di tenuta delle giunzioni in resine poliuretatiche utilizzate di norma per il collegamento di tubi in grés vengono realizzate fuori opera.

Allo scopo, la resina viene colata, allo stato liquido, attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi, dopo che tali superfici sono state preparate in modo da garantire la perfetta aderenza della resina.

- Prodotti specifici

La miscela da impiegare per la formazione delle giunzioni in resina poliuretatica avrà carico di rottura a trazione non inferiore a 38 kg/cmq e allungamento a rottura pari almeno al 100%.

Il carico di rottura allo strappo sarà superiore a 14 Kg/cmq, la durezza Shore sarà compresa tra 63 e 65. Le fasce, per forma ed elasticità dovranno consentire di angolare due elementi adiacenti fino ad un massimo di 5° per tubi fino al diametro di 35 cm, compreso e 3° per tubi di diametro maggiore, dovranno inoltre, senza perdere, consentire un movimento telescopico di almeno 16 mm tra punta e manicotto e sopportare un carico di taglio di 10 kg per ogni cm di diametro del tubo.

- Modalità esecutive

Nella posa dei tubi con giunzioni in resine poliuretatiche si dovranno osservare norme analoghe a quelle dettate al precedente comma per le giunzioni con anelli in gomma. Si dovrà inoltre curare che il contrassegno speciale, posto su ciascuna estremità dei tubi, corrisponda con quello degli elementi già in opera e con la generatrice più alta del condotto.

17.1.1.11. Giunzioni per tubazioni di cemento-armato

E' vietato l'impiego di quei tubi che presentino sbeccature e scheggiature d'estremità larghe o lunghe oltre 15 mm, in questi casi la parte danneggiata potrà essere asportata mediante taglio con idonea sega e la parte restante potrà essere riutilizzata nel caso di tubi fino al diametro di 300 mm.

Se il danneggiamento riguardasse il bicchiere, questo dovrà essere completamente asportato ed il giunto potrà essere effettuato mediante manicotto a doppio bicchiere.

Prima di procedere alla giunzione dei tubi dovrà essere effettuata la:

Prova di impermeabilità della canalizzazione

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione, questa sarà preparata come previsto al precedente paragrafo sull'impermeabilità delle giunzioni, con la sola variante che prima di dare inizio alla prova, i tubi dovranno essere saturi d'acqua.

A tale scopo, quando i tubi siano in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova, mentre se sono in grès, dovranno essere sottoposti ad una sovrappressione di 0,5 atm 1 ora prima della prova. In entrambi i casi la prova avrà una durata di 15 minuti, ma la sovrappressione dovrà essere in ogni caso di 0,5 atm e sarà misurata esclusivamente con piezometro, in modo da poter verificare la quantità d'acqua aggiunta.

17.1.1.12. Pozzetti in cls e chiusini in ghisa

I pozzetti intertratta e terminali previsti sia lungo le dorsali di regimentazione acque meteoriche che lungo i cavi-dotti di varia natura, saranno del tipo in c.a. gettato in opera o prefabbricati in conglomerato cementizio debolmente armato o armato, con chiusino in ghisa sferoidale (F900) di dimensioni varie su telaio in ghisa e calcestruzzo.

I pozzetti prefabbricati in conglomerato cementizio dovranno essere conformi a quanto prescritto nella norma UNI EN 1917.

I pozzetti dovranno essere posti in opera perfettamente verticali e lo spazio di scavo circostante potrà essere riempito con materiale di risulta, purché scevro di corpi estranei e pietrame di grossa pezzatura.

I pozzetti dovranno essere posti in opera su sottofondo in calcestruzzo magro (spessore ≥ 10 cm) e, là dove previsto negli elaborati grafici progettuali, armato con rete elettrosaldata; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente. Per i pozzetti e chiusini vedere anche Norme Tecniche Opere Civili e B.1.34.

17.2. Manufatti di raccolta

Canale di raccolta per percorso carrabile costituito da:

- sistema di drenaggio lineare tipo Multiline V 100 di ACO DRAIN o di caratteristiche equivalenti, con certificato CE secondo norma UNI EN 1433, con fissaggio di sicurezza senza viti; corpo canale in calcestruzzo polimerico resistente al gelo e ai sali, lunghezza 100cm, luce netta 10,0 cm larghezza esterna 13,5 cm altezza esterna 17,5 cm, con sistema di fissaggio con telaio integrato in acciaio zincato, giunto di sicurezza per installazione a

tenuta stagna fino al bordo superiore del corpo del canale, completo di tutti gli accessori testata inizio e fine adattatori per collegamento canali.

- Caditoia a fessura a L in acciaio inox AISI 304 altezza 10,5 cm e fessura da 10 mm di larghezza per classe di carico C250 e con sistema d'attacco a clip per allineare perfettamente le caditoie a fessura;

- pozzetto di raccolta tipo ACO Self Euroline o di caratteristiche equivalenti, con certificazione CE secondo la norma UNI EN 1433 con fissaggio di sicurezza senza viti in calcestruzzo polimerico resistente al gelo e ai sali, con secchio di raccolta fanghi luce netta 10,0 cm, lunghezza 50,0 cm, larghezza esterna 11,8 cm, altezza esterna 34,5 cm, a tenuta stagna fino al bordo superiore del corpo del canale, con copertura per classi di carico C250 a norma EN 1433;

- elemento di ispezione pavimentabile di caditoia a fessura a L in acciaio inox altezza 10,5 cm e fessura da 10 mm di larghezza, lunghezza 50 cm per classe di carico C250 e con sistema d'attacco a clip per allineare perfettamente le caditoie a fessura. Compreso pezzo speciale per scarico sifonato.

Sono compresi nell'intervento lo scavo, l'alloggiamento su adeguato letto di posa in calcestruzzo, gli idonei rinfianchi e il rinterro; la stuccatura e fugatura dei giunti con malta di cemento ed ogni altro onere necessario per l'esecuzione dell'opera.

I manufatti di raccolta delle acque di piattaforma saranno di tipo prefabbricato murata con malta cementizia a 350 kg di cemento R 32,5 N/mm². Andrà posata su letto di calcestruzzo ben livellato con resistenza caratteristica a compressione minima 20N/mm² e opportunamente rinfiancata, sotto il controllo della Direzione Lavori.

17.2.1.1. Canalette in PE/PP con griglia

Le canalette saranno del tipo a Canaletta prefabbricata di tipo "M" per la raccolta delle acque di superficie, realizzata in polipropilene ad elevate prestazioni (PP), materiale ecosostenibile e riciclabile al 100%, in grado di resistere ai raggi UV, agli agenti atmosferici e a temperature comprese tra i - 40°C e + 160°C, senza pendenza interna, con sezione ad "U" che garantisce una migliore pulizia del fondo del canale, con costolature laterali di rinforzo dello spessore di 4 mm per garantire una resistenza del sistema fino alla classe di carico E600, provvista di bordi superiori esposti al traffico dello spessore di 5 mm in polipropilene, predisposta per sistema di fissaggio della griglia tramite n.8 viti al metro lineare, con incastro maschio-femmina per l'accostamento e allineamento, possibilità di realizzare piccoli raggi di curvatura, possibilità di realizzare angoli a 90° e intersezioni a "T" e "L" tramite preforme ai lati del canale, dotata di scarichi preformati sul fondo del canale e laterali.

Le canalette devono riportare la marcatura "W" relativa al grado di assorbimento d'acqua in valore % di massa (valore medio inferiore a 6,5 e nessun risultato individuale superiore a 7,0), come da Normativa Europea EN1433.

La classe di resistenza ai carichi, il nome e/o il marchio di identificazione del produttore, la normativa di riferimento DIN V19580/EN1433, le marcature "W" e devono essere chiari e visibili anche dopo la posa in opera, come da Normativa Europea EN1433.

I sistemi di drenaggio proposti, devono essere accompagnati da relativa Dichiarazione di Prestazione "DOP", rilasciata da ente terzo, non che organismo notificato alla Commissione Europea, ed essere conformi a tutti i requisiti del nuovo Regolamento per i Prodotti da Costruzione C.P.R. UE 305/2011.

Il sistema "canale + griglia" deve essere installato attenendosi alle istruzioni presenti nelle schede di posa fornite dal produttore. OPERE A VERDE

17.3. Sezione aree esterne: precisazioni generali

L'impresa, prima di piantare, ha l'obbligo di accertarsi della attitudine all'impiego dell'acqua fornita e della esistenza di adeguate fonti alternative (stazioni di trattamento e depurazione, bacini di raccolta o corsi di acque naturali, ecc.) da cui, in caso di necessità come in caso di leggi restrittive nei periodi di siccità, attingere, provvedendo a trasportare l'acqua necessaria all'innaffiamento tramite autocisterne o altri messi sul luogo della sistemazione. Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti in pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e secchi vuoti, ecc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile. I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese. Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti. L'impresa è tenuta alla conservazione e alla cura (anche con interventi di dendrochirurgia) delle eventuali piante esistenti sull'area della sistemazione che, a tale scopo, le verranno consegnate con regolare verbale della Direzione dei Lavori. Tutta la vegetazione esistente indicata per restare in loco dovrà essere protetta con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide, da urti e rotture alla corteccia, dall'eccessivo calpestio, dal traffico e dal parcheggio di autoveicoli. L'impresa dovrà usare la massima cautela ogni volta che si troverà a lavorare nei pressi delle piante esistenti per non infliggere rotture alle radici e inutili tagli ai rami; particolare cura dovrà essere anche posta per non soffocare gli alberi a causa dell'interramento del colletto con l'ammasso di materiale da costruzione o di materiale di scavo.

Le radici di una certa dimensione e i rami che siano stati eventualmente tagliati durante i lavori dovranno essere protetti spalmando sulle parti recise mastici specifici o altri prodotti adatti approvati dalla Direzione dei Lavori. Tutte le radici che a causa dei lavori rimangono esposte all'aria devono, per impedirne l'essiccamento, essere temporaneamente ricoperte con adatto materiale (juta, stuoie, ecc.) bagnato e mantenuto tale fino al reinterro, operazione questa alla quale l'impresa è tenuta a provvedere il più presto possibile. Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'impresa è tenuta a provvedere alla rimozione e all'accantonamento nel luogo indicato dalla Direzione dei Lavori, per poi essere riutilizzato, dello strato superficiale (circa 30 cm) del terreno fertile nelle zone interessate ai lavori stessi. Il terreno rimosso deve essere accantonato in strati successivi in forma di cumuli alternati a strati di torba o paglia e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione. Le analisi del terreno vegetale da apportare sul luogo della sistemazione dovranno essere effettuate, invece, su un miscuglio, rappresentativo della composizione media del terreno di prestito, di tutti i campioni prelevati da ogni parte del terreno stesso. I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare: il grado di utilizzabilità del terreno in sito; il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare; il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo. L'impresa è tenuta a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) e a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio. Gli esiti delle prove deter-

mineranno il tipo e la percentuale di concime da applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante. L'impresa è tenuta, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'impresa.

17.4. Lavorazioni preliminari

L'Impresa dovrà provvedere esclusivamente a propria cura, ad acquisire informazioni certe presso i vari Enti preposti, circa la presenza e la posizione di impianti non visibili (sottoservizi).

Qualunque danno arrecato ad impianti deve essere immediatamente riparato a cura e spese della Ditta Appaltatrice esonerando l'Amministrazione o al committente da qualsiasi eventuale responsabilità.

L'Impresa, prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere come da progetto all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti e ritenute a giudizio della Direzione Lavori non conformi alle esigenze della sistemazione.

17.5. Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione dei Lavori, l'impresa deve eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione secondo gli elaborati di progetto. Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo, da un'aratura in profondità per uno spessore di 80 ÷ 100 cm ad una fresatura o vangatura superficiale per uno spessore minimo di 30 ÷ 50 cm. Nel corso di questa operazione l'impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli altri eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione dei Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione. Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'impresa, prima di procedere nel lavoro, deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione dei Lavori: ogni danno ai suddetti manufatti ed ogni altro nocumento, conseguente alla mancata osservazione di questa norma, dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'impresa fino a completa soddisfazione del Committente.

Correzione, emendamento e concimazione di base del terreno; impiego di torba e fitofarmaci. Dopo averne effettuato la lavorazione, l'impresa, su istruzioni della Direzione dei Lavori, dovrà incorporare nel terreno per mezzo di lavorazioni leggere (30 ÷ 50 cm di profondità) tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenerne la correzione (modifica del valore ph), l'emendamento (modifica della granulometria) e la concimazione di base, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.) per la cura degli attacchi di parassiti animali o fungini presenti nel suolo o sulla vegetazione. Per la concimazione di base, al fine di ottenere i migliori risultati, dovranno essere usati contemporaneamente, secondo le indicazioni della Direzione

dei Lavori, fertilizzanti minerali ed organici (naturali od industriali). Nel caso non fosse disponibile concime organico naturale ben maturo e si fosse deciso di usare fertilizzanti organici industriali, questi, dovendo essere integrati da quelli minerali, dovranno essere impiegati in dosi (da modificare caso per caso), ridotte del 50% circa di quanto prescrive la casa produttrice. I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato dell'impresa, che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

17.6. Preparazione alle buche di impianto

Le buche per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piantine da mettere a dimora. Indicativamente si fornisce la dimensione di cm 40x40x40 cm, indicata per piccoli alberi, cespugli e piantine tappezzanti.

Nel caso ci si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentino difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc.), l'Impresa dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa fino a completa soddisfazione della Stazione Appaltante.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dall'Impresa dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree autorizzate.

Dopo avere effettuato le lavorazioni, l'Impresa, su istruzione della Direzione Lavori, dovrà, laddove previsto nel progetto, posizionare ammendante organico sul fondo delle buche, nella quantità di 1 kg per buca.

L'Impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni all'eventuale prato circostante, recuperando lo strato superficiale di terreno per il riempimento delle buche stesse, in accordo con la Direzione Lavori, salvo i casi da progetto in cui sia necessaria terra di coltivo da riporto per facilitare l'attecchimento su terreni difficili.

17.7. Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra vegetale riportata, al momento della messa a dimora ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione delle zolle o delle radici nude, e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali, e comunque non inferiore a 15 cm. La messa a dimora degli alberi e degli arbusti dovrà avvenire, infatti, avendo cura che le piante, in relazione alle quote finite, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrato oltre il livello del colletto. Al momento di essere collocati nella giusta posizione e prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi e, su indicazione della Direzione dei Lavori, anche gli arbusti di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno,

ancoraggi e legature. Se le piante da mettere a dimora sono state fornite a radice nuda il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente confitto verticalmente per almeno 30 cm di profondità sul fondo della buca prima di sistemare la pianta nella buca stessa. Se le piante possiedono la zolla, per non correre il rischio di spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm di profondità e fermato alla base da un picchetto.

I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tener conto della direzione del vento predominante. Qualora, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, un solo palo di sostegno fosse ritenuto insufficiente ad assicurarne la perfetta stabilità (zone particolarmente ventose, essenze di grandi dimensioni, ecc.), le piante dovranno essere fissate per mezzo di tre o più pali equidistanti fra loro e dal tronco, posti in posizione obliqua rispetto alla pianta, fermati al piede da picchetti e legati insieme estremità superiore (sistema a capra), oppure per mezzo di altre analoghe strutture indeformabili. Nell'uso di questi sistemi complessi può essere necessario, se indicato dalla Direzione dei Lavori, inserire, fra il piede del palo e il terreno, una tavoletta che ripartisca meglio al suolo il peso della pianta ed eviti l'affondamento del palo stesso. Su autorizzazione della Direzione dei Lavori queste strutture lignee possono essere sostituite con ancoraggi composti da almeno tre tiranti in corda di acciaio con relativo tendifilo legati da una parte al tronco della pianta opportunamente protetto con parti in gomma, e dall'altra a picchetti saldamente confitti nel terreno o ad altri sostegni di provata solidità (rocce, muri, ecc.). L'impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra vegetale fine, costipandola con cura in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alle radici o alla zolla. Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità e su indicazione della Direzione dei Lavori, con terra vegetale semplice oppure con una miscela di terra vegetale e torba. Nel caso la Direzione dei Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, ma non a contatto con queste. A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne l'innaffiamento, un solco o un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua. È buona regola, non appena la buca è riempita, procedere ad un abbondante primo innaffiamento in modo da favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale attorno alle radici e alla zolla. Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da offrire l'aspetto che consenta di ottenere il migliore risultato estetico in relazione agli scopi della sistemazione; nel caso fosse richiesta simmetria, le piante dovranno essere accoppiate con cura secondo il concetto suesposto.

17.8. Messa a dimora delle piante erbacee

La messa a dimora di queste piante prevede buche di impianto di 40x40x40 cm o comunque secondo indicazioni della Direzione dei Lavori specifici delle opere a verde.

17.9. Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuale delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

La messa a dimora di queste piante, normalmente fornite tutte in contenitore, e identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche, preparate al momento, più grandi di circa cm 15

del diametro dei contenitori delle singole piante. Se le piante sono state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi devono essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante possono essere messe a dimora con tutto il vaso. In ogni caso le buche devono essere poi colmate con terra vegetale mista a concime, ben pressata, intorno alle piante. L'impresa è tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

17.10. Vangatura del terreno

La vangatura si fa a mano con la vanga. La distanza dalla punta della vanga alla staffa è normalmente di circa 40 centimetri. Il lavoro di vangatura risulta economicamente conveniente soltanto sui piccoli appezzamenti di giardino o quando si voglia fare un lavoro accurato per togliere dal terreno tutti i materiali grossolani inerti (sassi) o impropri alla vegetazione o per mondare il terreno dalle erbacce infestanti.

