

REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108

Responsabile Unico del Procedimento
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania
Ing. Rosario Manzi

Il Concessionario
Acqua Campania S.p.A.
Direttore Generale
Area Tecnica
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)


I Progettisti



Coordinatore responsabile della
Integrazione delle Prestazioni
Specialistiche

0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA			
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
TITOLO : DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE OPERE CIVILI			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A.  FINALCA ingegneria Srl		
Allegato		DIS.02	Revisione:	0	Scala: -

INDICE

1. PREMESSA	12
2. QUALITA' E PROVENIENZA MATERIALI	13
2.1 ACQUA.....	13
2.2 LEGANTI IDRAULICI.	13
2.3 CALCI AEREE -POZZOLANE.	14
2.4 GHIAIE -GHIAIETTI -PIETRISCHI -PIETRISCHETTI -SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	14
2.5 PIETRISCHI -PIETRISCHETTI -GRANIGLIE -SABBIE -ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI.....	15
2.6 GHIAIE -GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI.	15
2.7 CUBETTI DI PIETRA.	15
2.8 CORDONI -BOCCHETTE DI SCARICO -RISVOLTI -GUIDE DI RISVOLTO -SCIVOLI PER ACCESSI -GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE.	15
2.9 SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI.	16
2.10 CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI.	16
2.11 PIETRA NATURALE.....	16
2.12 PIETRE DA TAGLIO.....	16
2.13 TUFI.	16
2.14 MATERIALI LATERIZI.....	17
2.15 MANUFATTI DI CEMENTO.....	17
2.16 MATERIALI FERROSI.	17
2.17 LEGNAMI.	18
2.18 BITUMI -EMULSIONI BITUMINOSE.....	18
2.19 BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI.....	18
2.20 POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA.....	19
2.21 OLII ASFALTICI	19
2.22 MATERIALI PER OPERE IN VERDE.....	20
2.23 TELI DI "GEOTESSILE"	22
3. PROVE DEI MATERIALI	24

3.1	CERTIFICATO DI QUALITÀ.....	24
3.2	ACCERTAMENTI PREVENTIVI.....	24
3.3	PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.....	25
4.	MOVIMENTI DI TERRA	26
4.1	DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.....	26
4.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	26
4.2.1	Diserbamento E Scotciamento	26
4.2.2	Scavi	27
4.2.3	Scavi Di Fondazione	30
4.3	RINTERRI E/O BONIFICHE.....	31
4.3.1	Bonifica.....	32
4.3.2	Rinterri.....	33
4.3.3	Rilevati.....	33
4.3.4	Specifica Di Controllo	62
5.	DEMOLIZIONI	77
5.1	MURATURE E FABBRICATI.....	77
5.2	IDRODEMOLIZIONI	78
5.3	DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	79
6.	MURATURE	81
6.1	MURATURE DI MATTONI	81
6.2	MURATURE DI PIETRAME A SECCO.....	81
6.3	MURATURE DI PIETRAME E MALTA	82
6.4	MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAME ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO)	84
6.5	MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO	85
7.	MALTE.....	87
8.	INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO	88
9.	INTONACI ESEGUITI A MANO	89
10.	INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)	90

11. APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO	91
12. ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.	93
12.1 ACCIAIO PER C.A. PER C.A.P	93
12.1.1 Acciaio Ordinario Per C.A. Ad Aderenza Migliorata	93
12.1.2 Controlli Sull'acciaio	93
12.1.3 Lavorazioni In Cantiere -Raggi Minimi Di Curvatura	95
12.1.4 _Deposito E Conservazione In Cantiere.....	96
12.2 ACCIAIO INOSSIDABILE PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA	96
12.3 ACCIAIO PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA ZINCATO A CALDO.....	96
12.3.1 Qualità Degli Acciai Da Zincare A Caldo	96
12.3.2 Zincatura A Caldo Per Immersione	97
12.4 ACCIAIO PER C.A.P.....	99
12.5 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	99
13. FILI, BARRE, TREFOLI	101
13.1 CAVO INGUAINATO MONOTREFOLO	101
13.2 ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE.....	102
14. VERNICIATURE.....	103
14.1 GENERALITÀ	103
14.1.1 Ciclo <<A>>	103
14.1.2 Ciclo <>	105
14.1.3 Ciclo <<C>>	106
14.2 PREPARAZIONE DEL SUPPORTO.....	109
14.3 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE	110
14.4 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.	112
15. CALCESTRUZZI	114
15.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	114
15.2 DM 17-01-2018	114
15.2.1 Classificazione Dei Conglomerati Cementizi.....	114
15.2.2 Caratteristiche Dei Materiali Costituenti I Conglomerati Cementizi	116

15.3	CEMENTO	117
15.4	AGGIUNTE	118
15.5	AGGREGATI	120
15.6	ACQUA DI IMPASTO	121
15.7	ADDITIVI	121
15.8	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	122
15.9	CALCESTRUZZO PRODOTTO SENZA PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	122
15.10	CALCESTRUZZO PRODOTTO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	124
15.11	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	126
15.12	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO	126
15.12.1	Reologia Degli Impasti E Granulometria Degli Aggregati	126
15.12.2	Resistenza Dei Conglomerati Cementizi	127
15.12.3	Controlli Di Accettazione	127
15.13	PROVE COMPLEMENTARI	129
15.14	CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA	129
15.15	PIANIFICAZIONE DELLE PROVE IN OPERA	131
15.16	LAVORABILITÀ	132
15.17	RAPPORTO ACQUA/CEMENTO	133
15.18	134	
15.19	CONTENUTO DI ARIA	134
15.20	ACQUA DI BLEEDING	134
15.21	PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	135
15.22	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE	135
15.23	CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	136
15.24	TRASPORTO	136
15.25	POSA IN OPERA	137
15.26	POSA IN OPERA IN CLIMI FREDDI	139
15.27	CASSEFORME	140
15.28	STAGIONATURA E DISARMO	142
15.29	GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN	

CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	145
15.30 ULTERIORI PRESCRIZIONI PER GETTI MASSIVI	147
15.31 POSA IN OPERA DELLE ARMATURE PER C.A.	149
15.32 ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	149
16. MISCELE A BASSA VISCOSITÀ PER LE INIEZIONI NELLE GUAINA DEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE DI STRUTTURE IN C.A.P. ESISTENTI	154
16.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	154
16.2 MODALITÀ DI INIEZIONE	155
16.3 PROVE.....	158
16.4 TESATURA DELLE ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE.....	158
17. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO.....	159
17.1 MANUFATTI PREFABBRICATI DI PRODUZIONE OCCASIONALE	159
17.2 MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE	159
17.3 TOLLERANZE DI ESECUZIONE	160
17.4 PROVE DI CARICO	161
18. DIAFRAMMI E PALANCOLATE.....	163
18.1 GENERALITÀ'	163
18.1.1 Classificazione-	163
18.1.2 Normativa Di Riferimento	164
18.2 DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO	164
18.3 PALANCOLATI	165
18.3.1 Tolleranze Geometriche.....	165
18.4 PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO	166
18.5 MATERIALI DIAFRAMMI	167
18.6 MODALITÀ ESECUTIVE	171
19. PALI.....	182
19.1 CLASSIFICAZIONE.....	182
19.2 DEFINIZIONI.....	182
19.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	184

19.4	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	185
19.5	PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO	185
19.5.1	Soggezioni Geotecniche E Ambientali	185
19.6	PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI.....	187
19.6.1	Materiali	188
19.7	TIPOLOGIE ESECUTIVE.....	194
19.7.1	Pali Infissi	194
19.7.2	Pali Trivellati	201
19.8	PROVE DI CARICO	215
19.8.1	Generalità	215
19.8.2	Prove Sui Pali Di Grande Diametro.....	216
19.8.3	Prove Di Carico Su Micropali	224
19.8.4	Prove Non Distruttive.....	227
19.9	SPECIFICHE DI CONTROLLO	229
19.9.1	Generalità	229
19.9.2	Pali Infissi	230
19.9.3	Pali Trivellati	232
19.9.4	Pali Trivellati Ad Elica	237
19.9.5	Micropali	238
20.	POZZI.....	242
20.1	CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONE	242
20.2	GENERALITÀ	242
20.3	MODALITÀ ESECUTIVE	242
20.4	CONTROLLI	245
21.	PAVIMENTAZIONI	247
21.1	GENERALITA'	247
21.2	STRATI DI FONDAZIONE	248
21.2.1	Fondazione Stradale In Misto Granulometricamente Stabilizzato	248
21.2.2	Fondazione Eseguita Con Materiale Proveniente Da Cava, Da Scavi O Da Depositi	248

21.2.3	Modalità Esecutive.....	250
21.2.4	Fondazione In Misto Cementato Confezionato In Centrale	252
21.3	STRATO DI BASE	258
21.4	STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA	266
21.4.1	Emulsioni Modificate	277
21.4.2	Bitumi Per Mani D'attacco	278
21.4.3	Usura Antisdrucchiolo Sma (Splittmastix Asphalt)	279
21.4.4	Trattamenti Superficiali	283
21.5	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	288
21.6	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE.....	289
21.7	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE	291
21.7.1	Generalità	291
21.8	MICROTAPPETI A FREDDO	294
21.8.1	Generalità	294
21.9	MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA	299
21.9.1	Generalità	299
21.10	PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA.....	301
21.11	SPECIFICA DI CONTROLLO	304
21.11.1	Strati Di Fondazione	305
21.11.2	Strato Di Base	310
21.11.3	Strati Di Collegamento (Binder) E Di Usura.....	313
21.11.4	Conglomerati Bituminosi A Caldo Rigenerati In Impianto Fisso E Mobile	318
21.11.5	Microtappeti A Freddo	318
21.11.6	Microtappeti A Freddo Con Inerti Chiari Naturali O Artificiali Da Impiegare In Galleria	321
21.11.7	Pavimentazione In Cubetti Di Pietra	323

22. OPERE DI CONSOLIDAMENTO	326
22.1 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE.....	326
22.1.1 Classificazione	326
22.1.2 Definizioni.....	326
22.1.3 Normative Di Riferimento	330
22.2 TIRANTI DI ANCORAGGIO.....	330
22.2.1 Prove Tecnologiche Preliminari	331
22.2.2 Soggezioni Geotecniche, Idrogeologiche E Ambientali.....	332
22.2.3 Tolleranze Geometriche.....	336
22.2.4 Perforazione.....	336
22.2.5 Elementi Di Protezione	339
22.2.6 Tesatura E Collaudo.....	340
22.2.7 Protezioni Anticorrosive In Opera	341
22.3 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI.....	341
22.3.1 Perforazione.....	341
22.3.2 Allestimento Dell'ancoraggio	342
22.3.3 Iniezione	342
23. MICRODRENI	346
23.1 GENERALITÀ	346
23.2 CARATTERISTICHE DEI TUBI FILTRANTI	346
24. TRINCEE DRENANTI.....	349
25. POZZI DRENANTI.....	351
25.1 ATTREZZATURE.....	351
25.2 ALLESTIMENTO DEFINITIVO DEI POZZI	352
26. TRATTAMENTI COLONNARI.....	355
26.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI	355
26.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI.....	355
26.3 CARATTERISTICHE MINIME DEI TRATTAMENTI	356
26.4 TOLLERANZE	358
26.5 MISCELE CEMENTIZIE DI INIEZIONE	358

26.6	ARMATURA DEI TRATTAMENTI COLONNARI	359
26.7	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI	359
26.8	SALVAGUARDIA AMBIENTALE.....	360
26.9	TOLLERANZE	360
26.10	MATERIALI.....	360
26.11	MODALITÀ ESECUTIVE	362
27.	OPERE IN VERDE	367
27.1	OPERE IN VERDE.....	367
27.2	RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE.....	368
27.3	CONCIMAZIONI	368
27.4	SEMINE	369
27.5	PULIZIA DEL PIANO VIABILE	388
28.	OPERE AMBIENTALI	390
28.1	SOPRALLUOGHI ED ACCERTAMENTI PRELIMINARI.....	390
28.2	CONSERVAZIONE E RECUPERO DELLE PIANTE ESISTENTI NELLA ZONA	390
28.3	ACCANTONAMENTO DEL TERRENO VEGETALE	390
28.4	APPROVVIGIONAMENTO D'ACQUA	391
28.5	PULIZIA DELL'AREA DI CANTIERE.....	391
28.6	GARANZIA DI ATTECCHIMENTO	391
28.7	GARANZIA PER I TAPPETI ERBOSI.....	392
28.8	RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE NEL CORSO DEI LAVORI	392
28.9	MATERIALI.....	392
28.10	MATERIALE AGRARIO	393
28.10.1	Terra Di Coltivo E Riportata	393
28.10.2	Substrati Di Coltivazione.....	393
28.10.3	Concimi Minerali Ed Organici	394
28.10.4	Ammendanti E Correttivi	394
28.10.5	Pacciamature	394
28.10.6	Fitofarmaci	395
28.10.7	Pali Di Sostegno, Ancoraggi E Legature	395

28.10.8	Drenaggi E Materiali Antierosione	395
28.10.9	Acqua.....	396
28.10.10	Materiale Vegetale.....	396
28.10.11	Alberi.....	397
28.10.12	Arbusti E Cespugli.....	398
28.10.13	Piante Esemplari	399
28.10.14	Piante Tappezzanti	399
28.10.15	Piante Rampicanti, Sarmentose, Ricadenti.....	399
28.10.16	Pulizia Generale Del Terreno.....	399
28.10.17	Lavorazioni Preliminari	400
28.10.18	Lavorazione Del Suolo	400
28.10.19	Drenaggi Localizzati E Impianti Tecnici	400
28.10.20	Correzione, Ammendamento E Concimazione Di Fondo Del Terreno Impiego Di Fitofarmaci E Diserbanti	401
28.10.21	Tracciamenti E Picchettature.....	401
28.10.22	Preparazione Delle Buche E Dei Fossi.....	402
28.10.23	Apporto Di Terra Di Coltivo	402
28.10.24	Preparazione Del Terreno Per I Prati	403
28.10.25	Messa A Dimora Di Alberi, Arbusti E Cespugli.....	403
28.10.26	Alberi, Arbusti E Cespugli A Foglia Caduca.....	404
28.10.27	Alberi, Arbusti E Cespugli Sempreverdi	405
28.10.28	Messa A Dimora Delle Piante Tappezzanti, Rampicanti, Sarmentose E Ricadenti.....	405
28.10.29	Formazione Dei Prati.....	405
28.10.30	Semina Dei Tappeti Erbosi.....	406
28.11	MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PER IL PERIODO DI GARANZIA	406
28.11.1	Irrigazioni.....	407
28.11.2	Ripristino Conche E Rincalzo.....	407
28.11.3	Falciature, Diserbi E Sarchiature.....	407
28.11.4	Concimazioni	408

28.11.5	Potature	408
28.11.6	Eliminazione E Sostituzione Delle Piante Morte.....	408
28.11.7	Rinnovo Delle Parti Non Perfettamente Riuscite Dei Tappeti Erbosi..	408
28.11.8	Difesa Dalla Vegetazione Infestante	408
28.11.9	Sistemazione Dei Danni Causati Da Erosione.....	408
28.11.10	Ripristino Della Verticalita' Delle Piante	408
29.	CARPENTERIA METALLICA.....	410
29.1	GENERALITÀ	410
29.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	410
29.3	DOCUMENTAZIONE.....	410

1. PREMESSA

Il presente Disciplinare è relativo alle nuove Opere Civili facenti parte dell'intervento di "UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA".

I lavori in oggetto risultano dai grafici progettuali, redatti in conformità e secondo le indicazioni di cui al **DM 17/01/18**, al D.lgs. n°50/2016 ed al DPR 207/2010 per le parti ancora vigenti nonché alle norme UNI applicabili in materia. Inoltre per tutte le indicazioni di grandezza presenti sugli elaborati di progetto ci si dovrà attenere alle norme CNR UNI 10003 nonché alla norma UNI 4546.

Nel seguito vengono indicati, dal punto di vista tecnico, la qualità e tipologia dei materiali da impiegare nella costruzione e le modalità esecutive delle lavorazioni previste.

Il presente disciplinare tratta dei materiali circa la provenienza, le caratteristiche, le modalità di accettazione e le prove; indica nelle linee generali ed in particolare per ciascun intervento previsto in progetto, le caratteristiche e modalità di esecuzione dell'intervento.

2. QUALITA' E PROVENIENZA MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

2.1 ACQUA.

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

2.2 LEGANTI IDRAULICI.

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595

(G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) -B) -C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

-D.M. 3.6.1968 che approva le “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”

(G.U. n. 180 del 17.7.1968).

-D.M. 20.11.1984 “Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

-Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

-D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi”.

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

-D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972)

2.3 CALCI AEREE -POZZOLANE.

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

2.4 GHIAIE -GHIAIETTI -PIETRISCHI -PIETRISCHETTI -SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si

tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

2.5 PIETRISCHI -PIETRISCHETTI -GRANIGLIE -SABBIE -ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. (Fascicolo n. 4Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

2.6 GHIAIE -GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI.

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella “Tabella U.N.I. 2710 Ed. giugno 1945” ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

2.7 CUBETTI DI PIETRA.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali” C.N.R. -Ed. 1954 e nella “Tabella U.N.I. 2719 -Ed. 1945”.

2.8 CORDONI -BOCCHETTE DI SCARICO -RISVOLTI -GUIDE DI RISVOLTO -SCIVOLI PER ACCESSI -GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle “Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 Ed. 1945”.

2.9 SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI.

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

2.10 CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI.

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

2.11 PIETRA NATURALE.

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

2.12 PIETRE DA TAGLIO.

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

2.13 TUFI.

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

2.14 MATERIALI LATERIZI.

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 “Norme per l'accettazione dei materiali laterizi” ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

2.15 MANUFATTI DI CEMENTO.

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

2.16 MATERIALI FERROSI.

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

- 1) -acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- 2) -lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- 3) -acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

2.17 LEGNAMI.

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

2.18 BITUMI -EMULSIONI BITUMINOSE.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali -Caratteristiche per l'accettazione”, Ed. maggio 1978; “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n. 3, Ed. 1958; “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.

2.19 BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI.

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle “Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali”, Fascicolo n. 7 -Ed. 1957 del C.N.R.

2.20 POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

2.21 OLII ASFALTICI

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1) *olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi*: viscosità Engler a25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷45°C;

2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di

rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;

3) *olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;

4) *olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

2.22 MATERIALI PER OPERE IN VERDE.

1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

3) *Materiale vivaistico*: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Appaltatore, sia da altri vivaisti, purché l'Appaltatore stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4) *Semi*: per il seme l'Appaltatore è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate

di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Appaltatore sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna “buona semente” e l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) *Zolle*: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*, *Catex sp.pl.* e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) *Paletti di castagno per ancoraggio vimate*: dovranno provenire da ceduo

castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) *Verghe di salice*: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

8) *Talee di salice*: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) *Rete metallica*: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

2.23 TELI DI "GEOTESSILE".

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

-composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- 1) con fibre a filo continuo;
- 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
- 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

-coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10-3 e 10-1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

-resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti

in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

(1) Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

3. PROVE DEI MATERIALI

3.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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.

3.2 ACCERTAMENTI PREVENTIVI.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,

500 m³ per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,

5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori -penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

3.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla

D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite presso laboratorio autorizzato.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

4. MOVIMENTI DI TERRA

4.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

4.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

4.2.1 Diserbamento E Scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
- d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà

ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

4.2.2 Scavi

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Appaltatore.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 -1978), (CNR 22 -1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i

volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Appaltatore).

c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L. , prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Appaltatore:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Appaltatore, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali , che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L.(ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando che all'Appaltatore verrà riconosciuto un sovrapprezzo per il trasporto del materiale a discarica per distanze superiori ai 5 km, misurati per il percorso stradale più breve dal punto più vicino del cantiere come da voce di Elenco Prezzi.

L'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Appaltatore di accantonare i materiali provenienti dalla escavazione delle gallerie o dagli scavi di sbancamento, su apposite aree per il loro riutilizzo, anche su altri lotti contigui, senza che l'Appaltatore possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Appaltatore la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.

Naturalmente qualora il sito, da adibire a deposito temporaneo, sia concordemente individuato con la D.L. a distanza superiore ai 5 km, le maggiori distanze verranno compensate con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

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;

4.2.3 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 della 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'Appaltatore, 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'Appaltatore 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. 1/6/1988n.127;Circ.Serv.TecnicoCentraleLL.PP.del24/09/1988n°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'Appaltatore 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 regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori ;analogamente l'Appaltatore 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 .

4.3 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.

4.3.1 Bonifica

a) 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;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 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).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²)

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

4.3.2 Rinterri

- a) 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;
- b) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate 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 materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

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 coeff. di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

4.3.3 Rilevati

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni .

Formazione del rilevato -Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

Rilevati stradali

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione

stradale (sottofondo) .

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3 (per le terre appartenenti al gruppo A3 vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 -1978), (CNR 22 -1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 -1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il

piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: 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;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più ,da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

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

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo. Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m. Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% -2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale

dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

Generalità

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei proveniente dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Appaltatore potrà ricorrere al prelievamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Appaltatore.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Appaltatore, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n.215 e successive modifiche.

Rilevati rinforzati

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A2-4 e A2-6.

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 -1978), (CNR 22 -1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 -1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 -0.15 N/mm².

Costruzione di un rilevato

.Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 -0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 -0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 -0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

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

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che

dovranno essere garantite, 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 dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

-almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 1972), sul piano di posa dei rilevati;

-almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile “ non tessuto”.

Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Telo Geotessile "tessuto non tessuto"

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene .

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo" , prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm ³)	0,90
Punto di rammollimento(K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5 cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante. Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni

granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente. Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

-50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o con rocce frantumate;

-40 cm per rilevati in terra rinforzata;

-30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 -1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori .

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali

costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 -1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + 3/2\text{ h}$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Appaltatore dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni

impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A6 e A7.

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Rilevati alleggeriti con elementi in EPS (Polistirene Espanso Sinterizzato)

Dovranno essere impiegati blocchi, lastre ed altri manufatti in EPS la cui massa volumica sia compresa tra 10 e 40 kg/m³ e che presentino assorbimento d'acqua per prolungata immersione mai superiore al 5% in volume.

Lo stoccaggio in cantiere dei manufatti in EPS dovrà tenere conto dell'esigenza che i manufatti stessi convengano mai a contatto con agenti aggressivi per l'EPS, quali solventi organici, alcoli, benzina, petrolio ed altri idrocarburi. Inoltre, in caso di prolungata esposizione dei manufatti in EPS all'aria aperta prima della messa in opera

o a messa in opera avvenuta ma durante fermi delle lavorazioni, i manufatti stessi saranno protetti dalla radiazione solare diretta.

Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati
- dreni in sabbia

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.

Hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della DL.

Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

Dreni verticali prefabbricati

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.

L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

Dreni in sabbia

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale che

viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefabbricati.

Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

Dreni verticali prefabbricati -modalità esecutive

a) Caratteristiche dei nastri prefabbricati

Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla DL ed approvate dalla medesima. Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici.

In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a 100 m³/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 kN/m²) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2 m/anno.

b) Attrezzatura di infissione

Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla DL.

Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercolazione.

Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza.

Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del

dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.

c) Lavori preparatori dell'infissione

Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Appaltatore provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50-80 cm, con fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio-grossa, con massima percentuale di passante al vaglio UNI da 0.075 mm del 3%.

I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.

d) Installazione

L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

Dreni in sabbia -modalità esecutive

a) Caratteristiche della sabbia drenante

Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto.

Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

APERTURA VAGLIO UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN.	MAX.
0.075	0	3
0.40	0	10
2.00	15	45
5.00	35	75
10.00	70	100

b) Attrezzatura

Sarà cura dell'Appaltatore comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che lo stesso intende utilizzare.

Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse.

In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia

c) Lavori preparatori

Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Appaltatore provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di materiale granulare pulito, dello spessore di 50-80 cm.

I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

d) Perforazione e riempimento dei fori

La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla DL, tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura. Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante controspinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazioni diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente biodegradabili in 20÷40 ore.

Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentati dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento.

A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato e condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

Rilevati Speciali Sperimentali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con materiali riciclati.

Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio Terra stabilizzata a calce

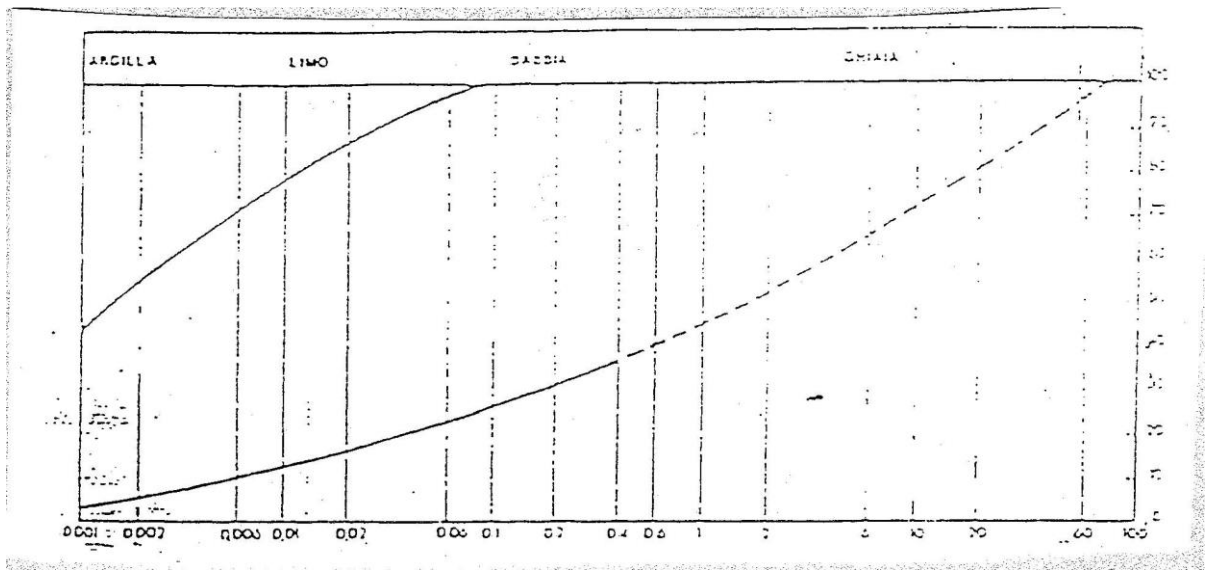
La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico -chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 -1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose , sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 1973). Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti. La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR -UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione

di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR -UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce , permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

-il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.