Il terreno dovrà essere vangato uniformemente. La vanga, durante il lavoro, dovrà essere spinta a fondo fino alla staffa. Durante il lavoro di vangatura si curerà di far pervenire in superficie i sassi e le erbe infestanti con le loro radici, usando la punta della vanga e, quando necessario, impiegando anche le mani. Particolare cura dovrà essere usata nel buttar fuori dal terreno tutte le vegetazioni, compresi i rizomi, della gramigna (*Cynodon dactylon*), della falsa gramigna (*Agropyrum repens*), e del quadrello (*Cyperus rotundus*) frequente in Liguria, Italia centrale, meridionale e Sicilia, e che si riproduce con dei piccoli tuberi a catena, che si rinvengono anche a notevole profondità, e la cui estirpazione è difficile perché gli stoloni si rompono facilmente ed i tuberi si disperdono nel terreno. Occorre perciò molta cura ed attenzione nel seguire gli stoloni che conducono ai tuberi. Altri *Cyperus* sono presenti in tutta Italia. Vi sono poi delle annuali che sono pure temibili nei prati perché si difendono dai tagli frequenti emettendo nuove infiorescenze, sempre più rasente al terreno, che riescono a sfuggire al taglio maturando i semi e rinnovando l'infestazione, sono le volgarmente dette panicastrelle e appartengono ai generi *Setaria* e *Panicum* (*Setaria glauca* ed altre sp., *Panicum sanguinale* ed altre sp.). Vi sono ancora le piantagioni, a radice fittonante, che bisogna estrarle con buona parte della radice, i Bellis, la cicoria, ecc.

17.11. Semina

Quando parliamo di semina, in un capitolato speciale per lavori di giardinaggio, si intende semina dei prati. Se il seme dovrà essere fornito colla ditta appaltatrice, si dovrà prescrivere che la germinabilità non sia inferiore al 95% e la purezza non inferiore al 98%. Dovrà essere esente da semi di infestanti difficili da eliminare quali gramigne, cuscuta, *Cyperus*, panicastrelle (*Setaria glauca* e *italica viridis*) e panichi (*Panicum sanguinale*, *ischaemum* e *debile*). Il seme dovrà essere distribuito sul terreno, appositamente preparato, uniformemente e nella quantità prescritta per metro quadrato. Per ottenere una regolare distribuzione dei semi molto piccoli occorrerà mescolarli accuratamente con sabbia fine, subito dopo la semina, il seme dovrà essere interrato battendolo col rastrello. A tal uopo il rastrello, tenuto in mano dall'operaio, viene mosso con movimento verticale dall'alto al basso e viceversa. Nella fase in cui il rastrello si trova in alto avverrà uno spostamento orizzontale all'indietro in modo che, con tali spostamenti, il lavoro avanzi. Dopo interrato il seme si dovrà innaffiare subito.

Qualora l'appezzamento venisse infestato dalle formiche, che porterebbero via il seme, si dovrà trattare il seminato con una soluzione di Formiclor al 2% od altro preparato contro le formiche. Se tale trattamento non fosse stato eseguito in tempo e le formiche avessero asportato il seme, si dovrà provvedere a nuova semina. Al coltello si dovrà pretendere che le erbe del prato coprano regolarmente il terreno senza che risultino punti di adensamento o di diradamento, nel quale ultimo caso si pretenderà la risemina.

17.12. Semina di manti erbosi

I prati costituiti da microterme e i suoi miscugli nascono molto bene in autunno (settembre – ottobre) per i seguenti motivi:

- La maggior parte delle infestanti non germina più e quindi si evita la competizione tra malerbe e miscuglio di semina;
- La presenza di abbondanti piogge autunnali facilita la germinazione;
- La stagione volge naturalmente a una condizione ideale per la germinazione, in ottobre iniziano le piogge, le giornate si accorciano mantenendo un'umidità e una temperatura costante per lungo periodo;
- Le microterme germinano bene a temperature comprese tra i 5 e i 15°C;
- Un prato seminato in autunno germina nei mesi di ottobre – novembre, in seguito da dicembre fino a gennaio la germinazione / crescita si arresta e in marzo riparte garantendo un manto più robusto nel tempo.

La semina primaverile va comunque bene ma è necessario considerare due aspetti:

- L'epoca di semina primaverile va da marzo a maggio. Tale periodo è molto variabile in termini di piovosità. In mancanza di precipitazioni naturali occorre intervenire irrigando al fine di far germinare la semente.
- In primavera è più facile che contemporaneamente alla germinazione del manto erboso insorgano delle erbe infestanti. Questo non dovrebbe succedere se il topsoil è stato adeguatamente preparato. In ogni caso si può intervenire con un diserbo selettivo dopo circa 2 mesi dalla nascita della semente.

La dose di semina varia a seconda del tipo di miscuglio (vedi foglio illustrativo associato a ciascuna confezione di miscuglio) ma indicativamente si attesta attorno ai 40 – 45 gr/mq.

Al termine della preparazione del letto di semina (topsoil) è possibile distribuire il miscuglio di semina. Per la distribuzione delle sementi si possono utilizzare due metodi:

- **Semina manuale:** occorre dividere la quantità di semente totale in due parti e spargere ciascuna in un verso opposto.
- **Semina mediante seminatrice automatica** (metodo consigliato in quanto più rapido e preciso)

Dopo aver distribuito la semente occorre spargere un concime "starter". Si definiscono concimi starter i concimi che favoriscono la germinazione e risultano particolarmente ricchi in fosforo (ad esempio un concime avete con

titolo 12 – 20 -15). Tale concimazione deve essere somministrata alla quantità di 30 / 50 g a mq. Successivamente si procede con la rullatura. Fondamentale per la germinazione è l'irrigazione. Bisogna che il terriccio di semina risulti sempre umido evitando i ristagni idrici. Dopo circa 5 / 15 giorni i semi dovrebbero iniziare la germinazione e dopo la 3° settimana (raggiunti almeno i 10 cm di altezza) si può procedere con un primo sfalcio evitando di asportare più di un terzo dell'altezza dello stelo dell'erba. ad intervalli di 7/10 giorni si procede con gli sfalci successivi. Se dopo il secondo/terzo sfalcio il manto erboso presente delle zone diradate occorre integrarle con nuova semente coperta da un velo di terriccio.

18. PROTEZIONE DEI MATERIALI E DELLE OPERE

Protezione dei materiali

Generalità

Operazione da effettuarsi nella maggior parte dei casi al termine degli interventi prettamente conservativi. La scelta delle operazioni di protezione da effettuarsi e/o degli specifici prodotti da utilizzarsi andrà sempre concordata con gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento, così pure dietro autorizzazione e indicazione della D.L. L'utilizzo di specifici prodotti sarà sempre preceduto da test di laboratorio in grado di verificarne l'effettiva efficacia in base al materiale da preservare. L'applicazione di prodotti protettivi rientra comunque nelle operazioni da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento. Per le specifiche sui prodotti si veda l'ART. relativo. Gran parte delle patologie di degrado dei materiali da costruzione dipende da alterazioni provocate da agenti esterni (infiltrazioni d'acqua, depositi superficiali di sostanze nocive). Ogni intervento di conservazione, per essere tale, non deve avere come obiettivo solamente il risanamento del materiale, ma anche la sua ulteriore difesa dalle cause che hanno determinato l'insorgere dello stato patologico.

In certi casi è possibile un'azione radicale di eliminazione totale della causa patologica, quando questa è facilmente individuabile

e circoscritta e dipende da fattori accidentali o comunque strettamente legati alle caratteristiche del manufatto. Al contrario, in un gran numero di situazioni le patologie sono generate da cause non direttamente affrontabili e risolvibili nell'ambito dell'intervento: presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera, piogge acide, fenomeni di tipo sismico o di subsidenza del terreno. In genere queste due tipologie di cause degradanti si sovrappongono, per cui l'intervento, per quanto preciso, potrà prevenirne o eliminarne solo una parte.

Interventi indiretti e diretti

Per salvaguardare i materiali dagli effetti delle condizioni patologiche non eliminabili bisogna prevedere ulteriori livelli di intervento, che possono essere di tipo indiretto o diretto.

Interventi indiretti

a) In condizioni ambientali insostenibili, per esempio per alto tasso di inquinamento chimico dell'aria, un intervento protettivo su manufatti di piccole dimensioni consiste nella loro rimozione e sostituzione con copie. Operazione comunque da sconsigliarsi, perchè, da un lato priva il manufatto stesso dell'originalità connessa alla giacitura e dall'altro espone le parti rimosse a tutti i rischi (culturali e fisici) legati all'allontanamento dal contesto e alla conseguente musealizzazione. Da effettuarsi esclusivamente in situazioni limite, per la salvaguardia fisica di molti oggetti monumentali, soprattutto se ormai privi (preesistenze archeologiche) di un effettivo valore d'uso.

b) Variazione artificiosa delle condizioni ambientali a mezzo di interventi architettonici (copertura protettiva dell'intero manufatto o di parti di esso con strutture opache o trasparenti) o impiantistici (creazione di condizioni igrotermiche particolari).

Interventi diretti

Le operazioni su descritte risultano decisamente valide, ancorché, discutibili nelle forme e nei contenuti, ma applicabili solo a manufatti di piccole dimensioni o di grande portanza monumentale; viceversa, non sono praticabili (e neanche auspicabili) sul patrimonio edilizio diffuso, dove è opportuno attuare trattamenti protettivi direttamente sui materiali. Questi possono essere trattati con sostanze chimiche analoghe a quelle impiegate per il consolidamento, applicate a formare una barriera superficiale trasparente e idrorepellente che impedisca o limiti considerevolmente il contatto con sostanze patogene esterne. È sconsigliabile l'impiego, a protezione di intonaci e materiali lapidei, di scialbi di malta di calce, da utilizzare come strato di sacrificio; il risultato è l'occultamento della superficie del manufatto e l'esibizione del progressivo degrado che intacca la nuova superficie fino a richiederne il rinnovo. Da qui il rigetto che nasce spontaneo di fronte a forme di intervento irreversibili o che nascondono la superficie del manufatto sotto uno strato di sacrificio che rende difficile valutare l'eventuale avanzamento e propagarsi del degrado oltre lo strato protettivo.

Anche i protettivi chimici hanno una durata limitata, valutabile intorno alla decina di anni, ma, oltre che per le caratteristiche di trasparenza, sono preferibili agli scialbi in quanto realizzano un ampio filtro contro la penetrazione di acqua e delle sostanze che questa veicola. In alcuni casi sono le stesse sostanze impiegate nel ciclo di consolidamento che esercitano anche un'azione protettiva, se sono in grado di diminuire la porosità del materiale rendendolo impermeabile all'acqua.

Le principali caratteristiche di base richieste ad un protettivo chimico sono la reversibilità e l'inalterabilità, mentre il principale requisito prestazionale è l'idrorepellenza, insieme con la permeabilità al vapore acqueo. La durata e l'inalterabilità del prodotto dipendono innanzitutto dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad influire sulle prestazioni, può portare alla formazione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che inficiano la reversibilità del prodotto. I protettivi chimici più efficaci appartengono alle stesse classi dei consolidanti organici (resine acriliche, siliconiche, acrilisiliconiche, molto usate su intonaci e pietre), con l'aggiunta dei prodotti fluorurati. Questi ultimi, in particolare i perfluoropolietteri, sono sostanze molto resistenti agli inquinanti, ma tendono ad essere rimosse dall'acqua, per cui è allo studio la possibilità di additarle con sostanze idrorepellenti. Per la protezione di alcuni materiali lapidei e dei metalli, oltre che delle terrecotte, vengono impiegati anche saponi metallici e cere microcristalline; i legnami vengono invece trattati con vernici trasparenti resinose, ignifughe e a filtro solare.

Sistemi applicativi

La fase applicativa dei prodotti protettivi richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione secondo normativa.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei

solventi utilizzati. L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme, sino a rifiuto.

In generale i prodotti potranno essere applicati:

- ad airless, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione da pompa oleo- pneumatica;
- tramite applicazione a pennello morbido sino a rifiuto, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani. Sarà utile alternare mani di soluzione delle resine (se in solvente) a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto di bagnato.

Protezione dagli agenti atmosferici

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione che a costruzione ultimata) dall' azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse od alte. Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all' elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, bagnature, antievaporanti ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature ecc.). Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l' Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento od alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il rifacimento all' Amministrazione od a terzi degli eventuali danni dipendenti.

Costruzioni in zone sismiche

Disposizioni legislative.

Tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità. Da realizzarsi in zone dichiarate sismiche, qualunque sia il tipo di struttura, dovranno essere eseguite con l' osservanza della normativa emanata con Legge 2 febbraio 1974, n. 64 avente per oggetto: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" " nonché delle Norme tecniche approvate con D.M. 14 gennaio 2008 " Nuove Norme tecniche per le costruzioni" e successiva circolare 2 febbraio 2009 n° 617, dalle Circolari e dai Decreti Ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate in ottemperanza a quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica».

19. MATERIALI IN GENERE

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti

della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelati) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla

Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con Decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazione NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato, in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti, oggetto di intervento di carattere manutentivo, conservativo o restaurativo, e se previsto dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

- determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;
- individuazione degli agenti patogeni in aggressione;
- individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché i meccanismi di alterazione.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

19.1. Acqua, calci, gesso

Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008) dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro

(compreso tra 6 ed 8) con una torbidezza non superiore al 2%, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 – allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni. Dovrà essere vietato l'uso, per qualsiasi lavorazione, di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

L'acqua potrà avere qualsiasi provenienza ma non potranno essere impiegate:

- Le acque di rifiuto anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche, da aziende di prodotti alimentari, da concerie ed altre aziende industriali;
- Le acque contenenti argilla, humus, limi;
- Le acque piovane o quelle contenenti residui grassi, oleosi o zuccherini;
- Le acque eccessivamente dure, o aventi alto tenore di solfati o di cloruri, gassose o salmastre.

Saranno considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione del calcestruzzo, conformi alla UNI EN 1008:2003.

L'acqua di impasto per calcestruzzi ad alta resistenza dovrà essere acqua potabile conforme alla UNI/EN 1008 (escluse le acque di riciclo).

Le acque provenienti da rete di distribuzione pubblica saranno accettate senza analisi; tutte le acque di diversa provenienza dovranno essere analizzate a cura e spese dell'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori prima del loro impiego.

Le acque destinate alla realizzazione di malte o calcestruzzi saranno accettate solo se contenenti solfati o cloruri in misura non superiore allo 0,5% (zerocinque per cento) in peso.

Calce

Le calce aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calce" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calce da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calce da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calce da costruzione. Valutazione di conformità".

Calci Aeree

Le calce aeree (costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio

e ferro) sono classificate in base al loro contenuto di $(CaO+MgO)$; si distinguono in:

- 1) *Calce calciche* (CL) calce costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio (il calcare calcico è un calcare che dovrà contenere dallo 0% al 5% di carbonato di magnesio UNI 10319) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici;
- 2) *Calce dolomitiche* (DL) calce costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio (il calcare dolomitico è un calcare che dovrà contenere dal 35% al 45% di carbonato di

magnesio) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici. Questo tipo di calce potrà essere commercializzato nella versione semi-idratata² (S1) o completamente idratata³ (S2).

Le calci aeree potranno, anche essere classificate in base alla loro condizione di consegna: calci vive (Q) o calci idrate (S).

a) *Calci vive* (Q) calci aeree (includono le calci calciche e le calci dolomitiche) costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato.

b) *Calci idrate* (S) calci aeree, (calci calciche o calci dolomitiche) ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):

– calce idrata in polvere di colore biancastro derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del

10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), nella calce idrata la quantità di acqua impiegata è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO). Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;

– grassello di calce o calce aerea "spenta" (idratata) in pasta ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%. Le caratteristiche plastiche ed adesive del grassello, migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato. Il grassello, si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica. La stagionatura minima

nelle fosse sarà di 90 giorni per il confezionamento dei malte da allettamento e da costruzione e, di 180 giorni per il

confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura. Nel cantiere moderno è in uso ricavare il grassello mediante l'aggiunta di acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere, mediante questa "procedura" (che in ogni caso necessita di una stagionatura minima di 24 ore) si ottiene un prodotto scadente di limitate qualità plastiche, adesive e coesive;

– latte di calce ovvero "legante" per tinteggi, velature e scialbature ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce (o della calce idrata) fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calci aeree possono essere classificate anche in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio (valori contenuti RD

n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci")

a) *calce grassa in zolle*, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5 m³/ton;

b) *calce magra in zolle o calce viva*, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5 m3/ton;

b1) *calce forte* legante con deboli doti idrauliche, compresa tra le calce magre quando la presenza di componenti idraulici

(presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;

c) *calce idrata in polvere* ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:

– fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91%; il residuo al vaglio da

900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 1% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 5%; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;

– *calce idrata da costruzione* quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 2% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 15%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

La composizione della calce da costruzione, quando provata secondo la EN 459-2, deve essere conforme ai valori della tabella 2 sotto elencata. Tutti i tipi di calce elencati nella tabella possono contenere additivi in modeste quantità per migliorare la produzione o le proprietà della calce da costruzione. Quando il contenuto dovesse superare lo 0,1% sarà obbligo dichiarare la quantità effettiva ed il tipo.