-il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

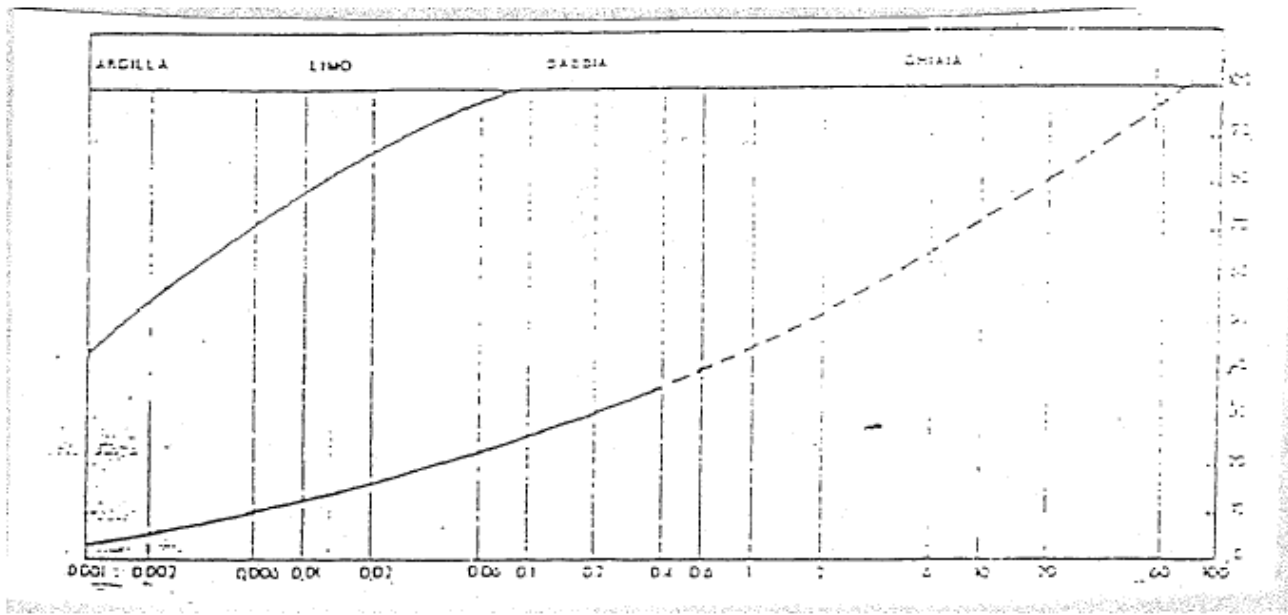
Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico -chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR -UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica

destinazione del materiale. Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR -UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

-il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.

-il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 -0.25 N/mm², (CNR 146 -1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare

non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 -0.15 N/mm² (CNR 146 -1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR -UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 -1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 -0.25 N/mm²

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR -UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 -0.25 N/mm² (CNR 146 -1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 -1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm².

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è

occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Appaltatore sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la

miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.

Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;

- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Appaltatore dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).

Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Appaltatore dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone" , che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello

strato, una traversa al fine di farsi che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive , variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

Rilevati con materiali riciclati da:

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale. E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n°22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da

inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n°95/84) in quantità superior e al 30 % ;

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n°915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15 .12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009) , inferiore a 1%;

b) prova di abrasione Los Angeles;. sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$;

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 -1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:
50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più , al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

Rifiuti speciali industriali -scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali -loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto

Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/19 97, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale , ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm , non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente a) dovrà essere compresa tra 20 e 40 ; l'attività a risulta così definita: coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm²/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi <80 mm, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient a d'activité du latier granulé de heut fornean - Dunoid - Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15% ;

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 -1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 -0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 -0.15 N/mm² sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

4.3.4 Specifica Di Controllo

Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato 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'Appaltatore per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n°14/1979.

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'Appaltatore 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.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 1, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali , approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 2.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi: Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- · analisi granulometrica ;
- · determinazione del contenuto naturale d'acqua ;
- · determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 ;
- · prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) ;

la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 1.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 1.

Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 -1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato.

TABELLA 1

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³ _____)

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	<i>Corpo del rilevato</i>		<i>Ultimo strato di cm 30</i>		primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 5000 m ³	successi vi m ³	primi 5000 m ³	successi vi m ³		

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
<p>* Su prescrizione delle Direzione Lavori</p> <p>** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato</p>						

TABELLA 2
FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%			Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%			Torbe e terre organiche palustri					
	A 1	A 3	A 2	A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Gruppo	A 1	A 3	A 2	A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b									A 7-5	A 7-6
Analisi granulometrica . Frazione passante allo staccio	≤50											
2 UNI 2332	≤ 30	> 50										
% 0,4 UNI 2332	≤15	≤10										
% 0,075 UNI 2332												
%												

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Prospetto 1 - Classificazione delle terre																	
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%				Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri								
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40								
Limite liquido	≤ 10	≤ 10max	≤ 10	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10	> 10	> 10								
Indice di plasticità	N.P.								(IP > L (IP > L-30))								
Indice di gruppo	0	0	0	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20									
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane				Sabbia fine				Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Argille forti e compressibili	Argille poco compressibili	Limi poco compressibili	Limi compressibili	Argille forti e compressibili	Argille forti e compressibili	Argille forti e compressibili	Torbe recenti o formazioni, detriti organici di origine palustre

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Prospetto I - Classificazione delle terre									
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 s. 35%	Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%	Torbe e terre organiche palustri						
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente			Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve	Media	Molto elevata	Media	Elevata	Mediana	Elevata	Mediana	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla	Nulla o lieve	Lieve o medio	Elevato	Elevato	Medio	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata	Media o scarsa		Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista			
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.									

Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l' idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- · analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m³ di materiale);
- · determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- · determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- · Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m²)
- · CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m²)

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- · Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m³)
- · Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m³);

Prove di controllo sul piano di posa

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m².

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- · determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- · determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- · verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/8 0), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale da porre in opera.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- · Massa volumica della terra in sito;
- · Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali -scorie

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- · determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);

- · determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- · analisi granulometrica ;
- · determinazione dell'attività; .

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- · Massa volumica della terra in sito;
- · Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

Telo Geotessile “*tessuto non tessuto*”.

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene .

Il geotessile dovrà essere del tipo “a filo continuo” , prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile. Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
<i>Massa volumica (g/cm³)</i>	0,90
<i>Punto di rammollimento (K)</i>	413
3.2.6.7. Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
<i>Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)</i>	0,04
<i>Resistenza a trazione (N/5cm)</i>	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144 /92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m ²	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	$\geq 300 \text{ g/m}^2$
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$> 19 \text{ kN}$
allungamento (UNI 8639)	$> 60\%$
lacerazione (UNI 8279/9)	$> 0,5 \text{ kN/m}$
punzonamento (UNI 8279/14)	$> 3,1 \text{ kN}$
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$> 0,8 \text{ cm/s}$
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$< 100 \mu\text{m}$

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:

- · analisi granulometrica;
- · determinazione del contenuto naturale di acqua;
- · determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- · eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m³ di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

b) Prove in sito

Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologicogeotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo. Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Controllo dreni prefabbricati

a) Controllo dei materiali

Il produttore alleggerà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno

riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

b) Attrezzature d'infissione

L'Appaltatore dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, all DL una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.

Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotopercolazione, la DL dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature. Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno. Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

Controllo dreni in sabbia

a) Qualifica dei materiali

L'Appaltatore per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m³ di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali.

b) Attrezzature d'impiego

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

c) Fase esecutiva

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate:

- · discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;
- · profondità raggiunta dalla perforazione;
- · quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- · caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;
- · caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- · fluido impiegato per la perforazione.

5. DEMOLIZIONI

5.1 MURATURE E FABBRICATI

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- · scalpellatura a mano o meccanica;
- · martello demolitore; o clipper
- · attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- · agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco

pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Appaltatore la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

5.2 IDRODEMOLIZIONI

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l'Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

5.3 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della

sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massiciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina scavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

6. MURATURE

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

- murature di mattoni;
- murature di pietrame a secco;
- murature di pietrame e malta;
- murature di calcestruzzo con pietrame annegato;
- murature in pietra da taglio;

6.1 MURATURE DI MATTONI

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavature.

6.2 MURATURE DI PIETRAMA A SECCO

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'Appaltatore dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

6.3 MURATURE DI PIETRAME E MALTA

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;

- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non

potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

6.4 MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMI ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO)

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, ecc.) pietrame

annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

6.5 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;
- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, in modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle Istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a muzzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e liscio mediante apposito ferro.

7. MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m3 di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m3 di sabbia; quelle per intonaci con Kg 400 di cemento per m3 di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Appaltatore dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

8. INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Appaltatore mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

9. INTONACI ESEGUITI A MANO

Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzaffo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il fratazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato in una volta sola

10. INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)

Prima di applicare l'intonaco l'Appaltatore avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di Kg.500 di cemento normale per m3 di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80 -H 90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite ,od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 - 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

11. APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Appaltatore l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

12. ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

12.1 ACCIAIO PER C.A. PER C.A.P

12.1.1 Acciaio Ordinario Per C.A. Ad Aderenza Migliorata

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

Acciaio tipo B450C

- barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$.

Acciaio tipo B450A

- barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$.

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal **DM 17-01-2018**, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova. L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

12.1.2 Controlli Sull'acciaio

I controlli avverranno con le modalità e le frequenze indicate nei punti seguenti. Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad adherenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel **DM 17-01-2018** al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e

11.3.2.11 del citato decreto. Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. -Servizio Tecnico Centrale.

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica e al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del **DM 17-01-2018**.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal **DM 17-01-2018**. Inoltre dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla

marcatura del prodotto di origine.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel **DM 17-01-2018** al § 11.3.2.10.4. Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, 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 agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del **DM 17-01-2018**, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.2.10.4 del **DM 17-01-2018**.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

12.1.3 Lavorazioni In Cantiere -Raggi Minimi Di Curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura. Per

definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 \varnothing
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 \varnothing

12.1.4 Deposito E Conservazione In Cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

12.2 ACCIAIO INOSSIDABILE PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA

Gli acciai inossidabili, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.9.1 del **DM 17-01-2018**.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre, nonché per le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova e l'accettazione delle forniture si procederà come per gli acciai ordinari.

12.3 ACCIAIO PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA ZINCATO A CALDO

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

12.3.1 Qualità Degli Acciai Da Zincare A Caldo

Per gli acciai da zincare a caldo valgono le medesime regole sulla qualità e sulle verifiche indicate per gli acciai ordinari.

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 -0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

12.3.2 Zincatura A Caldo Per Immersione

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 -430 K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179/05, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K. Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m' di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm \pm 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste al punto 6.1.2. dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 6.3.2.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura. In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le forniture saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI EN ISO 1461:1999.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI EN ISO 1460:1997.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

-se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;

-se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il

controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre alla documentazione richiesta al punto 6.1.2. dovrà presentare per ogni fornitura la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono. La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera. Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bi-componente dello spessore di 80-100 micron.

12.4 ACCIAIO PER C.A.P.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del **DM 17-01-2018**.

12.5 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel **DM 17-01-2018** al § 11.3.3.5.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato si dovrà procedere al campionamento di tre saggi, 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 agli altri lotti presenti

in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del **DM 17-01-2018**, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.3.5.3 del **DM 17-01-2018**.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

Nel caso di forniture giudicate non conformi dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.

Prima di procedere alla messa in opera dei sistemi di precompressione a cavi post-tesi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori l'attestazione di deposito presso il Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale della documentazione prescritta al § 11.5 del **DM 17-01-2018**.

13. FILI, BARRE, TREFOLI

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da copia in corso di validità dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

13.1 CAVO INGUAINATO MONOTREFOLO

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto ai precedenti punti 6.4. e 6.4.1 nonché alle indicazioni degli elaborati di progetto.

13.2 ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi alle specifiche di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

14. VERNICIATURE

14.1 GENERALITÀ

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

14.1.1 Ciclo <<A>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1°strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e fosfati di zinco ($Zn\ P\ O_4$), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC % ⁽¹⁾	≥ 36 %
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 82 %
- tipi di pigmento	minio- $ZnPO_4$
- legante secco %	25 %
- spessore del film	80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

2°strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC %	≥ 41 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 14 %
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28 %
- spessore del film	80 + 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

(1) Concentrazione volumetrica del pigmento.