Tabella 2.1 Requisiti chimici della calce (valori espressi come % di massa). I valori sono applicabili a tutti i tipi di calce. Per la calce viva questi valori corrispondono al prodotto finito; per tutti gli altri tipi di calce (calce idrata, grassello e calce idrauliche) i valori sono basati sul prodotto dopo la sottrazione del suo contenuto di acqua libera e di acqua legata. (UNI EN 459-1)

Tipo di calce da costruzione	Sigla	CaO+MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Calce libera %
Calce calcica 90	CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	-
Calce calcica 80	CL 80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce calcica 70	CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	-
Calce dolomitica 85	DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	-
Calce dolomitica 80	DL 80	≥ 80	≥ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce idraulica 2	HL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 8
Calce idraulica 3,5	HL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 6
Calce idraulica 5	HL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3
Calce idraulica naturale 2	NHL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 15
Calce idraulica naturale 3,5	NHL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 9
Calce idraulica naturale 5	NHL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3

Nella CL 90 è ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità indicata in 5.3 della EN 459-2:2001.

Nelle HL e nelle NHL è ammesso un contenuto di SO₃ maggiore del 3% e fino al 7% purché sia accertata

Esempio di terminologia delle calci: la sigla EN459-1 CL90Q identifica la calce calcica 90 in forma di calce viva; la sigla

EN459-1 DL85-S1 identifica la calce dolomitica 85 in forma di calce semi-idratata.

Calci idrauliche

Le calci idrauliche oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 “Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici” ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” dovranno rispondere alla norma UNI 459 che le classifica in base alla loro resistenza alla compressione dopo 28 giorni (UNI EN 459-2:2001), si distinguono in:

1) *calce idraulica naturale* (NHL) ovverosia il prodotto ottenuto dalla cottura a bassa temperatura (inferiore ai 1000 C°) di marne naturali o calcari più o meno argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento (con quantità stechiometrica di acqua) con o senza macinazione. Tutte le NHL dovranno avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l’acqua e dovranno essere esenti o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calci naturali potrà a sua volta essere diviso in:

– calce idraulica naturale bianca, rappresenta la forma più pura: dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili. Risulterà particolarmente indicata per confezionare malte, indirizzate a procedure di restauro che richiedono un basso modulo di elasticità ed un’elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;

– calce idraulica naturale “moretta” o “albazzana” a differenza del tipo “bianco” si ricaverà dalla cottura di rocce marnose; risulterà indicata per la confezione di malte per il restauro che richiedono una maggiore resistenza a compressione; il colore naturale di questa calce potrà variare dal nocciolo, al beige, all’avorio fino a raggiungere il rosato.

2) *calce idraulica naturale con materiali aggiunti* (NHL-Z) in polvere ovverosia, calci idrauliche naturali con materiale aggiunto cioè, quelle calci che contengono un’aggiunta fino ad un massimo del 20% in massa di materiali idraulicizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, coccio pesto, trass) contrassegnate dalla lettera “Z” nella loro sigla;

3) calce idrauliche (HL)4 ovverosia calce costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Questo tipo di calce dovrà possedere la caratteristica di far presa ed indurire anche in presenza di acqua;

Tabella 2.2 Caratteristiche meccaniche delle calce idrauliche naturali da utilizzare nel restauro

Tipo	NHL 2			NHL 3,5			NHL 5		
Caratteristiche	Calce delicata idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci			Calce idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, in intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stucchi			Calce idonea per la ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica		
PROVE	Rapporto impasto			Rapporto impasto			Rapporto impasto		
Resistenza a comp.	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3
7 gg. N/mm ²	0,62	0,53	0,47	0,75	0,57	0,53	1,96	1	0,88
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1			REQUISITI UNI EN 459-1			REQUISITI UNI EN 459-1		
28 gg. N/mm ²	1,48	1,36	1,25	1,88	1,47	1,34	2,20	2,00	1,50
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1			REQUISITI UNI EN 459-1			REQUISITI UNI EN 459-1		
6 mesi N/mm ²	3,848	3,00	2,88	7,50	5,34	3,94	7,30	5,90	5,31
12 mesi. N/mm ²	4	2,90	2,90	7,50	5,90	3,90	9,28	8,44	6,50
<p><i>La sabbia avrà una granulometria di 0,075-3 mm</i></p> <p>(a) La NHL 5, con massa volumica in mucchio minore di 0,90 kg/dm³, può avere una resistenza a compressione dopo 28 gg fino a 20 MPa</p>									

Tabella 2.3 Caratteristiche fisiche delle calce idrauliche naturali

PROVE	NHL 2		NHL 3,5		NHL 5	
	REQUISITI	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-	MEDIA
Densità	0,4 a 0,8	0,45-0,55	0,5 a 0,9	0,6-0,66	0,6 a 1,0	0,65-0,75
Finezza a 90 µm	≤ 15%	2 a 5 %	≤ 15%	6,6	≤ 15%	3,12
Finezza a 200 µm	≤ 2	≤ 0,5 %	≤ 5 %	0,48	≤ 5	0,08
Espansione	≤ 2 mm	≤ 1 mm	≤ 2 mm	0,05	≤ 2 mm	0,61 mm
Idraulicità	---	15	---	25	---	43
Indice di bianchezza	---	76	---	72	---	67

Penetrazione	>10 e <20 mm	---	>10 e <50 mm	21	>20 e <50 mm	22,6
Tempo di inizio presa	>1 e <15 h	---	>1 e <15 h	2,5	>1 e < 15 h	3,59
Calce libera	≥ 15 %	50-60%	≥ 9 %	20-25%	≥ 3%	15-20%

Le calce idrauliche sia naturali che artificiali potranno essere classificate anche in rapporto al grado d'idraulicità, inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce: al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche (valori contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche").

Tabella 2.4 Classificazione calce idrauliche mediante il rapporto di idraulicità (DM 31-08-1972)

Calci	Indice di idraulicità	Argilla [%]	Calcare [%]	Presa in acqua [giorni]
Debolmente idraulica	0,10-0,15	5,31-8,20	94,6-91,8	15-30
Mediamente idraulica	0,16-0,31	8,21-14,80	91,7-85,2	10-15
Propriamente idraulica	0,31-0,41	14,81-19,10	85,1-80,9	5-9
Eminentemente idraulica	0,42-0,50	19,11-21,80	80,8-78,2	2-4

Gesso

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, ben riparati dall'umidità e da agenti degra-

danti; approvvigionato in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto.

Questo legante non dovrà essere impiegato all'aperto o in ambienti chiusi con elevata umidità relativa, in atmosfere contenenti ammoniaca (ad es., all'interno di stalle) o a contatto con acque ammoniacali, in ambienti con temperature superiori ai 110°C; infine, non dovrà essere impiegato a contatto di leghe di ferro.

Come legante di colore bianco latte potrà assumere varie caratteristiche a seconda della temperatura di cottura. I gessi per l'edilizia si distingueranno in base allo loro destinazione (per muri, per intonaci, per pavimenti, per usi vari) le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurezze) vengono fissate dalla norma UNI 8377 la quale norma fisserà, inoltre, le modalità di prova, controllo e collaudo.

Tabella 2.5 Classificazione dei gessi in base alla temperatura di cottura

Temperature cottura [c°]	Denominazione prodotti	Caratteristiche ed impieghi consigliati
130-160	scagliola gesso da forma	malte per intonaci (macinato più grossolanamente) malte per cornici e stucchi (macinato finemente)
160-230	gesso da stuccatori gesso da intonaci	malte d'allettamento per elementi esenti da funzioni portanti, malte per intonaci, da decorazioni, per confezionare pannelli per murature
230-300	gesso da costruzioni gesso comune	malte d'allettamento o, in miscela con altri leganti, per formare malte bastarde per elementi con funzioni portanti
300-900	gesso morto gesso keene (+ allume)	polvere inerte usata in miscela con leganti organici (colla di pesce o colla animale) per la fabbricazione di stucchi da legno o da vetro o
900-1000	gesso da pavimenti gesso idraulico o calcinato	prodotto che presenta una certa idraulicità con tempi di presa molto lunghi; il gesso, dopo la posa in opera, raggiunge il massimo della

Tabella 2.6 Proprietà dei gessi più comunemente usati

Tipo di gesso	Finezza macinazione		Tempo minimo di presa, (minuti)	Resistenza a trazione minima	Resistenza a flessione minima	Resistenza a compressione minima
	Passante al setaccio da 0,2 mm %	Passante al setaccio da 0.09 mm %				
scagliola	95	85	15	20	30	40
da costruzione	70	50	7	8	20	50
allumato	90	80	20	12	30	70
da pavimenti	90	80	40			

L'uso di questo legante dovrà essere necessariamente autorizzato dalla D.L.; per l'accettazione di qualsivoglia tipologia di gesso valgono i criteri generali dell'art. 1 del presente capo e la norma UNI 5371.

19.2. Cementi, cementi speciali

Cementi

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavorazione, dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"

e successive modifiche (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre 1993). Tutti i cementi dovranno essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e

precompresso. I requisiti da soddisfare dovranno essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2001 "Cemento.

Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" e le norme UNI EN 196/1-7 e 196-21 inerenti i cementi speciali e la normativa sui metodi di prova ed analisi dei cementi.

A norma di quanto previsto dai decreti sopraccitati, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza Portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, dovranno essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi. I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità (preferibilmente sopra pedane di legno) e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. Se sfusi i cementi dovranno essere stoccati in cantiere in appositi silos metallici; i vari tipi e classi di cemento dovranno essere separati ed identificati con appositi cartellini. I prodotti approvvigionati in sacchi dovranno riportare sulle confezioni il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

I principali tipi di cemento sono:

1) cemento Portland (tipo CEM I): dovrà presentarsi come polvere fine e pesante, di colore variabile dal grigio bruno al verdognolo, tendente al rossastro nel caso provenga da miscele artificiali; dovrà avere contenuto di costituenti secondari (filler o altri materiali) non superiore al 5%; ovvero sia il prodotto ottenuto per macinazione di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio) con aggiunto gesso e anidrite (solfato di calcio anidro) dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art 2 legge n. 595/65). I cementi Portland, presenteranno scarsa resistenza alle acque marine e, in genere, a tutti gli

aggressori di natura solfatica pertanto, quando si opera in località marina o in presenza di corrosivi solfatici (anche di modesta entità) sarà opportuno operare con cementi del tipo III o IV;

2) cemento Portland con aggiunta, in quantità ridotta, di loppa e/o pozzolana (tipo CEM II): detto comunemente cemento

Portland rispettivamente alla loppa, alla pozzolana, alle ceneri volanti;

3) cemento d'altoforno (tipo CEM III): dovrà avere contenuto di loppa dal 36% al 95%; la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione di clinker Portland e di loppa basica granulata d'altoforno con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione (art 2 legge n. 595/65). Questo cemento, di colore verdognolo, presenterà, grazie alle loppe d'altoforno, un basso calore di idratazione sviluppato durante la presa, una buona resistenza chimica ad attacchi di acque leggermente acide o pure, un modesto ritiro in fase di presa;

4) cemento pozzolanico (tipo CEM IV): con materiale pozzolanico dal 15% al 55%; ovverosia la miscela omogenea si otterrà dalla macinazione del clinker Portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico (tipo argille plastiche torrefatte come ad es. la bentonite) con la quantità di gesso e anidrite necessaria per regolarizzare il processo di

idratazione (art 2 legge n. 595/65). Questo tipo di cemento potrà ridurre o eliminare le deficienze chimiche (rappresentate dalla formazione di idrossido di calcio) del cemento Portland. Il calore d'idratazione sviluppato dal cemento pozzolanico risulterà molto inferiore rispetto a quello sviluppato dal Portland di conseguenza, verrà preferito a quest'ultimo per le lavorazioni da eseguirsi in climi caldi ed in ambienti marini;

5) cemento composito (tipo CEM V): si otterrà per simultanea aggiunta di loppa e di pozzolana (dal 18% al 50%);

6) cemento alluminoso: (non classificato nella normativa UNI EN 196-1 ma presente nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968) si otterrà dalla macinazione del clinker ottenuto dalla cottura di miscele di calcare e alluminati idraulici (bauxite). I tempi di presa risulteranno simili a quelli dei normali cementi mentre l'indurimento è nettamente più rapido (7 gg. contro i 28 gg.). Questo legante potrà essere impiegato per lavori da eseguire in somma urgenza dove è richiesto un rapido indurimento (disarmo dopo 5-7 gg); dove occorra elevata resistenza meccanica (titolo 52,5); per gettare a temperature inferiori allo 0°C (fino a -10 °C); per opere in contatto con solfati, oli, acidi e sostanze in genere aggressive per gli altri cementi; per impiego in malte e calcestruzzi refrattari per temperature fino a circa 1300°C. Dei cementi alluminosi si potrà disporre di due tipi speciali: a presa lenta con ritiro contenuto (inizio presa dopo 15 ore, termine presa dopo altre 15 ore) e a presa rapida (inizio presa dopo 1 ora e termine dopo 2 ore).

Esempio di terminologia del cemento: la sigla CEM II A-L 32,5 R identifica un cemento Portland al calcare con clinker dal

80% al 94% (lettera A) e con calcare dal 6% al 20% (lettera L), classe di resistenza 32,5, con alta resistenza iniziale (lettera R).

Tabella 3.1 Classificazione tipi di cemento con relativa composizione: le percentuali in massa riferiti al nucleo del cemento, escludendo solfato di calcio e additivi (UNI EN 197-1)

Tipo	Denominazione	Sigla	Clinker	Loppa d'alto forno granulare	Microsili	Pozzolana		Ceneri volanti		Scisto calcinato	Calcare	Costo
						Na-	Indust	Sili-	Cal			
						P	Q	V	W			
I	Cemento Portland	I	95-100	---	---	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla loppa	II A-S	80-94	6-20	---	---	---	---	---	---	---	0-5
		II B-S	65-79	21-35	---	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla loppa	II A-D	90-94	---	6-10	---	---	---	---	---	---	0-5
	Cemento Portland alla pozzolana	II A-P	80-94	---	---	6-20	---	---	---	---	---	0-5
		II B-P	65-79	---	---	21-35	---	---	---	---	---	0-5
		II A-Q	80-94	---	---	---	6-20	---	---	---	---	0-5
		II B-Q	65-79	---	---	---	21-35	---	---	---	---	0-5
II	Cemento Portland alle ceneri volanti	II A-V	80-94	---	---	---	---	6-20	---	---	---	0-5
		II B-V	65-79	---	---	---	---	21-35	---	---	---	0-5
		II A-W	80-94	---	---	---	---	---	6-20	---	---	0-5
		II B-W	65-79	---	---	---	---	---	21-35	---	---	0-5

	Cemento Portland allo	II A-T	80-94	---	---	---	---	---	---	6-20	---	0-5	
		II B-T	65-79	---	---	---	---	---	---	21-35	---	0-5	
	Cemento Portland al calce	II A-L	80-94	---	---	---	---	---	---	---	6-20	0-5	
		II B-L	65-79	---	---	---	---	---	---	---	21-35	0-5	
	Cemento Portland	II A-M	80-94	6-20									

	composito	II B-M	65-79	21-35									
III	Cemento d'altoforno	III A	35-64	36-65	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
		III B	20-34	66-80	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
		IIIC	5-19	81-95	---	---	---	---	---	---	---	0-5	
IV	Cemento pozzolanico	IV A	65-89	11-35				---	---	---	---	0-5	
		IV B	45-64	36-55				---	---	---	---	0-5	
V	Cemento composito	V A	40-64	18-30	---	18-30		---	---	---	---	0-5	
		V B	30-39	31-50	---	31-50		---	---	---	---	0-5	

I costituenti secondari possono essere filler oppure uno o più costituenti principali, salvo che questi non siano inclusi come costituenti principali del cemento

La proporzione di microsilice è limitata al 10%

I diversi tipi di cemento dovranno essere forniti in varie classi di solidificazione, contrassegnate dal colore dei sacchi d'imballaggio o, nel caso in cui si utilizzi cemento sfuso, dal colore della bolla d'accompagnamento che deve essere attaccata al silo. I cementi appartenenti alle classi di resistenza 32,5 42,5 e 52,5 verranno classificati in base alla resistenza iniziale in cementi con resistenza iniziale normale e resistenza più alta (sigla aggiuntiva R). I cementi normali (portland, pozzolanico o d'altoforno) contraddistinti dalla sigla 22,5 potranno essere utilizzati esclusivamente per sbarramenti di ritenuta.

Tabella 3.2 Classificazione tipi di cemento mediante classi di solidità e colorazione di riconoscimento

Classe di solidità titolo	Resistenza alla tensione di compressione				Colorazione di riconoscimento	Colore della scritta	Tempo di inizio presa mm	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Solidità normale					
	2 giorni	7 giorni	28 giorni					
32,5	---	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	Marrone chiaro	Nero	≥ 60	≥ 10
32,5 R	≥ 10	---				Rosso		
42,5	≥ 10	---	≥ 42,5	≤ 62,5	Verde	Nero		
42,5 R	≥ 20	---				Rosso		
52,5	≥ 20	---	52,5	---	Rosso	Nero	≥ 425	
52,5 R	≥ 30	---				bianco		

Cementi speciali

Sono così definiti quei cementi che presenteranno resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli stabiliti per

i cementi normali, differenze dovute a miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura ovvero dall'uso di additivi tipicamente specifici.

1) Cementi bianchi: simili come comportamento agli altri cementi comuni Portland. Dovranno essere ricavati dalla cottura di marne (caolini e calcari bianchi mineralogicamente puri) prive del tutto o con una quantità limitatissima di ossidi di ferro e di manganese; gli eventuali residui dovranno essere eliminati con trattamento fisico-chimico. Il bianco del cemento dovrà essere definito dalle ditte produttrici con tre parametri diversi: brillantezza⁵, lunghezza d'onda dominante⁶ e purezza⁷ inoltre, potrà anche essere definito con l'indice di bianchezza⁸ (contenuto per un cemento industriale tra 70 e 90). Questo tipo di cemento potrà essere utilizzato per opere di finitura quali stucchi ed intonaci, per opere in pietra artificiale è, inoltre, utilizzabile, in piccole quantità negli impasti a base di calce aerea (intonachini, sagramature, copertine creste dei muri ecc.) così da aumentarne la resistenza meccanica ma permettere ugualmente la permeabilità al vapore d'acqua;

2) Cementi colorati: dovranno essere ottenuti dai cementi bianchi miscelati con polvere della stessa finezza, costituita da ossidi, pigmenti minerali⁹, o simili in proporzione mai superiore al 10% così da evitare impedimenti di presa ed eccessivi ritiri.

3) Cementi soprasolfati: cementi di natura siderurgica che dovranno costituirsi di una miscela di loppa granulata d'altoforno in percentuale dell'80%-85% da gesso o anidrite in percentuale del 10% e da clinker di cemento Portland per circa il 5%. Dovranno essere utilizzati per opere marine e strutture in calcestruzzo a contatto con soluzioni acide. Non risulteranno adatti per operazioni di recupero e/o restauro conservativo;

4) Cementi ferrici: dovranno costituirsi di miscele ricche d'ossido di ferro e polvere di allumina, macinando congiuntamente e sottoponendo a cottura mescolanze di calcare, argilla e ceneri di pirite; per questo dovranno contenere più ossido ferrico che allumina, ed essere quasi totalmente privi di alluminato tricalcico. La loro caratteristica preminente, oltre a presentare un buon comportamento con gli aggressori chimici, è quella di avere minor ritiro degli altri cementi ed un più basso sviluppo di calore di idratazione; risulterà adatto per le grandi gettate;

5) Cementi espansivi: dovranno essere ricavati da miscele di cemento Portland ed agenti espansivi intesi a ridurre od eliminare il fenomeno del ritiro. Generalmente, potranno essere distinti in due tipi: a ritiro compensato allorché l'espansione sia simile al ritiro (agente espansivo solfoalluminato di tetracalcio), espansivi auto-compresi quando

l'espansione risulterà superiore al ritiro (agente espansivo ossido di calcio e/o magnesio). Entrambe le tipologie dovranno essere impiegate miscelandole con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore, gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. Affinché l'espansione avvenga correttamente sarà necessario provvedere ad una corretta stagionatura in ambiente idoneo;

6) Cementi a presa rapida o romano: miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland (con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua), con idonei additivi tali da permettere le seguenti prestazioni: inizio presa entro un minuto dalla messa in opera e termine presa non più di trenta minuti. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

19.3. Materiali inerti per malte, stucchi e conglomerati

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli

ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334. Sarà, pertanto, obbligo dell'Appaltatore, mettere a disposizione della D.L. detti crivelli così che possa eseguire il controllo granulometrico. Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare: malta per intonaco, malta per stuccatura, malta per sagramatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc.

19.4. Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie saranno costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose ad alta resistenza a compressione, dovrà, inoltre, essere ben assortita. Priva di parti friabili ed, eventualmente, lavata con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive. I pietrischi (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 Kg/cm²), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche di utilizzo. Le loro

caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520. In ogni caso le dimensioni massime dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm se utilizzati per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc.
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 40 mm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 30 mm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 10 mm.

Tabella 5.1 Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria	Utilizzo
Ciottoli o "pillole di fiume"		80-100	pavimentazioni stradali
GHIAIA rocce	grossa o ghiaione	50-80	riempimenti, vespai, massicciate
	mezzana	20-50	riempimenti, solai, getti
	ghiaietto o "pisello"	10-20	riempimenti, solai, getti
	granello o "risone"	7-10	rinzaffi ad alto spessore, zoccolature
PIETRISCO rocce	grosso	40/71	riempimenti, vespai, getti
	ordinario	25/40	pavimentazioni stradali, getti,
	pietrischetto	15/25 10/15	riempimenti pavimentazioni stradali, getti,
GRANIGLIA marmo	graniglia grossa	5/20	pavimenti a seminato, a finto marmo
	graniglia media	2,5/11	pavimenti a seminato, a finto marmo, battuti
	graniglia minuta	0,5/5	marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti

19.5. Sabbie

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere: ben assortite, costituite da grani resistenti, prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti; inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso. Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'appaltatore dovrà mettere a disposizione della direzione lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla citata norma UNI

2332 per il controllo granulometrico. In particolare:

– la sabbia per murature in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);

– la sabbia per intonaci, stuccature e murature di paramento od in pietra da taglio dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);

– la sabbia per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 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". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno, salvo diverse specifiche di progetto, essere costituite da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n.

2229, nell'allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Tabella 5.2 Classificazione delle sabbie in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in	Utilizzo
SABBIA silice, calcare	Grossa o sabbione	2/6	malta da costruzione, arriccio, rinzaffo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi
	media	1/2	malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento
	fina	0,5/1	finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento
	finissima	0,05-0,5	rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolida-

19.6. Pozzolana

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti ed essere di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm², resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm² e residuo insolubile

non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

19.7. Argille espanse

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti; in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare: forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Di norma le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

19.8. Pitture, vernici e idropitture

Vernici

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti; in genere utilizzati su legno, pietre

naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari quando si vorrà aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza. I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

Vernici naturali e sintetiche

Le vernici dovranno creare una pellicola trasparente, lucida od opaca. Di norma si otterranno per sospensioni di pigmenti e delle cariche (talco, quarzo, caolino ecc.) in soluzioni organiche di resine naturali (coppale, colofonia, trementina benzoino, mastice ecc.) o sintetiche, (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, fenoliche, siliconiche ecc.). La percentuale di veicolo (legante + solvente) dovrà di norma essere pari al 50%, nel caso di verniciature per esterno, la composizione dovrà essere: 40% di pigmento e 60% di veicolo caratterizzato da resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli agenti alcalini.

Le vernici per gli interni dovranno essere a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. Dovrà essere fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Di norma le vernici essiccheranno con rapidità formando pellicole molto dure. Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce ed agli urti; essere utilizzate dietro precise indicazioni della D.L. che dovrà verificare lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

Smalti

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini: alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc.; si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla. All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici: miscele di resine termoindurenti sciolte in acqua insieme ai pigmenti; queste sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere le caratteristiche di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni anche all'esterno.

Vernice antiruggine e anticorrosive

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., se non diversamente specificato si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso. La vernice dovrà risultare sovraverniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleosintetiche, sintetiche e al clorocaucciù. L'applicazione di tale vernice potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, in entrambi i casi lo spessore minimo di pellicola secca per strato dovrà essere di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm mentre lo spessore massimo sarà di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm.

19.9. Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

Sigillanti

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati;
- diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità;

– durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Adesivi

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso. Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.); non saranno, invece, inclusi fuori gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme

UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
- UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
- UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, ovvero in aggiunta il soddisfacimento delle prescrizioni predette, si intenderà attestato allorché il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Geotessuti

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (ri-

levati, scarpate, strade, giardini, rinterrati di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Salvo diverse specifiche presenti negli elaborati di progetto, ovvero negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti se risponderanno alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà confermato allorché il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate ovvero sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.). Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Tessuti-non-tessuti

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termopressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

19.10. Materiali per la pulizia di manufatti lapidei

generalità

La pulitura di una superficie di un manufatto, dovrà prefiggersi lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee

patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico e cromatico post-intervento non dovrà incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non dovrà essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Saranno, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causerà sempre una, seppur minima, azione lesiva sul materiale, sarà opportuno ben calibrare l'utilizzo dei singoli prodotti (raccomandazioni NorMaL) che dovranno essere messi in opera puntualmente (mai generalizzandone l'applicazione) e gradualmente, procedendo

per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore potrà verificare l'idoneità della tecnica pre-scelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento dovrà interrompersi.

All'Appaltatore sarà fatto divieto impiegare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere messo in opera previa esecuzione di idonei test-campione eseguiti in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

I prodotti di seguito elencati, (forniti nei contenitori originali e sigillati) saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

Acqua per lavori di puliture

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata, in generale acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con

un pH neutro e una durezza inferiore al 2%. Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcari teneri acque più dure, acque a grana fine dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici

di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

19.11. Prodotti di materie plastiche.

Generalità.

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI di classifica C.D.U. 678.5/.8 (Materie Plastiche). Per le prove si farà riferimento alla normativa UNI di classifica C.D.U. 678.5/.8 002.62/.64 (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

Tubi e raccordi di PVC rigido

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile, esenti da plastificanti ed opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle norme di unificazione: UNI 7741-75, UNI 7443-75, UNI 7445-75, UNI 7447-75, UNI 7448-75.

a) - Tubi di PVC per condotte di fluidi in pressione: Dovranno corrispondere, per le categorie ed i tipi prescritti, alle caratteristiche di resistenza ed alle condizioni di cui alla classifica riportata al punto 4 della UNI 7441-75. I diametri esterni (20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 75 -

90 - 630 mm), gli spessori (in 5 serie, con minimo di 1.6 mm per diametri mag di 12 mm e minori od uguali a 32 mm e di 1.8 mm per

diametri maggiori di 32 mm) e le relative tolleranze dovranno essere conformi al prospetto III di cui al punto 5 della UNI citata . I bicchieri potranno essere del tipo da incollare (sistema con interferenza o con gioco misto) , secondo prescrizione , o con anello di elastomero . Come caratteristiche piu' salienti i manufatti presenteranno perfetta tenuta idraulica dei giunti (prova 3.3 UNI 7448-75) , assorbimento di acqua non superiore a 0.10 mg/cmq (prova 3.6) , temperatura di rammollimento (grado Vicat) inferiore a 80* c (prova 3.9) , notevole elasticita' e resistenza meccanica (prova 3.8) , buona resistenza all' acetone (prova 3.10) , ed all' urto (prova 3.11) . La designazione dei tubi dovra' comprendere : la denominazione , l' indicazione della categoria e del tipo , il diametro esterno D , l' indicazione della pressione nominale , il riferimento alla norma UNI 7441-75 . La marcatura dei tubi dovra' comprendere : l'indicazione del materiale (PVC) , della categoria e del tipo , il diametro esterno D , l'indicazione del periodo di produzione , la sigla I.I.P. indicante il "Marchio di conformita' " rilasciato dallo Istituto Italiano dei Plastici.

b) - Tubi di PVC per condotte di scarico di fluidi: Dovranno essere, in rapporto alle prescrizioni, del tipo 301 (temperatura massima permanente di fluidi convogliati: 50* C) o del tipo 302 (temperatura massima permanente dei fluidi convogliati 70* C). I diametri esterni (32-40-50-75-110-125-160-200 mm.), gli spessori (con minimo di 1,8 mm. per il tipo 301 e di 3,2 mm. per il tipo 302) e le relative tolleranze dovranno essere conformi al prospetto II di cui al punto 5 della UNI 7443-75. I bicchieri potranno essere sia del tipo ad incollare, sia con anello di elastomero; dimensioni e spessori dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI citata. Come caratteristiche più salienti i tubi dovranno presentare perfetta tenuta idraulica (prova 3.3 UNI 7443-75), ottima resistenza alle pressione interna (Per 1H. A 60*c con tensione pari a 170 kgf/cmq Prova 3.8) temperatura di rammollimento non inferiore a 80*c , tasso di rottura TR all'urto accettabile (prova 3.11). Designazione e marcatura dovranno corrispondere, per quanto compatibile, alle prescrizioni di cui alla precedente lett.a)

c) - Tubi in PVC per condotte di scarico interrate: Dovranno essere del tipo 303 UNI 7747-75 e saranno adibiti alla condotta dei fluidi la cui temperatura massima non risulti inferiore a 40*C. I tubi se non idoneamente protetti, ammetteranno un ricoprimento massimo sulla generatrice di 4,00 m., mentre quello minimo sarà di 1,00 m. sotto superficie con traffico fino a 12 t. e di 1,50 m. sotto superficie con traffico fino a 15 t.. I diametri esterni (110-125-160-200-315-400 mm.), gli spessori (rispettivamente con un minimo di 3,2 - 3,2 - 3,9 - 4,9 - 6,1 - 7,7 - 9,8 mm.) e le relative tolleranze dovranno essere conformi al prospetto II di cui al punto 5 della UNI 7447-75. Per le caratteristiche, la designazione e la marcatura si rimanda a quanto riportato nella precedente lettera b).

Prodotti termoplastici di polivinile (PE)

Generalità

Potranno essere del tipo a bassa densità (da PE b.d. ottenuto per polimerizzazione dell'etilene sotto alta pressione) o del tipo ad alta densità (da PE a.d. ottenuto sotto bassa pressione). In entrambi i casi saranno prodotti con polietilene puro, stabilizzato con nero fumo (Carbon Black) in proporzioni del 2-3% sulla massa (per resistenza all'invecchiamento da raggi U.V.) : Per la classificazione ed i metodi si farà riferimento alla normativa UNI 7054-72.

Tubi

I tubi del tipo (p.d.) presenteranno massa volumica di 0,92-0,93 Kg./dmc., resistenza a trazione minima di 100Kgf./cmq., allungamento a rottura minimo del 300%, resistenza alla temperatura da - 50 a +60°C (con degradazione max delle caratteristiche meccaniche del 20% circa ogni 10* C nell'intervallo +20/+60°C), assoluta atossicità ed infrangibilità.Gli spessori dei tubi saranno riportati 4 valori normalizzati della pressione nominale di esercizio (PN 2,5-4-6-10 Kgf./cmq.) riferita alla temperatura di 20°C. Per tali spessori , unitamente alle altre caratteristiche, si farà riferimento alla normativo: UNI 7990, UNI 7991. I tubi del secondo tipo (PE.a.d.) presenteranno a differenza, i seguenti requisiti: massa volumica di 0,96 Kg. /dmc., resistenza a trazione minima di 150 Kgf/cmq., allungamento a rottura minimo del 700%, temperatura di rammollimento (Vicat) minima di 124* C(ASTM D 1525-58 T). Per la fornitura i tubi ove non diversamente specificato, dovranno essere unitamente del secondo tipo.

Prodotti termoplastici di Polipropilene (PP)

Noti commercialmente con il nome di " Moplen " saranno classificati, per i materiali, sulla base della normativa UNI 7055-72.I tubi avranno massa volumica di 0,90 Kg./dmc., temperatura di fusione minima di 170* C, resistenza alla temperatura per impiego fino a 90* C. Di norma ,saranno impiegati nelle reti di scarico o di ventilazione.

Prodotti plastici metacrilici

Caratterizzati da infrangibilità,leggerezza,ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle norme di unificazione:UNI 7067, UNI 7074-72. Le lastre potranno essere del tipo I (colorate in forma successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termostrate). In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma. I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetacrilato delle migliori qualità (plexiglas,perspex,ecc.).

20. ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e obblighi in seguito descritti:

20.1. Conoscenza del progetto

L'Appaltatore ha l'obbligo di prendere visione degli elaborati del progetto, di verificarne la completezza, l'eseguibilità e la congruità e di tenerne conto nella sua offerta, anche di ogni onere derivante da attività o lavorazioni non espressamente indicate ma necessarie per fornire i lavori finiti a regola d'arte; degli oneri derivanti dalla localizzazione delle aree di lavoro e dai conseguenti vincoli; degli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le lavorazioni in aree rese disponibili in modo frazionato; degli oneri conseguenti alla necessità di riconsegnare le singole aree di lavoro in modo frazionato al termine di ogni sequenza di lavorazioni; e degli oneri conseguenti alla necessità di operare in modo intensivo con più squadre e mezzi nella stessa area di lavoro onde garantire la riconsegna delle aree nei tempi tassativamente indicati nel cronoprogramma di progetto e via via concordati con la Direzione Lavori.

20.2. Conoscenza dei luoghi

Con la presentazione dell'offerta l'Appaltatore dà atto di aver effettuato un accurato sopralluogo per prendere visione dello stato dei lavori, dello stato di conservazione delle opere oggetto di appalto, degli accessi al cantiere, ai limiti di consegna delle opere impiantistiche e agli oneri di sgombero.