3°strato

Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legname	clorocaucciù acrilica
- PVC %	≥ 26 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio(TiO ₂)
- legante secco %	33 %
- spessore del film	40μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

Ciclo di verniciatura <<A>>

	1°strato	2°strato	3°strato
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC..%	≥ 36%	≥ 41%	≥ 26%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82%	--	--
% Pigmenti sul prodotto finito	-	≥ 14%-	≥ 26%
Tipi di pigmento	minio, fosfato di zinco (ZnPO ₄)	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido titanio (Ti O ₂)
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film...	80 ÷ 100μ	80 ÷ 100μ	40μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

14.1.2 Ciclo <>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1°strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con $ZnPO_4$ (fosfato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	≥ 36 %
- % pigmento sul totale polveri	≥ 25 %
- tipo di pigmento	fosfato di zinco $ZnPO_4$
- legante secco %	26 %
- spessore film	30 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello

-2°strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO_2), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	≥ 40 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 11 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO_2)
- legante secco %	26 %
- spessore del film	80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

3°strato

Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

- tipo di legante	poliuretanico
- PVC %	≥ 16 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂)
- legante secco %	39 %
- spessore del film	30 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

Ciclo di verniciatura << B >>

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	Epossidico	poliuretanica
PVC%	≥ 36%	≥ 40%	≥ 16%
% pigmento sul totale polveri	≥ 25%	--	--
% Pigmento sul totale finito		≥ 11%-	≥ 26%
Tipi di pigmento	fosfato di zinco (ZnPO ₄)	Biossido di titanio (Ti O ₂)	biossido di titanio (Ti O ₂)
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film..	30 ÷ 40 μ	80 ÷ 100 μ	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

14.1.3 Ciclo <<C>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO₄) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 55 %
- tipi di pigmento	ossido di piombo fosfati di zinco, cromati di piombo silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %	≥ 18 %
- tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca	≥ 60 %
- spessore del film secco	35 + 40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

2°strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2^a mano:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 55 %
- tipi di pigmento	ossido di piombo fosfato di zinco cromati di piombo silico-cromati di piombo ossido di ferro
- legante secco (resina) %	≥ 18 %
- tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca	≥ 60 %
- spessore del film secco	35 + 40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

3°strato

Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3^a mano:

- tipo di legante	alchidico-clorocaucciù
- %pigmenti sul totale delle polveri	≥ 55 %
- tipi di pigmento	biossido di titanio (Ti O ₂), ftalocianina bleu
- di %TiO ₂ sul totale pigmenti	≥ 30 %
- legante secco (resina) %	≥ 40 %
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- % olio nella resina secca	≥ 60 %
- spessore del film secco	35 + 40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

4°strato

Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4^a mano:

- tipo di legante	alchidico - clorocaucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri	≥ 55 %
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂), ftalocianina bleu
- % TiO ₂ sul totale pigmenti	≥ 30 %
- legante secco (resina) %	≥ 40 %
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- spessore del film secco	35 + 40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

Ciclo di verniciatura <<C>>

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Tipo di legante	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocaucciù	alchidico clorocaucciù
% di pigmenti sul totale polveri	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 55 %
Tipi di pigmento	Ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, fosfato di zinco, ossido di ferro, cromati di piombo, silico cromati di piombo	biossido di titanio, ftalocianina bleu	ossido di titanio, alocianina bleu
% di Ti O₂ sul totale pigmenti	-- -	--- -	≥ 30%	≥ 30%
Legante secco (resina) %	≥ 18 %	≥ 18 %	≥ 40%	≥ 40%
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
% olio nella resina secca	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%
Spessore del film secco	35 ± 40 μ	35 ± 40 μ	35 ± 40 μ	35 ± 40 μ
Metodo di applicazione	pennello rullo	pennello airless	rullo pennello airless	rullo pennello airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n.555 (S.O. alla G.U. n.15 del 20-1-1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18-4-1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20-2-1988 n.141 (G.U. n. 104 del 5-5-1988) e successive modifiche ed integrazioni.

14.2 PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Appaltatore mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

14.3 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE

1) Le caratteristiche di resistenza (chimiche-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351 sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66).	12 h	35°C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I.-5687-73)	12 h	35°C
Radiazione ultravioletta.	6 h	60°C
Immersione in soluzione satura di CaCl ₂ .	12 h	35°C

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito:

1) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

2) Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

Ciclo <<A>>	Blistering:	1° strato = 9F
		2° strato = 9M
		3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo <>	Blistering:	1° strato = 9M

		2° strato = 9M
		3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo <<C>	Blistering:	1° strato = 9F
		2° strato = 9F
		3° strato = 9M
		4° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

3) Adesione (DIN 53151):

Ciclo <<A>> Gto +- Gt1 (stacco nullo al massimo del 5%)

Ciclo <> Gto (stacco nullo)

Ciclo <<C>> Gto +- Gt1 (stacco nullo al massimo del 5%)

4) Spessore films secchi:

Ciclo <<A>>	1° strato = 90 μ
	2° strato = 80 μ
	3° strato = 40 μ

Ciclo <>	1° strato = 30 μ
	2° strato = 90 μ
	3° strato = 35 μ

Ciclo <<C>>	1° strato = 35 μ
	2° strato = 35 μ
	3° strato = 35 μ
	4° strato = 35 μ

5) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

6) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

7) Prova di piegatura a 180°(su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino 0 4 mm

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi..

14.4 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.

L'Appaltatore dovrà preventivamente inviare al Centro Sperimentale Stradale ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
- caratteristiche di composizione: foglio A;
 - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <<A>>)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	g ^F	g ^M	g ^F
2	Ruggine		RO	
3	Adesione		G _{t0} + G _{t1}	
4	Spessore films secchi.	90 μ	80 μ	40 μ
5	Abrasione			<10 mg
6	Brillantezza iniziale			≥ 90%
7	Brillantezza finale			≥ 80%

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <>)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	gM	gM	gF
2	Ruggine	RO		
3	Adesione	G _{to}		
4	Spessore films secchi	30 μ	90 μ	35 μ
5	Abrasione			<10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo<<C>>)	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	gF	gF	gM	gF
2	Ruggine				
3	Adesione	G _{t₀} + G _{t₁}			
4	Spessore films secchi	35 μ	35 μ	35 μ	35 μ
5	Abrasione				< 10 μ
6	Brillantezza iniziale				$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale				$\geq 80\%$

15. CALCESTRUZZI

15.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche di cui al **DM 17-01-2018**, emanate in applicazione all'art. 52 del DPR n°380 del 06/06/2001.

In particolare le verifiche e le elaborazioni saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del Decreto del Presidente della Repubblica n°380 del 6 giugno 2001, "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001)

15.2 DM 17-01-2018

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo (come meglio specificato nel seguito) ed i tipi di acciaio da impiegare.

15.2.1 Classificazione Dei Conglomerati Cementizi

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1. Ciascuna tipologia di conglomerato dovrà soddisfare i seguenti requisiti in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1 in base alla classe (ovvero alle classi) di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato:

- massimo rapporto (a/c);
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza o indicazione numerica di abbassamento al cono ovvero, nei casi previsti al punto 6.3, classe di spandimento alla tavola a scosse;
- aria aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento al m³;
- tipo di cemento (solo quando esplicitamente richiesto dalle norme succitate);
- diametro massimo (D_{MAX}) nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto in cloruri del calcestruzzo (secondo il § 5.2.7 della UNI EN 206-1).

Nella tabella I sono riportate le tipologie di conglomerato ed i loro campi di impiego in via generale. Resta inteso che le indicazioni del Progettista, qualora differenti, sono comunque vincolanti. Tabella I – *Tipologie di calcestruzzo*

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento [kg/m ³]	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D _{MAX} mm	Classe di consistenza **	Tipo di cemento (se necessario)	Classe contenuto in cloruri
I-A	strutture di fondazione armate quali plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee, blocchi di ancoraggio, diaframmi e muri interrati in terreni non aggressivi	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4		Cl 0.4
I-B	strutture di fondazione armate (come I-A) di grande spessore *	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4	LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1:2007	Cl 0.4
II-A	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.4
II-B	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XF4 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.2
II-C	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.2
III-A	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.4
		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D _{MAX}	Classe di consistenza **	Tipo di cemento	Classe contenuto in cloruri
III-B	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XF2 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		Cl 0.2
III-C	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.2
IV-A	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.4
IV-B	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. soggetti a clima rigido - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4 XF2 XD1	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		Cl 0.2
V	strutture di elevazione di grande spessore: pile da ponte e muri di sostegno, che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato e rigido *	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4	LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1:2007	Cl 0.4
VII	- muri di sottoscarpa e controripa in calcestruzzo semplice o debolmente armato (fino ad un'incidenza massima di 30 kg/m ²) - fondazioni non armate (pozzi, sottopinti, etc.) - rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, etc.) - prismi per difese spondali	X0	C (20/25)	0.65	260	---	32	S4		Cl 0.4

(*) per la classificazione delle opere di grande spessore cfr. punto 15.30

(**) i valori della consistenza possono essere indicati diversamente a discrezione del Progettista, sulla base della geometria degli elementi strutturali, della loro posizione, della densità d'armatura e delle modalità esecutive

Con riguardo alle indicazioni sui calcestruzzi contenute nella tabella I, si specifica che gli elementi prefabbricati eventualmente utilizzati all'interno di strutture gettate in opera (es. travi di impalcati, etc.) ovvero in luogo delle stesse (es. cordoli, cunette, sicurvia, barriere, etc.) dovranno comunque rispettare i requisiti di resistenza caratteristica minima richiesti

15.2.2 Caratteristiche Dei Materiali Costituenti I Conglomerati Cementizi

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati al § 11.1 del **DM 17-01-2018**. In particolare 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 del Servizio Tecnico Centrale del 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.

15.3 CEMENTO

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2007. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2007. Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Controlli sul cemento - controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al § 3.1. Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai Documenti di Trasporto dei lotti consegnati dallo stesso intermediario. La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto per la realizzazione dei calcestruzzi.

Controllo di accettazione

La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato (di cui al punto 8.4.2). Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7. L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte

sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento. Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato. Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

15.4 AGGIUNTE

Per le aggiunte di tipo I (praticamente inerti) si farà riferimento alla norma UNI EN 12620. Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente) si farà riferimento alla UNI 11104 § 4.2 e alla UNI EN 206-1 § 5.1.6 e § 5.2.5. La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al successivo punto 8.4 e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato. Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente (di cui al § 6.4) il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNIEN 450, come definito al § 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1, verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104 di seguito riportato.

Tabella II - Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R	0.4
	52.5 N, R	
CEM II/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM III/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM IV/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM V/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parti 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida (c.d. "slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa, oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al § 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206-1 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:
fumo di silice ≤ 7% rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del valore di k. Ai fini del calcolo del rapporto a/c

equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ in presenza delle classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice, c.d. contenuto di cemento equivalente) non deve comunque risultare inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (o delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.

15.5 AGGREGATI

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo. L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla D.L. ad ogni eventuale cambiamento di cava. Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2).

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m^3 . A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché siano continuamente rispettate le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione

del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³. Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520-2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

-il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente dal fatto che l'aggregato sia grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);

-il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;

-gli aggregati non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nella UNI 8520 parte 2.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal § 11.2.9.2 del **DM 17-01-2018**, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

15.6 ACQUA DI IMPASTO

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

15.7 ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della

norma armonizzata si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

E' onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto: in ogni caso dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri (cfr. punto 8.3.1). Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104

15.8 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

In accordo al **DM 17-01-2018** per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato di cui meglio si specifica nel seguito, non necessitano di alcuna prequalifica, che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

15.9 CALCESTRUZZO PRODOTTO SENZA PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscela omogenee inferiori ai 1500 m³, effettuate direttamente in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve

avvenire sotto la diretta responsabilità dell'Impresa e con la diretta vigilanza della Direzione dei Lavori. In questo caso, l'Impresa è tenuta ad effettuare la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (§ 11.2.3 del **DM 17-01-2018**) prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che sarà utilizzata per la costruzione dell'opera (indicata in tabella I). La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Nella relazione di prequalifica l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documentazione comprovante la marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520;
- diametro nominale massimo degli aggregati e studio granulometrico;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- contenuto di aria della miscela;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- resistenza caratteristica a compressione a 28 gg. (Rck) e risultati delle prove di resistenza a compressione;

- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 3-28 giorni, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione Lavori);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

La relazione di prequalifica, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura in tabella I, dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio dei relativi getti. La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato detta relazione e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella I. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato

nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dal valore indicato nella relazione di prequalifica.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

In conformità al § 11.2.3 del **DM 17-01-2018** si ribadisce che la responsabilità della qualità finale del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori secondo le procedure di cui al punto 6.2.1, resta comunque in capo all'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di prequalifica, non potranno essere modificati in corso d'opera. Qualora eccezionalmente si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di prequalifica dovrà essere ripetuta.

15.10 CALCESTRUZZO PRODOTTO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Tale situazione è contemplata dal **DM 17-01-2018** al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti 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 correggere la qualità del prodotto. Al fine

di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal **DM 17-01-2018** e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera. Tale sistema di controllo, chiamato "controllo della produzione in fabbrica", deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

Il sistema di controllo dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e che operi in coerenza con la UNI EN 45012. Quale riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche reologiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

L'Impresa dovrà soltanto consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dell'attestato di cui sopra al produttore di calcestruzzo. La Direzione Lavori verificherà quindi che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere la relazione

preliminare di qualifica ed i relativi allegati (ad es. certificazione della marcatura CE dei materiali costituenti).

15.11 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati con quelle descritte al punto 6, definite nella tabella I e garantite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni chimiche e dei controlli di cui al punto 6.2.1 che dovranno essere eseguite presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

15.12 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO

15.12.1 Reologia Degli Impasti E Granulometria Degli Aggregati

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai punti seguenti. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione nominale massima dell'aggregato (D_{max}) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo (cfr. tabella I).

15.12.2 Resistenza Dei Conglomerati Cementizi

Si farà riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al **DM 17-01-2018**. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

15.12.3 Controlli Di Accettazione

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del **DM 17-01-2018**, su miscele omogenee di conglomerato come definite al §11.2.1 del citato Decreto.

I controlli saranno classificati come segue:

- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m³).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m³ di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel **DM 17-01-2018** e nella norma UNI-EN 206-1. Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3. Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione

con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.);
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. Firma della D.L.

Al termine del prelievo i provini verranno conservati in adeguate strutture predisposte dall'Impresa in ottemperanza del punto 5 del presente Capitolato, appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni. Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato o posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativi va superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua. L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale indicherà la posizione e il tipo di strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del **DM 17-01-2018**.

15.13 PROVE COMPLEMENTARI

Qualora la Direzione dei Lavori, per esigenze legate alla logistica di cantiere, alla rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa o alla messa in tensione dei cavi di precompressione, dovesse prescrivere l'ottenimento di un determinato valore della resistenza caratteristica in tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature di maturazione diverse dai 20 °C, oltre al numero di provini previsti per ciascun controllo di accettazione (di cui al punto 15.12.3) sarà confezionata un'ulteriore coppia di provini con le medesime modalità, fatta eccezione per le regole di conservazione dei campioni. Essi, infatti, saranno maturati in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e/o temperature inferiori ai valori suindicati.

Si specifica che tali prove complementari non potranno in alcun caso sostituire i "controlli di accettazione" definiti al punto 15.12.3

15.14 CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà 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 (§ 11.2.6 del **DM 17-01-2018**).

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 laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale ($R_{m,STIM}$), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto secondo il **DM 17-01-2018**.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 125041:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Qualora dalle prove in opera non risultasse verificata la condizione succitata si procederà, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base del valore caratteristico della resistenza strutturale rilevata sullo stesso ($R_k, STIM$).

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica rilevata in opera.

Viceversa, nel caso in cui la resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la Direzione dei Lavori valuterà come procedere in base alle seguenti ipotesi:

-consolidamento dell'opera o delle parti interessate da non conformità, se ritenuto tecnicamente possibile dalla D.L. sentito il progettista, con i tempi e i metodi che questa potrà stabilire anche su proposta dell'Impresa. Resta inteso che la decisione finale sarà in capo alla D.L.;

-demolizione e rifacimento dell'opera o delle parti interessate da non conformità.

Tutti gli oneri relativi agli accertamenti di cui sopra, compresi gli eventuali consolidamenti, demolizioni e ricostruzioni, restano in capo all'Impresa.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa nel caso in cui il valore caratteristico della resistenza strutturale dovesse risultare maggiore di quella indicata nei calcoli statici, nei disegni di progetto e in tabella I della presente Sezione.

Si specifica, inoltre, che la conformità nei riguardi della resistenza non implica

necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera; pertanto, qualora non fossero rispettate le richieste di durabilità, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa di mettere in atto tutti gli accorgimenti (ad es. ricoprimento delle superfici con guaine, protezione con vernici o agenti chimici nebulizzati, ecc.) che saranno ritenuti opportuni e sufficienti alla garanzia della vita nominale dell'opera prevista dal progetto.

Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.

15.15 PIANIFICAZIONE DELLE PROVE IN OPERA

Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine. Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi: pertanto si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità

La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.

Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle norme specifiche. contestualmente alle indicazioni del produttore dello strumento di prova. In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere

prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, ...) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ...), sia di polvere ed impurità in genere. L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

15.16 LAVORABILITÀ

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda, al momento della consegna in cantiere, la lavorabilità prescritta in progetto e riportata per ogni specifica tipologia di conglomerato nella tabella I.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la Direzione dei Lavori la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate al punto 0.. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m³ di calcestruzzo, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:

- *Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;*
- *la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm.*

Se il conglomerato cementizio viene pompato il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa, fermo restando quanto specificato al punto 15.24

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo

dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore potrà essere a discrezione della Direzione Lavori:

- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'Impresa);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione purché esso possenga i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

15.17 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{agg}): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (cioè del tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

- (a_{add}): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- (a_m): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/autobetoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati nell'espressione precedente sono:

- c: dosaggio di cemento per m³ di impasto;
- cv: dosaggio di cenere volante per m³ di impasto;
- fs: dosaggio di fumo di silice per m³ di impasto;
- K_{cv} ; K_{fs} : coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalle norme UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (cfr. punti 3.2.1 e 3.2.2).

15.18

15.19 CONTENUTO DI ARIA

Qualora sia prevista una classe di esposizione ambientale di tipo XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti) e quindi sarà impiegato un additivo aerante, contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta (espresso in percentuale) dovrà essere conforme a quanto prescritto nella tabella I, tenendo conto delle tolleranze ammesse ivi riportate.

15.20 ACQUA DI BLEEDING

L'essudazione di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla

norma UNI 7122.

15.21 PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Secondo il **DM 17-01-2018** la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione, per tutta la vita nominale prevista in progetto.

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.

Secondo quanto previsto nel § 11.2.11 del **DM 17-01-2018**, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, deve fissare le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti. Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

In particolare, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1, garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutti gli elementi prefabbricati e/o precompressi.

15.22 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1.7 del **DM 17-01-2018**, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni" 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 (febbraio 2008).

15.23 CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La confezione dei conglomerati cementizi non prodotti con processo industrializzato dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori, conformi alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., nonché alle caratteristiche seguenti per quanto applicabili. Qualora il calcestruzzo sia prodotto con processo industrializzato non occorrerà alcun esame preventivo da parte della Direzione Lavori, la quale si limiterà ad acquisire la documentazione indicata al punto 15.24

15.24 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 calcestruzzo medesimo. Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

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.

Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206-1 sul quale dovranno essere riportati almeno:

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori.

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.

È facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

15.25 POSA IN OPERA

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori; nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre 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.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. L'altezza di caduta

libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella III).

Tabella III – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

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.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

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.

Per la finitura superficiale di solette e pavimentazioni 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 unicamente scostamenti inferiori a 10 mm.

Quando il getto deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

15.26 POSA IN OPERA IN CLIMI FREDDI

Le operazioni di getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura dell'aria scenda 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). In alternativa è possibile utilizzare, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e, se autorizzati dalla D.L., opportuni additivi antigelo. Oltre alle succitate precauzioni occorrerà mettere in atto particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. per evitare una dispersione termica troppo rapida.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi qualora la temperatura scenda al di sotto di 263 K (-10 °C).

In ogni caso, prima di dare inizio ai getti, è fatto obbligo di verificare che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto. Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

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 dovrà essere mantenuta entro i 298 K (25 °C): per i getti massivi (di cui al punto 8.6.7) tale limite dovrà essere convenientemente diminuito.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, avendo cura di computarne l'esatta

quantità nel calcolo del rapporto a/c (di cui al punto 8.5.8) affinché il valore prescritto non subisca alcuna variazione.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa conformi al punto 15.7 e preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Anche in questo caso il manufatto dovrà essere adeguatamente protetto per evitare eccessive variazioni termiche tra l'interno e la parte corticale dei getti.

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 comportasse il protrarsi del lavoro in giornate festive e la conduzione a turni. In nessun caso l'Impresa potrà avanzare richieste di maggiori compensi.

Qualora debbano essere previste riprese di getto sarà obbligo dell'Impresa procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti tipo "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti secondo le indicazioni progettuali e della Direzione Lavori, in maniera tale da non interagire con le armature.

Tra le diverse riprese di getto non dovranno presentarsi distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

15.27 CASSEFORME

Per tali opere provvisorie l'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie 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 atto a consentire la realizzazione delle opere 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'appaltatore è tenuto 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 particolare:

- 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 soprassuolo 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.

Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno l'Impresa dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866; qualora sia previsto l'utilizzo di calcestruzzi 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 parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera occorre verificare la sua

funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto. Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

15.28 STAGIONATURA E DISARMO

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing, conformi alla norma UNI 8656 parti 1 e 2);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli agenti di curing dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti l'Impresa, previa informazione alla Direzione dei Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 3 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 3 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 3 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

Qualora sulle superfici orizzontali quali solette di ogni genere o pavimentazioni si rilevino fenomeni 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.

Resta inteso che durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

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:

- 1) la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare i 303 K (30 °C);
- 2) 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;
- 3) la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare i 333 K (60 °C);
- 4) la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 283 K (10 °C)
- 5) 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 sia all'interno che sulla superficie esterna dei manufatti;
- 6) 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 confezionati secondo quanto indicato al punto 15.12.3 e maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (**DM 17-01-2018**).

Eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 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 reoplastica a ritiro compensato previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 20 mm.

Eventuali ferri (fili, chiodi, reggette) che con funzione di legatura, di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

15.29 GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE 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 dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto e 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 faccia a vista secondo linee rette continue o spezzate.

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 tipologie 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 prevederà 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, poliossipropilene, poliossicloropropilene o da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene).

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo-resinose, 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 il progetto dovrà tenere conto, in numero sufficiente ed in posizione opportuna, dell'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. Le indicazioni progettuali saranno il riferimento per l'Impresa, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione dei Lavori.

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.

15.30 ULTERIORI PRESCRIZIONI PER GETTI MASSIVI

Per opera "massiva" si intende qualunque volume di calcestruzzo con dimensioni tali da richiedere misure preventive per far fronte alla cospicua generazione di calore dovuta all'idratazione del cemento e alle conseguenti fessurazioni dovute cambiamento di volume, sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento del getto. Le seguenti indicazioni si intendono applicabili sia per le strutture di fondazione che per quelle in elevazione.

Quando lo spessore della struttura di fondazione (platea, plinto o trave di fondazione) è superiore a 150 cm, il getto deve essere considerato massivo. Le

strutture o parti di struttura in elevazione (pilastri, pile, muri o setti verticali) con spessore o diametro superiore a 80 cm ed altezza di 400 cm saranno considerate opere massive e pertanto anche in questo caso andranno applicate le seguenti prescrizioni aggiuntive.

Innanzitutto il contenuto minimo di cemento (espresso come somma del dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II -cfr. punto 6.4) dovrà essere adeguatamente stabilito in modo tale che durante il raffreddamento del conglomerato, dopo la rimozione dei casseri, sulla sezione del calcestruzzo non vi sia una differenza di temperatura superiore a 35 °C. A tale proposito il dosaggio di cemento potrà essere utilmente determinato con la relazione:

$$\delta T_{3,\max} = \frac{c \times q_3}{m \times \rho}$$

nella quale:

$\delta T_{3,\max} = 35 \text{ °C}$;

c = dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II (kg/m^3);

q_3 = calore di idratazione unitario del cemento (kJ/kg) a 3 gg. di maturazione (dato fornito dal produttore di cemento);

m = peso specifico del calcestruzzo (kg/m^3);

ρ = calore specifico del calcestruzzo (mediamente pari a 1 kJ/kg °C)

I cementi con i valori di q_3 minori sono classificati nella UNI EN 197-1:2007 e sono contraddistinti dalla sigla "LH" (Low Heat).

In ogni caso il getto dovrà rimanere cassetto per almeno 4 giorni consecutivi, entro casseri ricoperti dall'esterno con materassini termoisolanti che riducano il gradiente termico tra nucleo e periferia del getto. Quando le superfici non casserate avranno iniziato la fase di indurimento occorrerà procedere alla stesa dei materassini anche in queste zone.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti (con le modalità di cui al punto 8.5.1) per ulteriori 3 giorni consecutivi alla rimozione dei casseri; qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla D.L.

Qualora per particolari esigenze costruttive si debba procedere con una rapida rimozione delle casseforme (immediatamente dopo le 24 h dal getto, ma comunque

sempre su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori) la superficie dei getti dovrà essere prontamente ricoperta con fogli di polietilene e tale rimarrà per 7 giorni consecutivi.

15.31 POSA IN OPERA DELLE ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; 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. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi saranno 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.

15.32 ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritatura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa,

ecc.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti realizzati, ad esempio, con pettini in tondini d'acciaio.