La sottoscrizione del contratto da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

L'Appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

20.3. Rilievo dei luoghi

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il rilievo geometrico dettagliato dello stato dei luoghi e dei sottoservizi esistenti nelle aree oggetto di intervento. Tali rilievi dovranno essere confrontati con gli elaborati grafici di progetto per verificarne la completezza, l'eseguibilità e la congruità.

20.4. Sviluppo costruttivo

L'Appaltatore ha l'obbligo di sviluppare gli elaborati costruttivi delle opere civili, strutturali ed impiantistiche del progetto da realizzarsi; lo stesso dovrà essere sottoposto all'approvazione della DL e della stazione appaltante. Al termine dell'esecuzione dei lavori è onere dell'appaltatore la redazione di elaborati grafici as-built delle nuove reti di sottoservizi così come realizzate. Ai fini di agevolare il controllo dei lavori da parte della D.L.,

l'appaltatore è tenuto a presentare con cadenza quindicinale tavole aggiornate che illustrino le lavorazioni effettuate.

20.5. Assistenza archeologica

Durante tutto il corso dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà garantire assistenza archeologica.

L'assistenza archeologica in corso d'opera consistente in un'attività di sorveglianza da effettuarsi da parte di un operatore archeologo secondo le prescrizioni fornite dalla Direzione Scientifica. La finalità di tale attività è quella di scongiurare il danneggiamento di depositi archeologici, la cui presenza è già nota o è sospettabile, ma non indagabile prima dell'inizio dei lavori.

Nel caso in cui l'operatore archeologo dovesse riscontrare condizioni ostative all'esecuzione di quanto previsto nel Progetto, è tenuto a darne tempestiva comunicazione al progettista archeologo fornendo tutte le indicazioni utili a circostanziare la natura della condizione ostativa.

L'attività di assistenza archeologica in corso d'opera è continuativa e richiede la presenza costante di un operatore archeologo, che dirige l'escavazione direttamente in stretto e costante raggio visivo e che la sospende in presenza di evidenze di rilevanza archeologica, la cui indagine richieda l'applicazione di un'operatività difforme da quella in atto, con particolare riguardo a quelle situazioni che comportino un pericolo di danneggiamento (artt. 30, 90, 160, 175 D. Lgs. 42/2004).

Durante l'attività di assistenza archeologica in corso d'opera, l'individuazione di un'evidenza archeologica tale da richiedere la sospensione delle attività finalizzate alla realizzazione del Progetto Generale, implica l'applicazione immediata delle modalità di comunicazione alla Direzione Scientifica e alla Direzione Lavori o alla committenza prefigurate nel Progetto Definitivo.

Al fine di conoscere e documentare l'evidenza archeologica individuata, l'operatore archeologo deve procedere a:

- effettuare la pulizia manuale dell'evidenza, tramite l'utilizzo di attrezzatura idonea alla situazione,
- numerare e descrivere la/le unità stratigrafica/che riscontrata/e,
- eseguire la documentazione fotografica,
- eseguire la documentazione grafica,
- comunicare tempestivamente i dati acquisiti all'archeologo progettista e/o alla Direzione Scientifica.

Qualora l'evidenza riscontrata sia risolvibile tramite normali operazioni di scavo archeologico stratigrafico, si provvede a concordarne le modalità con la Direzione Scientifica e ne dà tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori o alla Committenza.

Nel caso in cui, al fine di garantire speditezza ed efficienza all'operatività in cantiere, le comunicazioni avvengano solo oralmente, si consiglia di redigerne apposito verbale, da inviarsi alla Direzione Scientifica e alla Direzione Lavori o alla Committenza.

Qualora l'evidenza riscontrata interferisca con la realizzazione del Progetto Generale e non sia risolvibile tramite normali operazioni di scavo archeologico stratigrafico, è opportuno che il progettista archeologo ne dia tempe-

stiva comunicazione alla Direzione Scientifica e alla Direzione Lavori o alla Committenza, al fine di concordare l'eventuale attivazione di un iter autorizzativo.

È opportuno che le modalità di attivazione dell'iter autorizzativo e le attività di scavo archeologico stratigrafico necessarie vengano valutate e specificate durante un sopralluogo congiunto in presenza della Direzione Scientifica e della Direzione Lavori o della Committenza, al termine del quale si consiglia di redigere apposito verbale che deve essere controfirmato in originale dai presenti.

20.6. Rinvio alla normativa applicabile

L'Appaltatore dovrà eseguire a regola d'arte tutti i lavori necessari alla realizzazione dell'opera, anche se non espressamente specificati nei documenti contrattuali, o indicati dalla Direzione Lavori, ottemperando a tutte le normative di legge, decreti, e regolamenti nazionali e locali vigenti e/o in vigore dopo l'inizio dei lavori.

20.7. Rispetto normativa vigente

L'Appaltatore, sotto la sua esclusiva responsabilità, deve ottemperare a tutte le disposizioni legislative, come pure deve osservare tutti i regolamenti, le norme, le prescrizioni delle competenti autorità in materia di esecuzione dei lavori, di accettazione delle opere e dei materiali, di contratti di lavoro, delle procedure di cui all'art.17 della legge 68/1999 "Norme per il diritto dei lavoratori disabili", le norme fiscali e qualsiasi altra norma possa comunque interessare l'appalto e la sua esecuzione, assumendo quindi le conseguenti responsabilità civili e penali previste dalla legge.

20.8. Guardiania

L'Appaltatore in qualità di sorvegliante del cantiere e dei lavori, ne assumerà tutti i rischi nei confronti della Committente fino alla data di emissione del certificato di collaudo. Per tutta la durata dei lavori l'Appaltatore avrà l'obbligo di salvaguardare, a sue spese e fino alla data di emissione del certificato di collaudo o presa di possesso da parte della Committente, i materiali e le opere da furti, degrado e danni di qualsiasi natura. In nessun caso verrà corrisposta alcuna indennità all'Appaltatore a seguito di furti, perdite, avarie e danni provocati a persone, opere, installazioni e materiali. I danni resteranno sempre e comunque a totale carico dell'Appaltatore.

20.9. Cantierizzazione e pulizia

Sono a cura dell'Appaltatore la formazione del cantiere attrezzato con tutti i più moderni e perfezionati impianti, per assicurare una rapida esecuzione di tutte le opere da realizzare; l'esecuzione delle recinzioni di cantiere ove necessario, la fornitura e il posizionamento di segnaletica provvisoria, cartelli barriere e quant'altro verrà richiesto dalla Direzione Lavori, nonché la manutenzione e la pulizia dello stesso cantiere e lo sgombero delle varie aree di intervento al completamento delle stesse con particolare cura alla pulizia e sgombero dalle aree di lavoro di tutti i materiali che possano venire dispersi; la pulizia, l'asporto a sua cura e spese degli impianti e delle recinzioni di cantiere a fine cantiere e/o su ordine della Direzione Lavori compreso il trasporto a discarica

autorizzata dei materiali di risulta giudicati dalla Direzione Lavori non riutilizzabili.

20.10. Recinzione

Sono a carico dell'Appaltatore la recinzione o la transennatura delle aree di lavoro ove operino i dipendenti dell'Appaltatore, in modo da impedire il facile accesso di estranei nell'area e la corretta circolazione e l'incolumità di persone e mezzi.

20.11. Illuminazione

Sono a carico dell'Appaltatore l'adeguata illuminazione del cantiere e quella che sarà necessaria per i lavori notturni ed anche diurni ove l'illuminazione esistente non fosse sufficiente.

20.12. Rifiuti

Sono a carico dell'Appaltatore la pulizia quotidiana del cantiere e delle specifiche aree di lavoro compreso lo smaltimento dei relativi rifiuti (raccolta – stoccaggio - trasporto e conferimento) differenziato per i rifiuti tossici e/o nocivi per i quali la raccolta, lo stoccaggio, il trasporto e la distribuzione dovrà avvenire tramite Ditta specializzata ed autorizzata ai sensi della normativa vigente.

20.13. Controllo delle emissioni

Sono a carico dell'Appaltatore la predisposizione di tutte le protezioni temporanee richieste dalla Direzione Lavori atte a evitare la dispersione di vernici, polvere, pulviscolo e fibre in genere, nelle aree di lavoro ed in quelle ad esso adiacenti.

20.14. Tracciamenti

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per gli eventuali tracciamenti dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto, oltre che della segnaletica orizzontale (markings) ove compromessa dall'esecuzione dei lavori previsti. Sono inoltre a carico dell'Appaltatore le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento che fosse già stato eseguito dalla Committente.

20.15. Cartellonistica

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutte le disposizioni antinfortunistiche, le segnalazioni acustiche e visive, diurne e notturne, tutti i cartelli di segnaletica, per garantire la circolazione interna ed esterna al cantiere, per l'accesso alle vie di lavoro. La segnaletica dovrà essere conforme alle Leggi, regolamenti e normative vigenti. Dovrà, inoltre, essere predisposto qualsiasi altro accorgimento che potrà occorrere, a scopo di sicurezza delle persone e cose, o che venisse particolarmente indicato dalla Direzione Lavori e dal responsabile per la sicurezza e la prevenzione nominato dalla Committente. L'Appaltatore sarà responsabile della conservazione dei segnali e capisaldi.

20.16. Danni a opere preesistenti

L'Appaltatore è tenuto effettuare le riparazioni dei guasti che per qualsiasi causa potessero venire recati alle opere, alle condutture e loro accessori. In caso di danneggiamenti alle condutture di gas, acqua, cavi telefonici, elettrici, ecc., l'Appaltatore è tenuto a dare immediata comunicazione oltre che alla Direzione Lavori, anche alla società esercente di tali servizi, che potrà, a disposizione della Direzione Lavori, eseguire i lavori di riparazione, addebitandone la spesa all'Appaltatore.

20.17. Accessibilità a terzi

L'Appaltatore dovrà assicurare l'accesso al cantiere, previa autorizzazione della Direzione Lavori, il libero passaggio nello stesso e nelle opere costruite o in costruzione, alle persone addette, e a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto ed alle persone che eseguono i lavori per conto diretto della Committente. L'Appaltatore dovrà, a propria cura e spesa, fare quanto necessario durante tutta la durata del cantiere affinché accessi e vie di circolazione interne ed esterne siano normalmente utilizzabili e sgombri da ogni tipo di materiale e attrezzatura.

Durante tutto il corso dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà garantire l'accesso ai gestori delle reti di sottoservizi per interventi programmati e non programmati di manutenzione alle reti. L'appaltatore dovrà garantire il coordinamento per l'accesso al cantiere del personale dei gestori delle varie reti di sottoservizi per le manutenzioni con l'onere di non sospendere i lavori per sovrapposizioni. L'Appaltatore dovrà altresì verificare ed accertarsi dello stato di fatto di tutti i sottoservizi prima dell'inizio dei lavori

20.18. Tessera di riconoscimento

Il personale occupato dall'Appaltatore e dai Subappaltatori deve essere munito di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori sono tenuti a esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che operano in cantiere. Ai sensi dell'art. 5 della L. 136/2010 la tessera di riconoscimento dovrà contenere anche la data di assunzione e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione. Nel caso di lavoratori autonomi, la tessera di riconoscimento dovrà contenere anche l'indicazione del committente.

20.19. Danni fortuiti

L'Appaltatore è tenuto a risarcire terzi, privati o enti, per i danni fortuiti causati ai beni degli stessi in dipendenza dei lavori in oggetto.

20.20. Cartelli di cantiere

Entro 5 (cinque) giorni dalla consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà realizzare n. 2 (due) cartello di cantiere delle dimensioni minime previste dalla vigente normativa e comunque delle dimensioni che verranno indicate dalla Direzione Lavori, con particolare riferimento alla Circolare LL.PP. 1729/UL dell'1/6/1990 la cui bozza dovrà essere sottoposta ad approvazione della Direzione Lavori e del Responsabile per la Sicurezza e della

prevenzione. Rimangono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di realizzazione, installazione e smontaggio a fine lavoro dei cartelli. Tanto i cartelli che le armature di sostegno dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza, calcolati per resistere alle azioni del vento, con materiali di decoroso aspetto e con scritte indelebili anche a colori e dovranno essere mantenuti in ottimo stato fino all'emissione del certificato di collaudo dei lavori. I cartelli di cantiere dovranno, oltre alle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori, contenere le seguenti indicazioni:

- identificazione della Committente (con LOGO) e dell'opera, con grafico, che verrà realizzata e dell'Ufficio competente;
- oggetto dell'appalto;
- importo del Contratto;
- data di inizio e fine lavori;
- spazio per eventuali sospensioni;
- Responsabile del procedimento;
- Coordinatore alla sicurezza in sede di progettazione e di esecuzione;
- Progettista;
- Collaudatore
- Direttore dei lavori;
- Impresa aggiudicataria (con tutti i dati di iscrizione alla CCIAA)
- Direttore Tecnico e Responsabile di cantiere
- Imprese in subappalto (con tutti i dati di iscrizione alla CCIAA)
- Norme amministrative e regolamentari.

20.21. Uso anticipato

Qualora ne venisse fatta richiesta dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà concedere l'uso anticipato di parte delle zone interessate dall'intervento, prima della loro ultimazione, senza perciò aver diritto a speciali compensi o che questo costituisca consegna del lavoro; potrà solo richiedere che venga constatato lo stato delle opere per essere garantito da possibili danni che potessero derivarle.

20.22. Beni dati in uso all'Appaltatore

L'Appaltatore è l'unico responsabile delle proprie installazioni, magazzini, spogliatoi, attrezzature, materiali in opera o stoccati all'interno del cantiere anche se dati in uso dalla Committente.

I beni e gli spazi dati in uso potranno essere utilizzati esclusivamente per adempiere alle obbligazioni derivanti dal contratto di appalto.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutte le riparazioni o sostituzioni qualunque sia la causa che le abbia determinate. L'Appaltatore sarà l'unico responsabile dei lavori e delle forniture. L'emissione del certificato di collaudo, e/o gli esiti delle prove non diminuiscono, in alcuna misura, la responsabilità dell'Appaltatore.

20.23. Proprietà Intellettuale

L'Appaltatore sarà garante, nei confronti della Committente, contro ogni rivendicazione inerente forniture, materiali e procedimenti utilizzati per l'esecuzione dei lavori, che potrebbe essere avanzata da titolari di brevetti, licenze, disegni, modelli, marchi di fabbricazione ecc. L'Appaltatore, se necessario, dovrà ottenere tutte le concessioni, licenze o autorizzazioni necessarie; restano a suo carico le spese per diritti, canoni o indennità conseguenti. In caso di qualsiasi eventuale azione intrapresa nei confronti della Committente per abusi da parte dell'Appaltatore di brevetti, licenze, disegni, modelli, marchi di fabbrica, ecc., quest'ultimo dovrà sollevare la Committente da tutti i danni e spese conseguenti.

20.24. Viabilità di accesso al cantiere

Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere tassativamente garantita l'accessibilità delle strade di percorrenza e degli accessi in tutte le loro parti e/o funzioni, ad esclusione delle aree di cantiere di volta in volta concordate indicate dalla Direzione Lavori con i periodi di utilizzo.

20.25. Rumore di cantiere

L'Appaltatore dovrà rispettare le norme vigenti in materia di rumore negli ambienti di lavoro prodotto dalle attrezzature impiegate per la realizzazione dei propri lavori realizzando, se necessario, temporanee barriere antirumore e/o barriere visive, a richiesta della Direzione Lavori o della Committente. In ogni caso l'Appaltatore dovrà assicurare il contenimento massimo del rumore generato dal cantiere, nel rispetto della normativa vigente.

20.26. Allacciamenti

Sono compresi nell'offerta tutti gli oneri derivanti dall'allacciamento a reti elettriche o idriche esistenti e il costo della energia elettrica e acqua utilizzata. Tali eventuali allacciamenti dovranno essere concordati e approvati dalla Direzione Lavori sentito il Committente. L'Appaltatore dovrà comunque tenere conto in fase di offerta della possibilità che tali allacciamenti non siano possibili per motivi tecnici o funzionali prevedendo quindi la possibilità di dover procurare direttamente energia elettrica, acqua o quant'altro necessario per l'esecuzione delle opere mediante generatori, serbatoi cisterne con costo a suo carico.

20.27. Cantieri limitrofi

Sono compresi nell'offerta tutti quei particolari oneri derivati da aree di cantiere confinanti con altre aree di cantiere che determinano particolari cautele, protezioni ovvero lavorazioni su perimetri da raccordare tramite opere anche di ripristino su lavori eseguiti da altre imprese quali cancellazione di segnaletica, rimozione e/o spostamento di cartelli lievi e spostamento di recinzioni esistenti etc. Tale elenco ha carattere esemplificativo. L'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le opere necessarie e conformi alle prescrizioni previste dai documenti contrattuali e dalle Leggi, Decreti e Regolamenti in vigore, per l'esecuzione delle opere sopra indicate.

20.28. Imposte e tasse

Sono a carico dell'Appaltatore le imposte di registro degli atti contrattuali, tassa di bollo, ecc. la vidimazione del registro di contabilità alla camera di commercio e tutte le altre imposte e tasse, sia ordinarie che straordinarie, inerenti l'appalto, tanto se esistenti al momento della stipulazione del contratto di appalto, quanto se stabilite o accresciute posteriormente e comunque fino alla data di emissione del certificato di collaudo/di regolare esecuzione.

20.29. Oneri di sgombero

Le aree di lavoro indicate dalla Direzione Lavori e messe a disposizione dall'Appaltatore, ove si rendesse necessario, dovranno essere sgomberate a carico dell'Appaltatore stesso da eventuali materiali, arredi o installazioni presenti ovvero da cartelli o impianti pubblicitari presenti od altro, che dovranno essere conferiti a discarica ovvero stoccati a magazzino ovvero reinstallati in posizione diversa, tutto quanto sopra in ottemperanza alle indicazioni dalla Direzione Lavori. Nelle stesse aree, immediatamente dopo l'ultimazione dei lavori, o dopo la richiesta scritta della Direzione Lavori l'Appaltatore ha l'obbligo, a propria cura e spese, di provvedere allo sgombero immediato ed al trasporto alle pubbliche discariche autorizzate dalle vigenti disposizioni di Legge in materia, del materiale non più riutilizzabile e/o di risulta.

La Direzione Lavori ha il diritto di disporre lo sgombero e l'evacuazione di tutti i materiali non utilizzati e lasciati incustoditi dall'Appaltatore all'interno del cantiere; l'Appaltatore non potrà, per questo, avanzare alcun reclamo né chiedere alcuna indennità di sorta. Il cantiere dovrà essere mantenuto in uno stato di costante pulizia. L'Appaltatore dovrà provvedere allo sgombero dei propri rifiuti anche speciali, tossici e/o nocivi con le modalità previste dalla normativa vigente e dei materiali non utilizzati o derivanti dalle proprie lavorazioni al termine di ogni intervento e/o giornata lavorativa. In caso di necessità la Direzione Lavori si riserva di disporre la pulizia del cantiere; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore. La Direzione Lavori potrà, se ritenuto necessario, chiedere l'intervento nel cantiere di una impresa specializzata. Le spese saranno addebitate all'Appaltatore.

All'Appaltatore potrà essere richiesto nel corso dei lavori lo spostamento delle installazioni di cantiere per consentire la realizzazione di eventuali opere accessorie; ciò senza che l'Appaltatore possa pretendere alcun indennizzo e/o variazione dei termini contrattuali. Sono comprese nell'offerta la pulizia ordinaria del cantiere, durante tutto il corso dei lavori e la pulizia finale generale del cantiere da effettuarsi prima della consegna di ogni zona ed all'ultimazione dei lavori.

20.30. Analisi e misure dei materiali.

Nel corso delle attività di Direzione Lavori, il Direttore Lavori, quando necessario per l'effettuazione di un controllo, di una verifica del raggiungimento di specifici valori prestazionali, di un'analisi di materiali presenti o da porsi in opera, indicherà quale strumento di misurazione dovrà essere utilizzato e con quale livello di precisione. In tal caso l'Appaltatore o il professionista a cui l'Appaltatore si rivolgerà per l'esecuzione di tali prove, misurazioni, analisi dovrà:

- fornire anticipatamente informazioni alla Direzione Lavori sul tipo e caratteristiche dello strumento che

intende utilizzare richiedendo benessere;

- fornire evidenze dell'avvenuta taratura dello strumento non oltre 1 anno prima dell'utilizzo (certificati di taratura, meglio se emessi da centri di taratura accreditati SIT o dichiarazioni scritte sulle modalità utilizzate per la taratura interna e la data in cui è stata effettuata);
- dare evidenza che l'operatore addetto all'uso sia idoneo e abilitato all'uso dello stesso.

Gli oneri, derivanti dall'utilizzo di personale e mezzi, per l'esecuzione di ogni prova, misurazione o analisi richiesta dalla Direzione Lavori al fine della verifica della adeguatezza e rispondenza al progetto delle lavorazioni eseguite o dell'adeguatezza dei materiali presenti o da porsi in opera sono ad esclusivo carico del Appaltatore. Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di analisi e catalogazione dei materiali e gli oneri di smaltimento in discarica dei rifiuti.

Sono a carico dell'Appaltatore le analisi sui materiali provenienti da operazioni di scavo inerenti al presente appalto nonché le analisi sui materiali derivanti da altri cantieri dell'Ente Appaltante prima del loro riutilizzo nell'ambito del presente appalto.

20.31. Estensione temporale degli obblighi

Tutti gli obblighi suddetti fanno carico all'Appaltatore fino all'emissione del certificato di collaudo dei lavori ed anche nei periodi di sospensione degli stessi.

20.32. Obblighi di comunicazione per interferenze con altri appalti

L'Appaltatore ha l'obbligo di tenere costantemente informata la Committente, anche per il tramite del DL, circa i tempi di avanzamento del cronoprogramma dei lavori, segnalando preventivamente e tempestivamente tutte le eventuali circostanze, anche dipendenti da altri appalti in corso, che possano interferire negativamente sul rispetto delle tempistiche intermedie e finali dell'appalto.

20.33. Norme sopravvenute

Sono infine a carico e cura dell'Appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute, senza che l'Appaltatore abbia alcunché a pretendere, a titolo alcuno.

21. CORRETTA ESECUZIONE DELLA PISTA DA SKATEBOARD

L'opera oggetto consiste nella costruzione di una pista da skateboard nel comune di Livorno, presso l'area della Rotonda di Ardenza e sarà formata da elementi verticali, orizzontali, curvilinei ed inclinati alla quale si aggiungono gli elementi di fondazione e contenimento, la formazione di terrapieni e scarpate al fine di dissimulare i dislivelli formati.

La particolare tipologia di opera richiede l'impiego di imprese per la costruzione dotate di qualificazioni specifiche. Il getto di strutture in calcestruzzo armato con pendenze e curvature adatte alla pratica dello

skateboarding deve prevedere l'impiego di operai specializzati e di imprese che abbiano già eseguito con successo tale tipologia di intervento.

L'opera deve essere eseguita a regola d'arte: in particolare qualora la lisciatura dell'impianto non risulti sufficientemente regolare ed idonea alla pratica sportiva secondo il tecnico specialista incaricato del controllo dell'opera, esso deve essere demolito e realizzato nuovamente in conformità con le prescrizioni evidenziate. Allo stesso modo qualora la forma delle superfici presenti una modellazione imperfetta ed una geometria difforme da quanto indicato dalle specifiche esecutive di progetto, ed essa venga individuata come penalizzante dal tecnico incaricato, viene prevista la demolizione e una nuova formatura e lisciatura del settore interessato. Inoltre il posizionamento dei profilati in acciaio all'interno dei getti, gli elementi metallici degli scarichi delle acque ed eventuali giunti di dilatazione devono essere conformi alle specifiche di progetto e rispettare i parametri indicati; essi saranno soggetti a demolizione e ripristino dei settori di getto contigui alla posizione dell'elemento qualora si riscontrino problemi per lo scorrimento delle ruote dello skate.

La realizzazione dei piani deve prevedere una pendenza minima di 1% tale da garantire il completo smaltimento delle acque meteoriche ed evitare qualunque formazione di ristagni, consentendo un regolare re-flusso o verso lo scarico centrali o verso le aree esterne a verde.

Vengono qui descritte le principali lavorazioni costituenti l'opera da realizzare, esposte nella sequenza temporale delle diverse fasi di esecuzione in opera.

21.1. Pulizia e scavi

All'inizio dei lavori l'impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione. Essendo l'area predisposta alla pista limitrofa ad alberature ma priva di folta vegetazione, si effettuerà uno scavo di dimensione totale della pista disposto per accogliere gli elementi di sostegno ed i riporti di terra successivi.

21.1.1. Modalità esecutive

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, con ausilio di mezzi meccanici. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori. I materiali di risulta dovranno essere collocati in un'area del cantiere e verranno utilizzati per la successiva fase di rinterro.

21.2. Scarico delle acque meteoriche

Sarà effettuato uno scavo opportunamente dimensionato per lo scarico a perdere nel terreno delle acque meteoriche. Il pozzetto in cls prefabbricato delle dimensioni di 80x80x80 sarà posto all'esterno della pista collegato da un tubo di PVC delle dimensioni di 200mm ad un pozzetto prefabbricato in propilene

30x30x30 interno alla pista posto nella parte più profonda della zona Bowl. Solo alla fine dei getti sarà posta la piastra metallica forata appositamente ad uso caditoia che dovrà essere complanare al getto di finitura.

21.2.1. Modalità esecutive

I pozzetti devono essere posizionati nei punti indicati nelle piante di progetto al di sotto della quota del getto. La parte superiore del tombino viene realizzata con una piastra metallica di dimensione 30x30cm e di spessore 5mm, opportunamente lavorata per favorire il flusso delle acque meteoriche e allo stesso tempo favorire lo scorrimento delle rotelle dello skateboard.

21.2.2. Consolidamento terreno e stesura magrone

L'impresa dopo aver effettuato lo scavo di sbancamento dovrà ricoprire l'area con un ghiaione di sottofondo, per un'altezza fino a 10 cm. In seguito verrà steso uno strato di magrone con la funzione di basamento delle murature perimetrali e di fondamenta per le sopraelevazioni.

21.2.3. Murature di contenimento, strutturali e riempimenti.

Per ricavare le forme sopraelevate e per sostenerle strutturalmente sarà necessario costruire delle murature in calcestruzzo armato che saranno riempite con del pietrisco e terra fino ad ottenere le forme grezze di tutte le strutture fuori terra. Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente rullato o costipato in modo da sostenere i getti di calcestruzzo finito.

Inoltre in questa fase saranno formate le ripe di terra addossate alle murature di contenimento .

21.3. Casseforme e centinatura

La impresa dovrà fornire il materiale adeguato e realizzare le casseforme per la delimitazione e il contenimento di diversi settori di getto con le specifiche di pendenze e curvature indicate negli elaborati di progetto.

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite in legno con pannelli e/o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controvenate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante il getto.

Le centine sagomate saranno ricavati da pannelli di legno idoneo per mezzo di taglio a controllo numerico. Sarà necessario seguire le misure e curvature dei disegni esecutivi. La posa delle centine dovrà tenere conto della ripresa tra un getto di calcestruzzo e il suo successivo contiguo.

Le casseformi saranno realizzate tenendo conto delle pendenze di scolo della pavimentazione sottostante

21.3.1. Modalità esecutive

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere regolare ed esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea.

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.

21.4. Ferro d'armatura

Il ferro tondo di armatura sarà fornito dall'Impresa, utilizzando barre e reti elettrosaldate ad aderenza migliorata del tipo B450C.

Le barre avranno un diametro di 10mm mentre le reti avranno un diametro di 8mm e una maglia di 20x20cm.

21.4.1. Modalità esecutive

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.

Le barre e le reti dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Le barre verranno usate per i settori con curvature complesse a formare celle di dimensioni massime 30x30cm. Le reti elettrosaldate verranno utilizzate per armare le porzioni piane e quelle a curvatura più semplice.

In ogni caso il ricoprimento in calcestruzzo dei ferri non dovrà essere inferiore ai 3cm dal filo esterno delle barre di armatura.

Sarà necessario predisporre una porzione di rete o di barre sopravanzanti il cassero in modo da fornire la ripresa mediante legatura della rete o delle barre del getto successivo.

21.5. Profilati in acciaio

Tubolari metallici e scatolati verranno forniti dall'impresa ed utilizzati in parziale inglobamento nel getto ad una profondità media di 20cm per creare particolari strutture all'interno della pista.

I materiali utilizzati saranno normali profilati in acciaio al carbonio; tubi di diametro 60mm e spessore 4mm e scatolati di dimensione 60x120x4, angolare a "L" 50x50x4.

21.5.1. Modalità esecutive

I tubi in acciaio verranno usati come coping e posizionati sul bordo superiore del getto delle vasche a realizzare una sporgenza rispetto al piano inclinato della vasca e al piano dei terrazzi, compresa tra un minimo di 6mm e un massimo di 11mm.

Per quanto riguarda le porzioni curve, i tubi dovranno essere opportunamente calandrati secondo i disegni di progetto. Tutti i tubi posizionati attorno alle vasche e gli angolari posti sugli spigoli dei muretti dovranno presentare delle zanche poste ad un intervallo medio di 60cm. Le zanche andranno opportunamente saldati con le armature sottostanti.

21.6. Calcestruzzo

L'impresa si occuperà della fornitura e della posa del calcestruzzo secondo le indicazioni presenti negli elaborati di progetto.

I getti di calcestruzzo verranno effettuati a settori. Per i getti delle superfici sia piane che curve dovrà essere impiegato un calcestruzzo preconfezionato pompabile, di Rck 35, con inerti di dimensione massima di 35mm, ed un contenuto di cemento pari o superiore ai 400kg/mc, inoltre esso dovrà avere caratteristiche di plasticità e selezione granulometrica adatte al particolare tipo di lavorazione.

Il calcestruzzo dovrà essere privo di additivi che ne alterino la maturazione naturale. Modalità esecutive

I getti saranno divisi per settori caratterizzati da specifiche curvature ed inclinazioni secondo le tavole di progetto; verranno effettuati in due differenti fasi, si realizzeranno prima tutti i getti inclinati e curvi, successivamente si getteranno i piani sopraelevati ed infine la pavimentazione. Secondo questo schema viene ottimizzata la logistica di cantiere per gli spostamenti dei mezzi e degli operai.

Nei getti finali di tutte le pavimentazioni piane dovranno essere realizzate le spiovenze necessarie per lo scarico delle acque meteoriche.

I getti piani avverranno tramite la fornitura con betoncar dotata di pompa e tubazione manovrabile a mano. Tramite l'utilizzo della pompa il cls verrà inserito nelle apposite casseforme;

I bordi liberi delle superfici di getto devono essere opportunamente rifinite con gli appositi attrezzi al fine di evitarne la rottura e l'insorgere di fessurazioni ed infiltrazioni.

21.7. Lisciatura del calcestruzzo

I getti di calcestruzzo saranno lisciati dentro i casseri in due diverse modalità: i getti inclinati e curvi, saranno lisciati interamente a mano fino ad ottenere un grado di finitura che soddisfi i requisiti minimi richiesti e supervisionati dal tecnico. I getti piani verranno lisciati per mezzo di lisciatrici ad elicottero. Entrambi i getti saranno protetti con quarzatura a spolvero.

Per quanto riguarda i getti curvi, la squadra preposta al lavoro dovrà o avere esperienza maturata con altre piste da skateboard oppure dovrà essere affiancata da almeno un professionista che abbia realizzato un altro impianto.

21.8. Trattamento del calcestruzzo

21.8.1. Caratteristiche dei materiali

L'impresa si occuperà della fornitura e della posa di un trattamento per l'impregnazione con un agente sigillante e curante di tipo silicio liquido per l'impregnazione, la colorazione, la protezione e la durabilità delle superfici in calcestruzzo esposte all'usura.

21.8.2. Modalità esecutive

Il prodotto sarà applicato secondo le indicazioni fornite dal marchio. Potranno essere rese necessarie più applicazioni.

22. NORME TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI – RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

22.1. NORME CEI – NORME PER IMPIANTI ELETTRICI

<i>Criteria di progetto e documentazione</i>	
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
<i>Quadri elettrici</i>	
EN 61439-1 (CEI 17-113)	"Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

22.2. RETE ELETTRICA DEL DISTRIBUTORE E ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI

<i>Connessione impianti</i>	
CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
<i>Cavi, cavidotti ed accessori</i>	
CEI 20-65	Cavi elettrici con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.
CEI UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI UNEL 35024/2	Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
CEI UNEL 35364	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
CEI 20-67	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 64-14	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

22.3. SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI

CEI 81-5	Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
CEI 37-8	Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistema di bassa tensione – Prescrizioni e prove
CEI 81-10/1- 2-3- 4 2013	Protezione contro i fulmini. Principi generali. Valutazione del rischio. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

22.4. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

CEI 110-26	Guida alle norme generiche EMC
CEI 210-64	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche – Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.

22.5. NORME UNI

UNI 11248 2016	Illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI 13201-2 2016	Illuminazione stradale: Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI 13201-3 2016	Illuminazione stradale: Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI 13201-4 2016	Illuminazione stradale: Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

22.6. LEGGI E DECRETI

Legge n° 186 01.03.1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, macchinari ed impianti elettrici ed elettronici.
D.M. 16.02.1982	Modificazioni del DM 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
D.M. 10.03.1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro

D.M.	28.09.2002	Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private
DPR 462	22.10.2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
DM n° 37	22.01.2008	Norme per la sicurezza degli impianti (ex legge 46/90)
Legge n° 207	2010	Legge quadro in materia di lavori pubblici
DLgs n° 81	09.04.2008	"Testo sulla sicurezza sul lavoro" – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
DM	27/09/2017	Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica
LR Emilia Romagna	18/06/2007	Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici

23. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

23.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti.

Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate.

Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m.

23.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente Sezione, si applicano

solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purchè:

- tali parti metalliche risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di alimentazione per quanto concerne i distanziamenti di sicurezza che devono essere osservati dagli operatori in occasione di interventi sugli impianti.

23.2.1. PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove

R_E = è la resistenza del dispersore in ohm;

I_{dn} = è la corrente nominale differenziale in ampere;

U_L = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari)

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Non è necessario collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.), che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto di illuminazione esterno.