Iniezione nei cavi di precompressione

Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Norme Tecniche per le costruzioni di cui al **DM 17-01-2018**), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni che seguono (più restrittive) parte delle prescrizioni analoghe contenute nel citato Decreto:

1) La fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh (punto 8.9.1.1) per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di

sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.

2) L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000 - 5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec), è proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh.

3) Prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di 2 mm di lato.

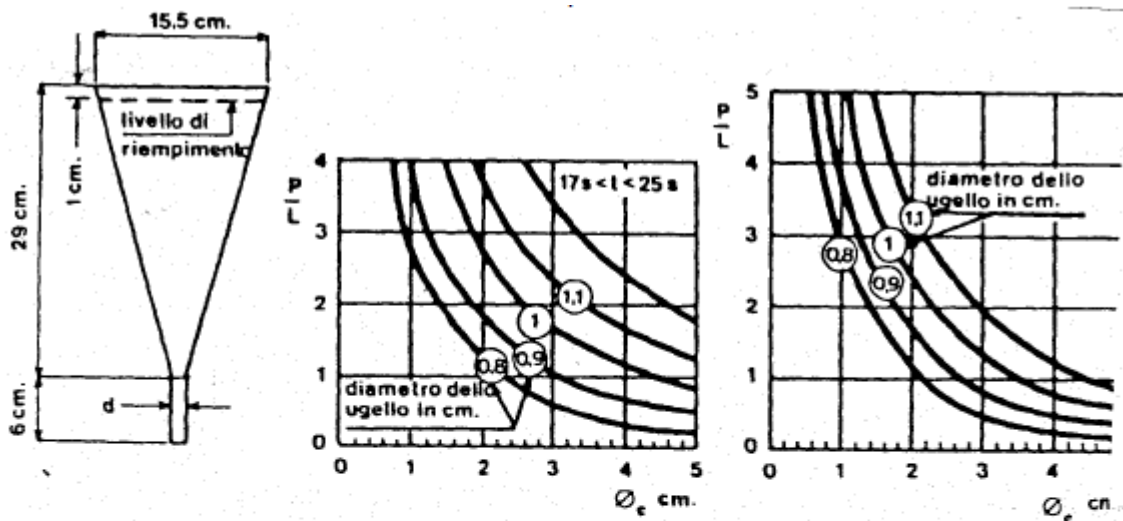
4) L'essudazione non dovrà essere superiore allo 2% del volume (punto 0).

5) Il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 303 K, 30 C).

6) E' tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Ugualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione., la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 h.

7) L'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta.



CONO DI MARSH

A FILI

A TREFOLI

Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm^2)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (ϕG), del diametro dei fili (ϕf) e del loro numero (n)].

(2) *Misura della essudazione della malta.*

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm^3 , $\phi 6\text{ cm}$, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

In caso di interruzioni dovute a cause di forza maggiore e superiori a 5 min, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

8) E' preferibile l'impiego di cemento tipo 32,5 (usando il 42,5 solo per gli impieghi invernali).

Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro d variabile da 8 mm a 11 mm.

La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm^3 di boiaccia (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm^3 , il tempo totale di scolo va diviso per due).

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000

cm³, sarà compreso tra 13 e 25 sec subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

Misura dell'essudazione della boiacca (bleeding).

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, $\varnothing = 6$ cm, riempita con 100 cm³ di boiacca). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria. La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

16. MISCELE A BASSA VISCOSITÀ PER LE INIEZIONI NELLE GUAINI DEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE DI STRUTTURE IN C.A.P. ESISTENTI

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con miscele a bassa viscosità delle guaine di cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).

Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche che i materiali devono possedere e le modalità da seguire per le iniezioni.

16.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Iniezione con sistemi epossidici

- Tipo di resina: sistema epossidico costituito unicamente da resina bicomponente (A+B), pigmentato solo su richiesta della Direzione Lavori. La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di cariche (per esempio cemento) che comunque dovranno essere di natura basica o neutra.

- Tempo di presa: riferito al sistema epossidico puro. Dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 h. Per particolari condizioni operative la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori.

POT-LIFE misurato (secondo SECAM) alla temperatura 293 ± 1 K e umidità relativa del 65% $\pm 5\%$ in bicchiere di vetro della capacità di 100 cm³ su quantità di 50 cm³ di miscela (media su 5 prove).

- Viscosità: riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a 293 ± 1 K ed umidità relativa di $65\% \pm 5\%$. La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostata (media su 5 prove).

- Ritiro: dovrà risultare minore dello 0,19. misurato secondo norma UNI-PLAST 4285

(media su 5 prove).

- Comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela.
- Protezione chimica dei ferri d'armatura: la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A + B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.

Iniezione con boiacche cementizie

- Tipo di boiaccia cementizia: boiaccia cementizia preconfezionata, pronta all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esente da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38.
- Viscosità: la viscosità verrà valutata con cono di Marsh, ugello da mm 12, secondo le modalità indicate al punto 16.1 .l.; il tempo di scolo di 1000 cm³ non dovrà essere superiore a trenta secondi nella boiaccia appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min.
- Ritiro: la boiaccia dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo.
- Essudazione (Bleeding): il materiale dovrà essere esente da bleeding.
- Resistenza meccanica: la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 MPa dopo 3 giorni, 35 MPa dopo 7 giorni ed a 50 MPa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m³.

Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

16.2 MODALITÀ DI INIEZIONE

Iniezioni tradizionali

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione mediante misure geometriche effettuate con riferimento

ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettromagnetica e/o ad ultrasuoni, si dovrà procedere alla localizzazione delle guaine mediante tasselli effettuati con micro-demolitori (Normalmente con un passo di 3-4 m su ogni cavo partendo dal centro della trave).

Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo.

Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.

I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio. La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldata debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti. Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc. in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione.

Tali stuccature saranno effettuate con paste a base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.

Dopo almeno 48 h dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.

Si procederà quindi alla iniezione della miscela scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.

In linea di massima sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzera della

trave dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.

Si inietteranno poi questi ultimi e, successivamente, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.

Naturalmente i tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati. La pressione d'iniezione dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento dei cavi e comunque in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

Iniezioni sottovuoto

Potranno essere usate tecniche di iniezione sottovuoto, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di 1 bar nelle cavità da iniettare e ammettendo poi il materiale di riempimento.

Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte per le iniezioni tradizionali con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.

La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.

A seconda dell'attrezzatura disponibile la valutazione si effettuerà tramite misura (con contaltri) del volume d'aria ammesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di Boyle-Mariotte.

A questo punto si procederà alle iniezioni vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nella cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2-3 bar prima del bloccaggio del tubo d'iniezione.

Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato in genere misurando il

consumo in chilogrammi e passando al volume (Vm) per tramite del peso specifico del materiale stesso, oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto $V_m/V \cdot 100$ (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

16.3 PROVE

Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

16.4 TESATURA DELLE ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE

L'Impresa durante le operazioni di tesatura dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla DL, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura.

Nelle strutture ad armatura pre-tesa le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal conglomerato cementizio per tutta la loro lunghezza.

17. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l'Impresa dovrà fare riferimento ai documenti di progetto i quali dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (**DM 17-01-2018**), nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse Norme.

17.1 MANUFATTI PREFABBRICATI DI PRODUZIONE OCCASIONALE

Come prescritto al § 11.8.1 del **DM 17-01-2018** gli elementi costruttivi di produzione occasionale (ad esempio in impianti temporanei di prefabbricazione esterni al cantiere o allestiti a piè d'opera) devono essere realizzati attraverso processi e in stabilimenti sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo le procedure di cui ai §§ 11.8.2, 11.8.3, 11.8.4 (per quanto esplicitamente applicabile al campo della produzione occasionale).

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del **DM 17-01-2018**. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

17.2 MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE

Al § 4.1.10 del **DM 17-01-2018** sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del **DM 17-01-2018**. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica

quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del **DM 17-01-2018**. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del **DM 17-01-2018**, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Ai fini della verifica di quanto sopra l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

17.3 TOLLERANZE DI ESECUZIONE

La Direzione Lavori procederà sistematicamente, sia in corso d'opera che a struttura ultimata, alla verifica delle quote e dimensioni indicate nel progetto esecutivo. Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:	
- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto	S = ± 2.0cm
- dimensioni in pianta	S = - 3.0 cm o + 5.0 cm
- dimensioni in altezza (superiore)	S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- quota altimetrica estradosso	S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:	
- posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto	S = ± 2.0 cm
- dimensione in pianta (anche per pila piena)	S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle	S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- quota altimetrica sommità	S = ± 1.5 cm
- verticalità per H ≤ 600 cm	S = ± 2.0 cm
- verticalità per H > 600 cm	S = ± H/12
Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:	
- spessore:	S = -0.5 cm o + 1.0 cm
- quota altimetrica estradosso:	S = ± 1.0 cm
Vani, cassette, inserterie:	
- posizionamento e dimensione vani e cassette:	S = ± 1.5 cm
- posizionamenti inserti (piastre, boccole):	S = ± 1.0 cm

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Per le tolleranze sopra riportate sono possibili variazioni qualora:

- nel progetto esecutivo siano stati indicati valori differenti per gli scostamenti ammessi;
- la Direzione dei Lavori, per motivate necessità, faccia esplicita richiesta di variazione dei valori.

17.4 PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I calcestruzzi degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio. Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto alla Direzione dei Lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista e all'Impresa.

I criteri generali sono i seguenti:

- Le prove di carico ai fini del collaudo statico dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della D.L.
- L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata con la D.L. a cura dell'Impresa con adeguato anticipo. L'Impresa dovrà verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista contrattualmente e dalla normativa vigente.
- Prima della effettuazione delle prove l'Impresa dovrà concordare con la D.L. la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operatività e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie
- Sarà cura dell'Impresa assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

L'Impresa, infine, è tenuta ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi, volti a sanare situazioni ritenute insoddisfacenti, da parte della Direzione Lavori, del Collaudatore o del Progettista.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

18. DIAFRAMMI E PALANCOLATE

18.1 GENERALITA'

18.1.1 Classificazione-

si farà riferimento alla seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati.

Diaframmi

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

Palancolati

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

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

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

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

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

18.1.2 Normativa Di Riferimento

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

-Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.

-Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

-ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".

-DIN 4150

18.2 DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici. Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata (C_u), che alla generica profondità h soddisfino alle condizioni:

$$C_u \geq \gamma h / 3$$

Dove:

γ = peso di unità di volume totale;

la perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro. Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

Dovranno quindi essere minimizzati

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

18.3 PALANCOLATI

L'Appaltatore dovrà comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi. La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Appaltatore provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Appaltatore stessa.

18.3.1 Tolleranze Geometriche

Diaframmi in c.a.

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a $S/3 L$ (S = Spessore; L = profondità del diaframma). Le tolleranze ΔS sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

$$-0,01 S < \Delta S \leq 0,1S$$

-per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

$$-0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S$$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto ± 20 cm. L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori,

senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Appaltatore è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il

Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

Palancolati

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

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

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

18.4 PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO

Diaframmi

L'Appaltatore avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm. con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0.35 x 0.80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le cassature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

Palancolati

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

18.5 MATERIALI DIAFRAMMI

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel punto 0 della sezione "pali" del presente Capitolato.

Nel caso che la perforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza

sufficiente ad evitare “effetti pistone” allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato. La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidi, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni richieste dal presente Capitolato.

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 5 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,04,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiori a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con Dmax non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine,

messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

Calcestruzzo

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m³/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in

esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

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

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

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

18.6 MODALITÀ ESECUTIVE

Diaframmi

Posa in opera del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 mc, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto. Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 -3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Appaltatore adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Palancolati

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati

tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

prescrizioni di progetto.

Tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito al punto 2.4.1.2 del presente Capitolato.

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

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

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

L'Appaltatore potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

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

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

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

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

▪ SPECIFICA DI CONTROLLO

La seguente specifica si applica ai diaframmi e palancolati, precedentemente esaminate.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più

specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

Diaframmi

Materiali

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio, si utilizzeranno le specifiche di controllo riportate in corrispondenza dei punti 0 e 0 della sezione "pali" del presente Capitolato.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

Controlli in fase esecutiva

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la DL, per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- valore degli "slump" del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 m³ di conglomerato cementizio impiegato;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;

- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione "pali" del presente Capitolato.

Prove di controllo sugli elementi di diaframma

Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo, tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri e il diagramma di carichi-cedimenti.

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello -terreno. Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 – 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

Prove di carico laterale

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL.

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

Controlli non distruttivi

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in

relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione, dovranno essere predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto. Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte. L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale. Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi

diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto le presenti norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Scavi attorno al fusto del diaframma

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 -5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Prove su pannelli strumentati

Per tali tipi di pannelli oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti.

Si dovrà procedere ai seguenti controlli:

Subito dopo il getto del pannello strumentato si dovrà procedere alla verifica della funzionalità della strumentazione installata, al fine di accertarsi che non abbia subito alcun danno. Oltre al controllo di funzionalità precedente, si dovranno eseguire degli ulteriori controlli, ma con registrazione dei dati.