23.2.2. PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE

Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Per le condutture elettriche si veda l'articolo 413.2. Ai fini di questo articolo si devono utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV.

23.3. PROTEZIONE COMBINATA I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

In ambienti particolari, caratterizzati da elevato rischio di folgorazione (es.: piscine), si fa ricorso a sistemi di categoria 0 (bassissima tensione) tipo SELV, PELV o FELV che garantiscono una protezione combinata contro contatti diretti ed indiretti.

Si fanno in merito le seguenti prescrizioni:

- Nei circuiti SELV la tensione non sia superiore a 50 V se in alternata e 120 V se in continua. La sorgente sia costituita da un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6 o da sorgenti con grado di sicurezza equivalente. I circuiti e le relative masse non devono avere punti a terra e devono essere adeguatamente separati da altri circuiti (posa su condutture separate o provvedimento equivalente). Se la tensione è inferiore a 25 V in alternata o 60 V in continua non è necessario provvedere a protezioni contro i contatti diretti;
- Nei circuiti PELV a parte la necessità di prevedere un punto a terra per motivi funzionali devono essere rispettate tutte le indicazioni prescritte per i circuiti SELV;
- Nei circuiti FELV (circuiti in bassa tensione non SELV e non PELV) deve essere garantita la protezione contro i contatti diretti. In particolare, la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata dalla protezione del circuito di alimentazione del primario del trasformatore.

23.4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI

La protezione contro le sovracorrenti di ogni conduttura deve essere garantita da dispositivi automatici che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si producano sovraccarichi o cortocircuiti (a meno che la sorgente di alimentazione non sia in grado di fornire correnti superiori alla portata della conduttura).

Tutte le protezioni di massima corrente ed eventuali interruttori non automatici di sezionamento dovranno essere coordinate tra loro.

Inoltre i vari dispositivi di interruzione dovranno risultare, per quanto possibile, selettivi fra loro in modo tale da limitare il disservizio all'utente in caso di guasto.

I calcoli di verifica delle protezioni, del loro coordinamento e selettività dovranno essere presentati alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

23.4.1. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Per la protezione contro i sovraccarichi, la corrente nominale del dispositivo automatico deve essere compresa tra la corrente di impiego del circuito e la portata del cavo; la corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico non deve essere superiore a 1.45 volte la portata del cavo. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi possono essere installati lungo la conduttura se a monte non vi sono prese e derivazioni o se non attraversa luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione e se sono rispettate le condizioni appena descritte per tutta la conduttura (a monte ed a valle).

La protezione contro i sovraccarichi deve essere omessa quando l'apertura intempestiva del circuito può essere causa di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

23.4.2. PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Per la protezione contro i cortocircuiti, il dispositivo di protezione deve avere potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito nel suo punto di installazione ed in caso di cortocircuito deve limitare la sollecitazione

termica sulla conduttura protetta entro limiti ammissibili. I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura imtempistica del circuito è fonte di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

Non è necessario proteggere contro il cortocircuito derivazioni di lunghezza non superiore a 3 m purché sia ridotto al minimo il rischio di cortocircuito, non siano in vicinanza di materiali combustibili (ad esempio cavi entro tubo) e non ci si trovi in luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione.

Ogni circuito (o gruppi di circuiti) deve poter essere sezionato dall'alimentazione per permettere di eseguire lavori su o in vicinanza di parti in tensione. Il sezionamento deve essere realizzato con dispositivi multipolari e deve riguardare anche il neutro se distribuito.

24. IMPIANTI ELETTRICI E PRESCRIZIONI COMUNI

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Come già detto le prescrizioni del presente documento vanno intese come integrative e/o complementari a quanto rappresentato negli elaborati di progetto, salvo diversamente indicato.

24.1. QUADRI DI BT

I quadri elettrici saranno costruiti e verificati in conformità alla norma CEI EN 61439 e alla norma CEI 23-51.

Saranno realizzati in materiale termoplastico con sistema modulare in classe II e dovranno possedere un grado di protezione non inferiore a IP55, secondo la Norma CEI EN 60259; tenuta all'impatto minimo 20 J secondo CEI EN 60439-5. A sportelli aperti le parti interne del quadro avranno grado di protezione almeno IP20.

Gli involucri saranno marcati internamente in modo chiaro ed indelebile su apposita targhetta identificativa l'anno di fabbricazione, la denominazione del modello, il nome o marchio del costruttore, il numero di serie, marcatura CE, il grado di protezione IP e l'isolamento.

Internamente agli involucri dei quadri sarà posizionata una busta porta documenti contenente:

- dichiarazione di conformità;
- rapporto di prova;
- schema elettrico unifilare e funzionale completo di siglatura conduttori e morsetti;
- caratteristiche tecniche componenti;
- manuali di uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- targa di avviso riportante la scritta "LAVORI IN CORSO – NON EFFETTUARE MANOVRE".

I quadri di comando saranno ubicati in posizioni centrali al fine di avere più linee radiali partenti dallo stesso per un migliore sezionamento degli impianti.

Le apparecchiature contenute saranno montate e cablate secondo quanto previsto dalle relative normative in vigore e tenendo conto di determinati requisiti tecnici, quali:

- sollecitazioni meccaniche e termiche;

- scelta di apparecchi incorporati in virtù del comportamento termico e del potere di interruzione;
- soluzioni che consentano di rispettare i limiti di sovratemperatura;
- caratteristiche nominali del quadro.

Le apparecchiature saranno raggruppate nei singoli elementi della struttura costituente il quadro elettrico secondo un nesso logico corrispondente agli schemi elettrici (o schemi a blocchi) indicati in fase di progettazione esecutiva.

I collegamenti ausiliari e di potenza saranno eseguiti in corda di rame flessibile od in sbarre di rame isolate con sezione adeguata alla portata massima nominale degli interruttori relativi. I supporti dovranno essere previsti per sopportare la massima corrente di picco verificabile. Le morsettiere dovranno essere ampiamente dimensionate, raccolte nel quadro, ad una altezza tale da consentire una comoda ed ordinata introduzione dei cavi esterni ed un razionale allacciamento e dovranno essere numerate con rispondenza agli schemi. Tutti i terminali di qualsiasi conduttore (ausiliari o di potenza) dovranno essere chiaramente contraddistinti da testafili numerati con corrispondenza allo schema funzionale.

Tutti i quadri elettrici saranno provvisti di:

- sezionatore generale a monte: interruttore generale onnipolare magnetotermico con potere di interruzione idoneo adatto alla protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, da posizionare all'ingresso dei cavi in uscita dal contatore di energia;
- strumento di misura multifunzione;
- un interruttore differenziale regolabile autoripristinante per ogni linea partente: interruttore differenziale generale di tipo A con sensibilità regolabile in tempo e corrente, con toroide separato da collegare al sezionatore generale;
- interruttori magnetotermici unipolari posti su ogni fase in uscita;
- contattori occorrenti;
- comandi per manuale-automatico;
- orologio astronomico con regolazione ora legale automatica;
- etichette serigrafate con le indicazioni occorrenti.

Il grado di protezione degli interruttori non potrà essere inferiore a 6 kA. Gli interruttori differenziali dovranno essere del tipo regolabile ed autoripristinanti, di norma tarati a 500 mA.

24.1.1. ARMADI STARDALI

I quadri elettrici saranno contenuti in armadi completamente chiusi, realizzati in SMC (vetroresina) a doppio isolamento, autoestinguente, con resistenza meccanica secondo norme DIN VDE 0660 parte 503 ed IEC 60439-5, muniti di sportello anteriore cieco con serratura unificata per il comparto ENEL cifra 12 e per il quadro di comando cifra 21.

Gli armadi saranno sopraelevati da terra per almeno 20 cm mediante basamenti in calcestruzzo. Nel basamento sarà annegato il telaio per l'ancoraggio dell'armadio (l'armadio non potrà essere tassellato sul basamento stesso). L'accesso all'armadio dovrà sempre essere pavimentato, privo di zone avvallate per evitare possibili ristagni d'acqua e di fango, ben percorribile.

Si dovranno posare, di fronte al basamento e con esso comunicanti, due pozzetti separati, l'uno per l'ingresso dei cavi ENEL, l'altro per l'uscita delle linee di alimentazione degli impianti.

Le tubazioni interrate entranti nelle carpenteria saranno sigillate mediante schiuma poliuretana al fine di prevenire la formazione di condensa interna una volta ultimato il cablaggio dell'impianto.

24.1.2. CABLAGGIO

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, rispondenti alle norme CEI 20-22 e 20-38 tipo FS17 o equivalenti. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale I_n dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego I_b della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm².

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

I cavi dei circuiti di potenza allacciati direttamente ai morsetti degli interruttori dovranno essere opportunamente ancorati su guide e/o supporti ogni 25-30cm; i cavi dei circuiti ausiliari dovranno essere posati su cavidotti separati distinti per i vari sistemi.

24.1.3. MORSETTIERE

Le morsettiere saranno in melamina, di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori. Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

24.1.4. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati.

Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione ≥ 16 mmq.

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhio.

24.1.5. RISERVA

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno 20-25%.

24.1.6. MARCATURE

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e saranno del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

24.1.7. ACCESSORI

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led pre-assemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere > 100 mmq con un angolo di emissione di almeno 140° ;
- schema elettrico unifilare, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro o entro apposito armadietto nel caso di quadri di cabina;
- targa di identificazione del quadro;
- targa del Costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI 17-6 e fissate con viti e/o rivetti;
- targhette di identificazione dei vari circuiti in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestingente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo VDR h=17

mm) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;

- schema sinottico sul fronte del quadro con listelli in plexiglass dei seguenti colori (salvo diversa indicazione della DL):
 - blu/azzurro: reti impianti di illuminazione e FM;
 - verde: reti impianti sotto continuità assoluta;
 - giallo: reti impianti di illuminazione di sicurezza;
 - nero: alimentazione da gruppo elettrogeno.
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione.

24.1.8. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI

Prove presso il costruttore

Le prove in officina presso il Costruttore dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dalla norma CEI 17-113. Esse consisteranno nelle seguenti prove di accettazione:

- verifica dati di targa e caratteristiche nominali;
- esame a vista per quanto riguarda:
 - tipologia e classificazione del quadro;
 - grado di protezione esterno (incluso il fondo) e interno (tra le celle);
 - protezione contro contatti diretti e indiretti
 - provvedimenti contro il guasto interno;
 - verifica cablaggio (tipologia dei conduttori e delle morsettiere);
 - verifica serraggio conduttori;
 - identificazione delle apparecchiature interne, dei conduttori, dei terminali e delle morsettiere,
 - identificazione e/o segnalazione di apparecchi che possono mantenere cariche pericolose dopo il loro sezionamento
 - provvedimenti per una corretta aerazione delle apparecchiature di protezione;
 - verifica taratura interruttori e fusibili di protezione
 - verifica sezioni sbarre, conduttori, giunzioni, isolatori, ecc.;
 - verifica dimensionale (conformità ai disegni costruttivi);
- conformità al progetto;
- esame a vista dei collegamenti di terra;
- verifica funzionale degli interblocchi meccanici (eventuali);
- prova di tensione applicata a frequenza industriale del circuito principale;
- prova di tensione applicata dei circuiti ausiliari e di comando;
- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- prove di funzionamento meccanico;

- prova dei dispositivi ausiliari elettrici;
 - circuiti di apertura e chiusura;
 - carica molle (eventuale);
 - lettura e controllo strumentazione;
 - protezioni;
 - verifica cablaggio contatti ausiliari;
 - verifica interblocchi elettrici;
 - verifica segnalazioni luminose di "stato" e di "allarme";
- verifica di continuità del circuito di protezione e relativo dimensionamento.

Prove di accettazione in cantiere

I quadri di BT consegnati in cantiere dovranno essere provvisti di certificato di collaudo in officina che attesti le prove e le verifiche delle prestazioni richieste indicate negli elaborati di progetto. La presenza di tale documento è una delle condizioni essenziali per l'accettazione in cantiere. Copia del certificato dovrà essere consegnata alla DL mentre l'originale dovrà essere conservato dall'installatore e consegnato con la documentazione finale di tutti gli impianti.

Prima della fase di accettazione dovranno essere eliminate tutte le anomalie eventualmente riscontrate nel collaudo in officina che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame della documentazione redatta dal costruttore;
- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato dell'apparecchiatura con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili quali ammaccature, e aggiustamenti non conformi a quanto esaminato o precedentemente concordato con il costruttore.

Prove e controlli iniziali

Dopo la posa in opera e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti;
 - la corretta identificazione dell'apparecchiatura;
 - il corretto collegamento dei circuiti di potenza e ausiliari completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
 - la pulizia da polvere e rimasugli di lavorazione in ogni parte interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- prova di tenuta di tutti i serraggi e collegamenti di potenza e ausiliari;
- prova di tenuta in tensione alla frequenza industriale (qualora il quadro sia stato ri-assemblato a seguito del trasporto in cantiere);

- esame e regolazione delle tarature dei dispositivi di protezione di ciascun interruttore sulla base degli assorbimenti di corrente delle apparecchiature installate a valle ovvero della relazione di calcolo sulle linee;
- analisi della selettività dei dispositivi di protezione.

Successivamente alla messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- funzionamento delle segnalazioni ottiche;
- funzionamento degli ausiliari;
- prova di sgancio di emergenza;
- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali alla corrente di guasto I_{dn}
- verifica di congruità con gli schemi costruttivi.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

24.2. CONDUTTORI, CAVI E ACCESSORI

24.2.1. POSA DEI CAVI ENTRO PASSERELLE O CANALIZZAZIONI

I cavi entro le passerelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi la sezione dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1). Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

- due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;
- una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo massimo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi saranno di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

I cavi di tipo ad isolamento minerale posati direttamente in vista senza ausilio di cavidotti dovranno avere percorsi rettilinei; i percorsi a soffitto dovranno seguire, per quanto possibile, l'andamento delle pareti. Il fissaggio dovrà essere effettuato con appositi cavallotti disposti ogni metro ovvero, nel caso di strutture aventi rilevanza estetica e/o artistica, mediante legature con filo di rame e appositi fissaggi da definire in sede DL.

24.2.2. POSA DEI CAVI INTERRATI

La posa di cavi interrati dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme CEI 11-17 e CEI 306-9.

I cavi interrati dovranno essere posati entro tubazioni o cunicoli predisposti allo scopo e idonei a sopportare sollecitazioni esterne.

La temperatura di posa non dovrà essere inferiore a 0° C per cavi isolati in PVC e -25° C per cavi isolati in materiali elastomerici.

In relazione alle tipologie di cavo posato, lo sforzo di tiro applicabile alla testa dello stesso dovrà variare con parametri adeguati a quanto comunicato dal Costruttore del cavo stesso.

La forza di trazione necessaria durante l'infilaggio di cavi in rame dovrà essere esercitata sui conduttori e non sull'isolamento e non dovrà essere maggiore di 60 N/mm²; parimenti per cavi a fibra ottica i valori di sforzo dovranno essere compresi tra 15 e 20 N.

Per garantire un'azione di tiro costante e senza strappi si dovrà effettuare tale operazione mediante argani a controllo di trazione con velocità di posa variabile da 5 a 20 m/min; inoltre per facilitare tali operazioni dovranno essere utilizzati appositi rulli che permettano di ridurre lo sforzo, garantire il raggio minimo di curvatura del cavo, raccordare i cambi di livello ed evitare danneggiamenti o malformazioni all'isolamento e al conduttore.

Qualora non sia possibile posare l'intera pezzatura da un capo dell'intera tratta di cavidotto, le operazioni di installazione si dovranno svolgere in due fasi con la posa di parte della pezzatura in un senso, svolgimento a terra a forma di "8" della parte rimanente del cavo e successivo infilaggio nella tubazione in senso opposto.

In presenza di incroci con cavi di altri servizi, i cavi di energia dovranno essere posati inferiormente ai cavi di telecomunicazione.

La posa di cavi di energia in tubo isolante e in vicinanza di altri cavi interrati direttamente nel sottosuolo, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante, dovrà rispettare le seguenti distanze (misurate sulla proiezione delle condotte sul piano orizzontale):

- $\geq 0,3$ m negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 0,3$ m in caso di percorsi paralleli tra cavi di energia e di telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 1,0$ m in caso di vicinanza a serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili;
- $\geq 0,5$ m negli incroci o percorsi paralleli con tubazioni di gasdotti interrati .

In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati le tubazioni metalliche dovranno distare almeno 1,0 m dal punto di incrocio oppure dovranno essere predisposte delle protezioni isolanti rigide (calcestruzzo leggermente armato, separatori non metallici rigidi).

24.2.3. MARCATURA CAVI

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-sigliati o termorestringenti.

24.2.4. CONNESSIONI TERMINALI

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Le terminazioni degli impianti in fibra ottica dovranno essere ubicate in locali protetti e comunque in ambienti a umidità controllata e non soggetti alle intemperie.

24.2.5. DESIGNAZIONE DEI CAVI

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo FG17 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mmq, tensione nominale 450/750V
- cavo FG16R16 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV
- cavo FG16OM16 0,6/1 kV 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV

24.2.6. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI

Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili;

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti;
 - il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- prova di tenuta di tutti i serraggi e connessioni;
- prova di tenuta in tensione dei cavi di MT;
- misura della resistenza d'isolamento dei cavi BT.

Successivamente alla alimentazione e messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- misure di impedenza dell'anello di guasto e relativo valore di corrente di c.to c.to effettuate sia sul quadro generale di BT che a valle dei circuiti più rappresentativi definiti dalla DL e nelle diverse condizioni di alimentazione (da rete normale e da rete di emergenza);
- verifica di rispondenza dei circuiti alle denominazioni presenti nei quadri elettrici.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

24.3. CAVIDOTTI, CASSETTE, SCATOLE DI DERIVAZIONE, POZZETTI INTERRATI

24.3.1. CANALI POSACAVI

Il dimensionamento dei canali posacavi dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare; la distanza tra canali sovrapposti dovrà consentire l'agevole posa dei cavi, sia in corso di esecuzione del lavoro sia successivamente.

I canali posacavi saranno costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

I sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti.

Per la separazione tra reti diverse potranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori saranno provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

Non è consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Qualora fossero verniciati con polveri in resina epossidica, saranno corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su canali posacavi metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata al canale e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune. Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura.

I fori e le asolature effettuate per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Le staffe e le mensole saranno opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita è di 2000 mm e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Le curve, le derivazioni, le calate, gli incroci e i cambi di quota saranno possibilmente del tipo prestampato, ciò per evitare il più possibile i tagli sul canale o passerella base. Nel caso di passerelle in filo d'acciaio, i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo; non è consentito pertanto la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.

La verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche con il colore che sarà concordato in sede di DL.

24.3.2. TUBAZIONI PIEGEVOLI IN MATERIALE TERMOPLASTICO

Tutte le tubazioni saranno conformi alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi. In conformità alle norme CEI 23-39 allegato A, dovranno avere una classificazione non inferiore a 3321. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

24.3.3. TUBAZIONI RIGIDE IN MATERIALE TERMOPLASTICO

Tutte le tubazioni saranno conformi alle tabelle CEI-UNEL e alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi; in conformità alle norme CEI 23-39 allegato A dovranno avere una classificazione non inferiore a 3321.

Il fissaggio in vista alle pareti dovrà essere eseguito impiegando cavallotti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto.

Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m.

Negli impianti incassati, le giunzioni tra tubi dovranno essere eseguite mediante manicotti.

24.3.4. TUBAZIONI METALLICHE RIGIDE

I tubi saranno del tipo "Mannesmann" senza saldatura, conformi alle tabelle UNI 8863 (ex 3824) zincati a caldo secondo le tabelle UNI 5745, ovvero del tipo elettrosaldato zincato secondo procedimento Sendzimir, conformi alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi; in conformità alle norme CEI 23-39 allegato A dovranno avere una classificazione non inferiore a 4421.

Le eventuali saldature dovranno essere realizzate con procedimenti che assicurino l'eliminazione di sbavature interne.

Nel caso di tubi di tipo elettrosaldato, l'accoppiamento con cassette, quadri, apparecchiature e la giunzione tra tubo e tubo dovrà avvenire con raccordi tali da non richiedere la filettatura del tubo stesso e garantire la tenuta meccanica e il grado di protezione richiesto.

I sostegni saranno dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

24.3.5. CAVIDOTTI E POZZETTI DI DERIVAZIONE

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno rispettate le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- . fornitura e posa, nel n numero stabilito dal disegno, di tubazioni flessibili in polietilene alta e bassa densità autostinguente a doppia parete, con resistenza meccanica allo schiacciamento di 750N, secondo le norme CEI 23-8. La posa delle tubazioni verrà eventualmente eseguita mediante impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o due impronte. Detti elementi saranno posati ad una interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento dello stesso nel cassonetto. La profondità di posa delle tubazioni sarà conforme al disposto della norma CEI 11-17 "Linee in cavo". Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.
- . formazione di letto in magrone da cm. 10 (superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua) e superiore cassonetto di almeno cm. 30 in sabbia lavata, a protezione delle tubazioni in plastica;
- . riempimento dello scavo con materiali di risulta o con ghiaia naturale. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici, che dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto del magrone;
- . rispetto degli incroci e parallelismi con altre tubazioni metalliche e plastiche;

- . posa in opera di pozzetto di derivazione con riempimento dello scavo con materiale arido accuratamente costipato, e creazione di n. 4 fori passanti sul fondo per drenaggio;
- . segnalazioni diurne durante le lavorazioni per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti;
- . segnalazioni durante le ore notturne di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro sedime stradale. Tale segnalazione dovrà essere di tipo luminoso a fiamma o a sorgente elettrica e dovrà essere tale da evidenziare il pericolo esistente al transito veicolare e pedonale.

24.3.6. PLINTI DI FONDAZIONE PER PALI INFISSI

Nell'esecuzione e/o nella posa dei plinti di fondazione dei pali infissi saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i posizionamenti indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- . formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- . esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- . fornitura e posa, entro il blocco di calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 100 mm. Per il passaggio dei cavi;
- . riempimento dello scavo con materiale arido accuratamente costipato

24.3.7. CURVE E RACCORDI

Tutta la raccorderia dovrà essere del tipo a pressatubo o filettata a seconda dei casi.

I cambi di direzione dovranno essere eseguiti preferibilmente con curve rigide ovvero con curve pieghevoli di produzione standard, costituite da uno spezzone di guaina completo di raccordi per tubo; non sono in nessun caso ammesse curve ispezionabili ad angolo ristretto e nemmeno piegature del tubo se non in casi eccezionali da definire in sede di DL e per angoli superiori a 170°.

I raccordi tubo - guaina dovranno garantire un diametro interno costante per tutta la lunghezza del cavidotto.

Le giunzioni tubo - cassetta dovranno essere effettuate con raccordi predisposti allo scopo atti a garantire il grado di protezione richiesto; non sono ammesse guarnizioni, passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione" ovvero combinazioni di ghiera e contro-ghiera. Il fissaggio del raccordo sulla parete interna della cassetta dovrà essere garantito da una ghiera di tenuta; non è ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

Le derivazioni a T dovranno essere realizzate a mezzo di cassetta di transito; non sono ammesse derivazioni a T del tipo ispezionabile a raggio ristretto.

24.3.8. INSTALLAZIONI PER INTERNO

I cavidotti dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture degli edifici, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali); le curve dovranno avere un raggio tale che sia possibile rispettare, nella posa dei cavi, le curvature minime per essi prescritte.

La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso.

Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

24.3.9. CASSETTE E SCATOLE IN MATERIALE TERMOPLASTICO

I contenitori saranno di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguento ottenuti in unica fusione.

Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi. Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiare in opportune sedi o avere accessori e/o guarnizioni che garantiscano il grado di protezione, la classe d'isolamento prescritta e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

24.3.10. CASSETTE E SCATOLE METALLICHE

Le cassette saranno di costruzione robusta; per la prova di tenuta agli urti saranno considerate "a rischio di pericolo meccanico elevato".

Le superfici interne saranno trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

L'interno delle scatole dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Dovranno inoltre essere dotate all'interno e all'esterno di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mmq per l'attacco di terra esterno e 2,5 mmq per quello interno; se trattasi di contenitore in lamiera di acciaio inox, i morsetti dovranno essere saldati alla cassetta e completi di viti di fissaggio in acciaio. Inoltre saranno provvisti di alette o piedini esterni per il fissaggio ai sostegni.

Non si dovranno effettuare forature o lavorazioni dopo il trattamento di protezione superficiale. Nell'eventualità di ulteriori lavorazioni si dovrà ripristinare la protezione con verniciatura adeguata.

24.3.11. CASSETTE E SCATOLE METALLICHE RESISTENTI AL FUOCO

Le cassette di derivazione resistenti al fuoco dovranno garantire la continuità di esercizio della linea per almeno 2 ore a 750°C.

Le cassette saranno di costruzione metallica con superfici interne trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

Le morsettiere interne saranno di tipo ceramico e complete di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mmq per l'attacco di

terra esterno e 2,5 mmq per quello interno; saranno inoltre corredate di portafusibile di tipo ceramico completo di fusibile sul conduttore di fase derivato.

I pressacavi saranno di tipo metallico in numero tale da consentire l'ingresso e uscita di conduttori senza effettuare forature o lavorazioni in cantiere.

24.3.12. GUARNIZIONI CASSETTE

Saranno del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

24.3.13. COPERCHI CASSETTE

Saranno rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

24.3.14. MORSETTIERE DI DERIVAZIONE

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere saranno in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali saranno in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie; in ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio del tipo specificato nella parte II del presente capitolato.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

24.3.15. MONTAGGIO E FISSAGGIO CASSETTE

Le cassette dovranno essere montate in posizione accessibile; il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo. Lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche dimensionati per sostenere la cassetta.

24.3.16. MARCATURA

I canali e le cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile con le sigle indicate negli elaborati grafici di progetto; i contrassegni saranno di materiale inalterabile nel tempo e applicati con sistemi che ne garantiscano un fissaggio permanente.

Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata (tipo ET della MODERNOTECNICA dim. 14x19 mm, ovvero 22x40 mm) indicanti il circuito di appartenenza e poste per quanto possibile sul fianco della cassetta, in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico.

I canali dovranno essere invece contrassegnati, almeno ogni 5 m, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la seguente codifica:

- rosso: reti di MT;
- blu: reti di BT;
- giallo: circuiti impianto di illuminazione di sicurezza;
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD);
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata, orologi elettrici;
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.);
- nero: alimentazione da gruppo elettrogeno.

Le targhette o le piastrine dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mmq (dim. 100x50 mm).

Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

Nel caso di impianti interrati, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con simboli o numeri indicati negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

24.3.17. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI

Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
 - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
 - l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
 - l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
 - la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione in ogni parte del sistema di cavidotti.

Successivamente alla installazione dovrà essere effettuata una verifica della continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

24.3.18. APPARECCHI ILLUMINANTI

Tutti gli apparecchi illuminanti di progetto, stradali e non, saranno rispondenti e installati in conformità alla vigente legge nazionale e regionale contro l'inquinamento luminoso.

Tutti gli apparecchi illuminanti avranno le seguenti caratteristiche minime:

- attacco a palo in materiale metallico con inclinazione regolabile con scala graduata ed adattabile per installazione testa-palo e a sbraccio e dotato di mascherina di chiusura;
- presenza di due vani distinti, destinati rispettivamente all'alloggiamento del modulo LED e degli ausiliari elettrici: il vano ausiliari dovrà essere apribile e presentare una piastra porta accessori elettrici asportabile senza utensili;
- alimentatore elettronico ad elevata resistenza alle sovratensioni e picchi;
- fusibile di adeguato valore sulla linea di fase dell'alimentazione installato dal costruttore;
- garanzia minima di 5 anni dalla data di installazione rilasciata dal costruttore.

Per evitare effetti cromatici indesiderati, i diodi LED utilizzati all'interno dello stesso apparecchio dovranno presentare bin con differenza di colore inferiore o uguale a ellissi di McAdam a 3-step.

Gli alimentatori per moduli LED avranno le seguenti caratteristiche minime:

- efficienza alimentatore $\geq 90\%$;
- tensione di funzionamento da almeno 160 Vac a oltre 260 Vac;
- fattore di potenza $> 0,98$;
- temperatura massima di funzionamento superiore a 90°C ;

- protezione da sovratensione e sovratemperatura;
- prova di surge (prova di immunità all'impulso) con valore maggiore o uguale a 5 kV.

25. IMPIANTO DI TERRA E DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE

25.1. INDICAZIONI GENERALI

L'impianto di messa a terra sarà realizzato in conformità alle norme CEI 64-8 cap. 54 e CEI 11-8 nel caso di reti di MT.

L'impianto di terra dovrà essere unico e ad esso dovranno essere collegate tutte le messe a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori e tutte le messe a terra di protezione delle varie parti di impianto.

Si intendono dispersore di fatto anche i ferri di armatura nel calcestruzzo di fondazione, a contatto diretto con il terreno; in questo caso, al fine di poter documentare in maniera adeguata l'impianto realizzato, si dovrà eseguire il rilievo fotografico delle diverse tipologie di giunzione. I diversi punti fotografati dovranno essere indicati nell'elaborato grafico illustrativo dell'impianto di terra.

È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi.

25.2. DISPERSORE DI TERRA

I picchetti che costituiscono il dispersore dovranno essere posizionati entro pozzetti dedicati, ispezionabili, posti ad una distanza minima al di fuori dell'edificio di almeno 1,0 m. Tutti i conduttori in arrivo entro il pozzetto dovranno essere collegati a mezzo capocorda ad occhiello, ad una barra di rame completa di fori filettati, fissata alla parete del pozzetto stesso per mezzo di isolatori; il picchetto dovrà essere collegato alla sbarra di rame mediante corda di rame nudo ovvero cavo N07V-K di sezione uguale al conduttore di collegamento tra i vari picchetti. La giunzione tra picchetto di terra e il conduttore dovrà essere effettuata, previa pulizia delle parti di contatto, mediante morsetti predisposti allo scopo e successiva protezione del tutto con grasso.

La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico o elettrovoltaico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi sia superiore ad almeno 1 m.

La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima al di fuori dell'edificio di almeno 1,0 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultato" del cantiere.

In corrispondenza di giunzioni interrate dovranno essere eseguite opportune protezioni con nastri autoadesivi, autovulcanizzanti e catramate al fine di evitare fenomeni di ossidazione e corrosione nel tempo.

25.3. CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra che collega il dispersore al collettore principale di terra, dovrà essere un'unica corda di rame di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati grafici.

25.4. COLLETTORE (O NODO) PRINCIPALE DI TERRA

Il collettore di terra dovrà essere costituito da una sbarra in rame oppure da morsettiera in ottone nichelato posta in posizione accessibile; dovrà essere meccanicamente robusto e protetto.

Al collettore dovranno poter essere collegati:

- il conduttore di terra (almeno n.2 punti di connessione alla rete di dispersione se trattasi di nodo di cabina MT/BT) posato entro tubazione in PVC annegata nel pavimento;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i centro stella dei trasformatori e degli eventuali gruppi elettrogeni;
- (eventuali) conduttori di terra "di riferimento" per i centri di elaborazione dati.

25.5. GIUNZIONI E CONNESSIONI

Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno o in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo.

Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione.

Per i collegamenti inglobati in strutture in calcestruzzo è consentito solo l'uso di connettori a compressione in rame a C.

I capicorda per le terminazioni di conduttori cordati e i connettori per le giunzioni e le derivazioni saranno del tipo a compressione in rame stagnato.

Tutti i collegamenti effettuati al collettore di terra di cabina dovranno essere effettuati singolarmente per ogni connessione; sono pertanto vietate giunzioni di due o più collegamenti sullo stesso capicorda o sullo stesso bullone di serraggio.

I collegamenti a tubazioni metalliche dovranno essere effettuati mediante collari predisposti allo scopo ed equipaggiati con morsetti a vite per il collegamento del conduttore equipotenziale ad esclusione di fascette stringitubo regolabili.

25.6. PIASTRE DI MISURA EQUIPOTENZIALE

Ove previste, dovranno essere alloggiate entro cassette incassate o comunque protette da coperchio rimovibile mediante uso di attrezzo.

25.7. MARCATURA

Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra.

I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza.

Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e saranno di tipo ad anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-sigliati termorestringenti.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi.

All'interno delle cassette di contenimento dei nodi equipotenziali dovranno trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

25.8. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Tutti gli elementi metallici entranti nell'edificio (tubazione di adduzione acqua, gas, cavidotti) dovranno essere connessi all'impianto di terra a livello del suolo e comunque in prossimità del loro ingresso nell'edificio mediante collettori equipotenziali costituiti da un barra di rame e collegamenti ispezionabili.

Ove richiesta l'ispezionabilità e il sezionamento dei punti di collegamento equipotenziale distribuiti su tutto l'impianto, questi dovranno essere realizzati in modo opportuno utilizzando a seconda dei casi, capicorda ad occhio sui serramenti metallici, cassette da incasso con opportuni morsetti a cavallotto (tipo EQUIBOX serie EB della CDIE) per le tubazioni di adduzione e scarico dei fluidi incassate, morsetti a barra asolata (tipo EQUIBOX serie EBM della CDIE) per i collettori complanari e ogni altro materiale che renda accessibile il collegamento stesso.

I collegamenti sottotraccia o sotto pavimento dovranno essere sempre posati entro cavidotti; non sarà ammessa la posa dei conduttori sotto intonaco o sotto pavimento senza adeguata protezione meccanica.

25.9. PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI

Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme ad eventuali marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Le prove di accettazione consisteranno in un esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie.

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli a campione:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - il corretto collegamento delle masse e masse estranee;
 - verifica del serraggio delle connessioni;
 - la completa identificazione di conduttori e delle puntazze in conformità a quanto indicato nel presente elaborato.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di eventuale documentazione fotografica, data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

26. LAVORI NON INDICATI PRECEDENTEMENTE

Per tutti i lavori ed i magisteri non espressamente indicati, necessari per dare le opere finite in ogni loro parte a perfetta regola d'arte, l'Appaltatore dovrà uniformarsi a tutte le norme vigenti nelle singole specifiche categorie di lavoro, osservando le prescrizioni all'uopo impartite, a termini di legge, dalla Responsabile del procedimento.