Tali controlli verranno effettuati con le seguenti cadenze a partire dalla data del getto:

1° controllo: a 7 giorni;

2° controllo: a 14 giorni;

3° controllo: a 28 giorni;

4° controllo: immediatamente prima della prova di carico;

I dati dovranno essere registrati su apposito modulo, riportante oltre all'identificazione del pannello anche la data (giornaliera e progressiva) dei controlli, saranno allegati, insieme alla documentazione della prova di carico. In particolare il controllo n. 4 costituirà la misura origine per le letture successive.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti se ciò era già stato concordato con la Direzione Lavori:

Controllo delle deformazioni

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo. Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro o 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio. L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati

Palancole

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

Controlli in fase esecutiva

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conterà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Appaltatore dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi. Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Appaltatore oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Appaltatore a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.

19. PALI

19.1 CLASSIFICAZIONE

a) Pali di medio e grande diametro

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

b) Micropali

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

19.2 DEFINIZIONI

a) Pali infissi

a.1) Pali infissi gettati in opera

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

-Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.

Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

-Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere

chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

-Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.

-Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

-Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in operati farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a secondo delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

19.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n°30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

19.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

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

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Appaltatore predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

19.5 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

19.5.1 Soggezioni Geotecniche E Ambientali

a) Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali; Quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti;

L'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare, se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150, e nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito. I prefori sono a cura e spese dell'Appaltatore.

b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

-la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni

incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq gH/3$$

dove:

g = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
- rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
- la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi

o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del seccione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

c) Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

19.6 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Appaltatore alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Appaltatore, saranno eseguiti in numero di 1 per ogni tratta con caratteristiche geotecnicamente omogenee.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive

Nel caso in cui l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Appaltatore si farà carico di presentare documentazione scritta.

19.6.1 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 34 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo

solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Appaltatore, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Appaltatore esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto, l'Appaltatore dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Rivestimenti metallici

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

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

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

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

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

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni “calcestruzzi” del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Appaltatore dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefiori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- · acqua (chiara di cantiere);
- · bentonite in polvere;
- · eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%

Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm ³
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli

elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m³
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Appaltatore dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m³;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda). Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi. In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione. Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

19.7 TIPOLOGIE ESECUTIVE

19.7.1 Pali Infissi

Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere. In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) $R_{bk} \geq 50$ MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (CNR-UNI 7163 – 79).

Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore. I pali potranno essere precompressi, se richiesto mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti. I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti. L'estremità inferiore del

palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (Rck) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto. La DL ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire. Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- sulla lunghezza: uguale a $\pm 1\%$ e comunque non superiore ai ± 15 cm, per pali aventi diametro $d < 600$ mm e ± 25 cm per pali aventi diametro $d \geq 600$ mm;
- sul perimetro: uguale al $\pm 2\%$;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): $\pm 3\%$;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: $\leq 15\%$ del diametro nominale in testa;
- quota testa palo: ± 5 cm.

L'Appaltatore è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della DL, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà a cura e spese dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto, dovrà essere riportato il numero

progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Appaltatore dovrà presentare sugli elaborati grafici riguardanti le fondazioni, la pianta della palificata e la posizione planimetrica di tutti i pali (inclusi gli eventuali pali di prova) con numero progressivo, ed un programma cronologico delle modalità di infissione elaborato in maniera tale da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere adiacenti e sui pali già installati.

Attrezzature per infissione

Le attrezzature di infissione dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto.

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti in sito, è da prescriversi una energia minima di 120 kJ.

L'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

- marca e tipo di battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino, la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori; -peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

- marca del vibratore;
- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore. L'efficienza "E" non dovrà essere inferiore al 70 %.

La DL potrà richiedere la strumentazione del battipalo, per misurare la velocità terminale del maglio per ricavare sulla base delle reali caratteristiche dell'attrezzatura certificata dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

Infissione

L'infissione si realizzerà tramite battitura, senza asportazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni di acqua. L'avanzamento del palo in tali terreni avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura. Tali iniezioni di acqua dovranno essere sospese non appena si è superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto. Nella eventualità di esigenze realizzative di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni di acqua, si potranno eseguire dei "prefori", aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla sezione minima del palo. Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se presente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto. I prefori sono a cura e spese dell'Appaltatore. Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi m 2,0 -m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

A) la lunghezza minima di progetto;

B) il rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 2,5 cm.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Appaltatore dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.) la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3.-0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapportini che si tratta di ribattitura.

Pali infissi gettati in opera

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma. L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sul diametro esterno della cassaforma infissa: $\pm 2\%$;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): $\leq 2\%$;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale;
- per la lunghezza e la quota testa palo, vale quanto riportato nel 19

-Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare in inferiore a quella di progetto.

Tolleranze geometriche

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Appaltatore, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Appaltatore dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati (in genere interesse non inferiore ai tre diametri).

Attrezzature per infissione

Valgono le indicazioni riportate nel 19.

E' prevista tuttavia la possibilità di impiego di un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello.

E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale,

con spostamento laterale del terreno naturale. E' ammesso se previsto dal progetto, o se approvato dalla DL, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento.

Nel caso si impieghi un mandrino, questo verrà introdotto nel rivestimento, sarà espanso e mantenuto solidale al tubo forma per tutta la durata dell'infissione e alla fine della quale verrà estratto. Per i pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso.

Il secondo spezzone, nel caso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da una opportuna attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- A) raggiungimento della quota di progetto;
- B) raggiungimento del rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 100 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 10 cm.

Nel caso del raggiungimento del rifiuto la DL potrà richiedere all'Appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc).

L'Appaltatore al fine di contenere le vibrazioni o il danneggiamento di opere o pali già esistenti, potrà eseguire prefiori, i quali dovranno avere un diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento.

Di norma la profondità da raggiungere sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante se esistente.

Il prefioro, potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati e/o cementati.

I prefiori sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Formazione del fusto del palo

Terminata l'infissione del tuboforma, verrà posta al suo interno la gabbia di armatura, secondo le modalità descritte nel punto 0

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti

nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non sia superiore ai 15 cm.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere effettuato a partire dal fondo del foro utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro $d = 20 - 25$ cm, in spezzoni della lunghezza di 3.0 m, alla cui estremità superiore è collocata una tramoggia di capacità pari a $0.40 - 0.60$ m³.

Il getto dovrà essere portato sino a $0.5 - 1.0$ m al di sopra della quota di progetto della testa del palo.

Nel caso di pali infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio, si provvederà alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente le seguenti caratteristiche:

rapporto $a/c \leq 0,4$;

“slump” $s \leq 4$ cm

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua e/o terreno.

A tale scopo il rivestimento dovrà avere la scarpa sotto un battente di calcestruzzo di almeno 2.0 m.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere tale da rispettare le caratteristiche riportate nel punto 0

19.7.2 Pali Trivellati

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli

risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 0.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al

raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 0.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 0

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprevedibile un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere

costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

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

Formazione del fusto del palo

Valgono le indicazioni riportate nel punto •.

Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Appaltatore, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti

necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le prescrizioni del punto 0

Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 0. Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto •

MICROPALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Appaltatore, anche mediante l'esecuzione di

micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali. Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

-acqua;

-fanghi bentonitici;

-schiuma

-aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq gH/3$$

dove:

g = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 0. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a $R_{ck} \geq 25$ Mpa. A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m^3 di prodotto, dovrà essere la seguente:

-acqua : 600 kg

-cemento : 1200 kg

-additivi : 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$g = 1.8 \text{ kg/dm}^3$. Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m^3 di prodotto finito:

-acqua : 300 kg

-cemento : 600 kg

-additivi : 5 ÷ 10 kg

-inerti : 1100 ÷ 1300 kg

Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto •

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia

tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

-pressione max di iniezione : ≈ 100 bar

-portata max : ≈ 2 m³/ora

-n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 0

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto •, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a

bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

19.8 PROVE DI CARICO

19.8.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

-prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non

bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in

generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});

-prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della

palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da

raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2.5 \div 3$ volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre ad eventuali prove di carico a rottura devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Appaltatore dovrà effettuare prove di carico assiale di collaudo sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la

prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

19.8.2 Prove Sui Pali Di Grande Diametro

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (≈ 3 mesi). Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

-i martinetti siano uguali;

-l'alimentazione del circuito idraulico sia unica. La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

-pali di contrasto, dimensionati a trazione;

tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a

sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Appaltatore, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico. Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo. Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo. Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min.} = 1.5$ m). Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone. Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP , fino a raggiungere il carico Pes

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

-t = 0 (applicazione del carico)

-t = 2'

-t=4'

-t=8'

-t =15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (t = 15'):

$ds \leq 0.025 \text{ mm}$.

Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

-t=0

-t=5'

-t=10'

-t=15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

-t = 30'

-t = 45'

-t = 60'

2° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1°Ciclo.

c) Il carico P_{prova} , quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità 3 dP) con

misure a:

- t = 0

- t = 5'

- t = 10'

- t = 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - dP$)

- cedimento (P_{lim}) ≥ 0.10 diametri.

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

-il n° del palo con riferimento ad una planimetria;

-l'orario di ogni singola operazione;

-la temperatura;

-il carico applicato;

-il tempo progressivo di applicazione del carico;

-le corrispondenti misure di ogni comparatore;

-i relativi valori medi;

-le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova. Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio. La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).

- diagrammi carichi

- cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi – cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 19.8.2.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del

piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto. Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in

superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto • e seguenti.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori. Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità. Gli

spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

19.8.3 Prove Di Carico Su Micropali

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto

•.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

-le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

-la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad

evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 0

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micropali.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo. La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{ES} .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$ (applicazione del carico)- $t = 2'$ - $t = 4'$ - $t = 8'$ - $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$s \leq 0.025$ mm.

c) Per il livello corrispondente a P_{ES} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0$, $t = 5'$, $t = 10'$, $t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30'$, $t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità $1/3 P_{ES}$ Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
c) Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$ Applicazione rapida di un carico di entità $2/3 P_{ES}$

e) Lettura dei cedimenti come in "b"

f) Scarico come in "c"

g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{ES}

h) Lettura dei cedimenti come in "b"

i) Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico P_{prova} , quando è $< P_{lim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0$, $t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$

- $s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$

ove :

d = diametro del micropalo s_{el} = cedimento elastico del micropalo.

Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto •.

19.8.4 Prove Non Distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Appaltatore a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5%-del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle

operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Appaltatore, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

19.9 SPECIFICHE DI CONTROLLO

19.9.1 Generalità

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.. Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia. Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

- D.M. 9/01/1996;
- D.M. 11/03/1988;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 – 1979;
- DIN – 4150;
- D. M. 16/01/96.

L'Appaltatore dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1" ½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo,

con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

19.9.2 Pali Infissi

Per i pali infissi gettati in opera e per i pali prefabbricati in cantiere, si dovrà verificare che ogni lotto di armature posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste in progetto.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già confezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 0 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Per quanto riguarda i pali realizzati mediante l'infissione di rivestimenti metallici, questi dovranno soddisfare le indicazioni riportate nel punto 0 del presente Capitolato.

Nel caso sia previsto un rivestimento protettivo per la camicia metallica, si dovrà che questo sia presente su tutto il rivestimento e sia al tempo stesso integro nonché rispondente alle indicazioni di progetto e del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di pali infissi prefabbricati in stabilimento, ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati per l'armatura metallica utilizzata e per il calcestruzzo impiegato (Rck).

L'Appaltatore dovrà operare in maniera tale che per ogni palo prefabbricato sia rintracciabile il lotto corrispondente di materiale impiegato.

In assenza di tali certificazioni i manufatti corrispondenti non potranno essere posti in opera.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle geometrie e delle caratteristiche dei materiali.

I pali infissi dovranno essere realizzati nel rispetto delle tolleranze che sono riportate in corrispondenza del punto • e • del presente Capitolato, rispettivamente per ciascuna tipologia di palo impiegato.

Per ciascun palo l'Appaltatore dovrà redigere una scheda dove verrà riportato quelli che sono i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovrà essere riportato:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- data di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- tempo di infissione;
- rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 4 m, e ogni 1 m nel tratto precedente;
- profondità di progetto;
- rifiuti per eventuale ribattitura;
- eventuale strumentazione e posizione della stessa per il controllo dell'efficienza del battipalo e della velocità terminale del maglio;
- controllo delle vibrazioni (DIN – 4150);
- risultati delle eventuali prove richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso di pali battuti gettati in opera, oltre ai precedenti controlli:

- data del getto;
- tipo di tappo impiegato;
- quantità di calcestruzzo posto in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e fusto;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;

- geometria delle gabbie di armatura;
- eventuali ulteriori prove richieste dalla Direzione Lavori.

19.9.3 Pali Trivellati

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera. Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 0 del presente Capitolato. La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 0 e 0).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto •

Per ciascun palo l'Appaltatore dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 0), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;

- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

-prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

-prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

-prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

-residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 -2332;

-tenore di umidità;

-limite di liquidità;

-decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Appaltatore, a Laboratorio Ufficiale.

Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiatura che dovranno essere a disposizione in cantiere.

Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al

basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco -conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm³ e il livello corrispondente 500 cm³.

Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha

assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa. Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO₂).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente

con la vite di pressione. Poi si monter  la bomboletta di CO2 e si dar  pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si dar  pressione si far  scattare il cronometro e si misurer  l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sar  raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm³ verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarr  la carta da filtro e si misurer  lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualit  del fango, a cura dell'Appaltatore e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densit  del fango biodegradabile fresco;
- densit  del fango biodegradabile e viscosit  del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovr  essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Appaltatore, potr  essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla D.L.

19.9.4 Pali Trivellati Ad Elica

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate al punto 19.9.3.

Per ciascun palo l'Appaltatore dovr  redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze (punto 0) ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n  progressivo del palo cos  come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonch  di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;

- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- misura dello “slump” (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefiori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

19.9.5 Micropali

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi

dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 0 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei preforni, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

-nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;

-nel caso di armature a tubo di acciaio , in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;

- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

20. POZZI

20.1 CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONE

I pozzi sono manufatti realizzati nel terreno aventi asse verticale e sezione trasversale costante che potrà essere circolare, ellittica o poligonale, a seconda delle indicazioni di progetto.

I pozzi possono essere impiegati per costituire fondazioni profonde che raggiungano le formazioni giudicate idonee a fornire la capacità portante di progetto e costituiscono opere di sostegno, e spesso accolgono opere di drenaggio.

20.2 GENERALITÀ

L'esecuzione del pozzo può interessare materie di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di acqua; dovrà avvenire garantendo durante le fasi di lavoro la stabilità delle pareti dello scavo in modo tale da evitare frammenti e da minimizzare la riduzione delle caratteristiche meccaniche del terreno circostante.

Il sostegno delle pareti di scavo dovrà essere affidato ad interventi di sottomurazione o ad elementi prefabbricati affondati progressivamente con l'avanzare dello scavo, nonché a coronelle di pali affiancati.

Raggiunta la quota di base del pozzo, la parte strutturale dovrà risultare realizzata in modo conforme a quanto stabilito in progetto, in dipendenza della funzione assegnata al pozzo e delle condizioni geotecniche e idrogeologiche del sottosuolo.

Il materiale di risulta, proveniente dallo scavo, se ritenuto non idoneo al suo reimpiego, dovrà essere portato a discarica.

20.3 MODALITÀ ESECUTIVE

Le modalità ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere conformi ai progetti ed approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Dopo ogni fase di scavo verrà posta in opera una centinatura metallica o un anello in c.a. ed un eventuale priverivestimento in conglomerato cementizio spruzzato armato con rete in acciaio elettrosaldato, di tipologie e dimensioni come riportate negli elaborati progettuali.

Si considera scavo a pozzo quello che ha, in sezione corrente, un'area teorica esterna non superiore a 80 mq ed avente una profondità non inferiore a 3 m.

Scavi aventi un'area teorica superiore agli 80 mq saranno considerati scavi di fondazione a sezione obbligata.

In presenza di trovanti o nell'attraversamento di rocce da mina il metodo di scavo dovrà essere tale da non danneggiare le strutture esistenti, da non penalizzare le caratteristiche meccaniche dei terreni circostanti, da non variare le caratteristiche idrogeologiche locali e dovrà essere condotto con modalità tali che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Qualora ricorra la possibilità che possano derivare danni alle proprietà limitrofe, il benessere della Direzione Lavori all'impiego di esplosivo è subordinato ai risultati di misure vibrazionali e di controllo che l'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese secondo schemi e metodologie approvate dalla stessa Direzione Lavori.

Nel corso dello scavo del pozzo l'Appaltatore dovrà riportare su scheda la natura dei materiali attraversati.

E' facoltà della Direzione Lavori richiedere all'Appaltatore l'esecuzione sistematica di fotografie a colori a documentazione della natura dei terreni attraversati.

Raggiunta una profondità prossima al piano di posa della fondazione, dove possibile lo scavo verrà scampanato dove occorre anche a campioni.

Raggiunta la prevista quota di fondazione, dove possibile si raggiungerà tutto in giro una sporgenza di 50 cm rispetto alla superficie controterra del pozzo, e quindi una dimensione che risulti in ogni punto maggiore di 1.00 m rispetto alla sezione orizzontale, dalla somma di quella netta del pozzo più i due spessori del rivestimento.

In quest'ultimo tratto scampanato non verranno eseguiti anelli in calcestruzzo.

Il fondo dello scavo dovrà essere portato in piano, accuratamente ripulito dai detriti e dal terreno smosso o rammollito eventualmente presente, anche con l'impiego di attrezzi a mano. Prima del getto del conglomerato cementizio magro di regolarizzazione del fondo dello scavo, ciascun pozzo dovrà essere ispezionato dalla Direzione Lavori, cui compete il benessere al getto.

Nel caso i pozzi debbano attraversare terreni sede di falda, l'Appaltatore dovrà

provvedere, a sua cura spese, al suo abbassamento in modo da evitare che si verifichino sifonamenti o riduzioni delle caratteristiche meccaniche dei terreni in sito, ed evitare che tutto ciò possa indurre dei risentimenti sulle opere e sull'ambiente al contorno, oppure eventuali opere di impermeabilizzazione, mediante opportuni consolidamenti.

In funzione della natura e della permeabilità del terreno, delle dimensioni del pozzo e della quota piezometrica della falda, si dovranno predisporre in accordo con la Direzione Lavori gli opportuni mezzi di esaurimento ed abbattimento della falda, quali:

- · pozzetti di aggettamento adeguatamente approfonditi rispetto alle quote man mano raggiunte dallo scavo;
- · pozzi preventivamente trivellati, all'interno o all'esterno del pozzo, equipaggiati con pompe sommerse a funzionamento automatizzato.
- · eventuali opere atte a limitare gli emungimenti (tipo ture o paratie impermeabili).

La potenzialità degli impianti di aggettamento, la quota di regolazione forzata della falda e le installazioni di servizio del pozzo dovranno essere tali da garantire l'evacuazione in sicurezza del personale addetto alle lavorazioni sul fondo del pozzo nel caso di interruzione improvvisa dell'alimentazione di energia elettrica.

Nel pozzo di fondazione potranno anche essere previste opere definitive di drenaggio, quali:

- bande o teli filtranti interposti tra il terreno ed il rivestimento;
 - dreni perforati provvisti di tubi microfessurati eseguiti a partire dall'interno del pozzo;
 - perforazioni o cunicoli per l'alloggiamento delle condutture di recapito delle acque drenate;
- secondo le indicazioni progettuali.

La geometria dell'opera, la classe del conglomerato cementizio da impiegare nelle diverse parti, le armature metalliche ed il grado di finitura delle superfici di ripresa o

eventualmente in vista, dovranno essere conformi alle indicazioni del progetto.

Nel caso di pozzi abbinati, i rivestimenti potranno risultare per un tratto a contatto oppure in comune ed attraverso essi si potrà rendere necessario il passaggio di traversi di collegamento in conglomerato cementizio.

Qualora durante le fasi di scavo si manifestino rilasci o cavità lungo le pareti, l'Appaltatore dovrà provvedere tempestivamente a sua cura e spese, ad eseguire iniezioni di intasamento con le modalità che saranno via via indicate dalla Direzione Lavori.

Allorché il pozzo viene impostato su un terreno in pendio molto acclive potrà essere richiesto dal progetto che la parte sommitale del rivestimento (edicola) venga conformata a becco di flauto in modo tale da assecondare la morfologia locale.

In funzione delle locali condizioni di stabilità, l'edicola potrà essere realizzata o preliminarmente mediante struttura non vincolata al pozzo o per sottomurazione dei primi anelli ad altezza variabile (massima a monte e minima a valle).

Nel caso l'edicola venga realizzata preliminarmente all'esecuzione del pozzo, previo sbancamento, della struttura.

L' Appaltatore dovrà provvedere all'immediato rinterro a tergo .

20.4 CONTROLLI

L'esecuzione di ciascun pozzo comporterà la registrazione delle seguenti indicazioni su apposita scheda compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori:

- dimensioni e caratteristiche del pozzo;
- modalità esecutive;
- caratteristiche della falda;
- stratigrafia dettagliata dei terreni attraversati corredata, dove richiesto, da documentazione fotografica;
- descrizione delle eventuali situazioni anomale e dei relativi provvedimenti adottati (iniezione di intasamento,
- descrizione delle eventuali opere di drenaggio poste in opera.

Per quanto riguarda i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate nella sezione “Calcestruzzi” del presente Capitolato.

Per quanto riguarda gli scavi valgono le indicazioni riportate nella sezione “Movimenti di terra” del presente Capitolato.

21. PAVIMENTAZIONI

21.1 GENERALITA'

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2.5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà assegnata la stessa pendenza trasversale. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2.5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Appaltatore dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è

ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2.5%.

21.2 STRATI DI FONDAZIONE

21.2.1 Fondazione Stradale In Misto Granulometricamente Stabilizzato

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

21.2.2 Fondazione Eseguita Con Materiale Proveniente Da Cava, Da Scavi O Da Depositi

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

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

Serie	Passante %
crivelli e setacci UNI	totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
crivello 5	25 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,4	7 - 22
setaccio 0,075	2 - 10

c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 -1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65-potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto

all'umidità ottima di costipamento.

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

g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'Appaltatore dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere allontanato dal cantiere.

21.2.3 Modalità Esecutive

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il 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 dispositivo 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'Appaltatore. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione 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 sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:
di Pc (100 -x)

$dr = \frac{100 P_c - x d_i}{100}$

100 Pc -x di

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di

miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 -0, 25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa. In caso contrario l'Appaltatore, 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 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'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

21.2.4 Fondazione In Misto Cementato Confezionato In Centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito inferiore ai 10 cm.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 -1971):

Serie	Passante
crivelli e setacci UNI	totale in peso
crivello 40	100
crivello 30	80 - 100
crivello 25	72 - 90
crivello 15	53 - 70
crivello 10	40 - 55
crivello 5	28 - 40
setaccio 2	18 - 30
setaccio 0,4	8 - 18
setaccio 0,18	6 - 14
setaccio 0,075	5 - 10

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 -1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30 -60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5

punti percentuali di ceneri.

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Studio della miscela in laboratorio L'Appaltatore dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova “brasiliiana” (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Modalità esecutive

Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e

l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:-rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

-rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Protezione superficiale

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

Requisiti di accettazione

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Appaltatore dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito 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, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure 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 sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR-146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h 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 Lavori e l'Appaltatore, 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 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

21.3 STRATO DI BASE

Generalità

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 n. 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della

Direzione dei Lavori.

Inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. -1953 (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. -1953 - (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere 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 sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

-equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -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.

Legante.

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B" .

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298K, 100g, 5s	0,1 mm	65 - 85	85 - 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298K, min.	Cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433 K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variatione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ + 10 / ≤ 283

L' indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:
 indice di penetrazione = $20 u - 500 v / u + 50 v$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = $\log. 800 - \log. \text{penetrazione bitume in dmm (a 25°C.)}$.

Miscela

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

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Serie crivelli e setacci U.N.I.	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	20 + 40
Setaccio 0,4	6 + 20
Setaccio 0,18	4 + 14
Setaccio 0,075	4 + 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

-il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg 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 compresi 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.

-Le miscele di aggregati e leganti idrocarburuci dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, 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 di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

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

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

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

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

Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

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 2 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 2 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 telone di copertura per evitare i raffreddamenti

superficiali eccessivi e formazione 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 possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

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, su carote di 15 cm di diam.; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

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 m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori di progetto.

21.4 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

Generalità

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

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme

C.N.R. 1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

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

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso

elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

-Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,80;

coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

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

-Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,85;

coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R 137-1992);

-materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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

esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

-equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;

-materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 -("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B"

Miscela

1) Strato di collegamento (binder).

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

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 381973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

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

la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso	
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	–
Crivello 15	90 – 100	100
Crivello 10	70 – 90	70 – 90
Crivello 5	40 – 55	40 – 60
Setaccio 2	25 – 38	25 – 38
Setaccio 0,4	11 – 20	11 – 20
Setaccio 0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio 0,075	6 – 10	6 – 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973). L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate). Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm. Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm. Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al $10\% \pm 2\%$.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza. Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra

3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

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

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione degli impasti

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

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti

l'adesione dei bitumi -aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume -aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l' Appaltatore un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume -aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. -D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R 138-1992) per determinare

l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

-Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati precedentemente nel presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

Legante "E" : legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale

TERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333+343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 2

Legante "F" : legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale

TERISTICHE	UNITA'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 1.8

Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", l'intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Passante totale in peso %

Serie crivelli e setacci UNI	Fuso A "Granulone"	Fuso B "Intermedio"	Fuso C "Monogranulare",
Crivello 20	100	100	100
crivello 15	80 - 100	90 - 100	100
crivello 10	15 - 35	35 - 50	85 - 100
crivello 5	5 - 20	10 - 25	5 - 20
setaccio 2	0 - 12	0 - 12	0 - 12
setaccio 0,4	0 - 10	0 - 10	0 - 10
setaccio 0,18	0 - 8	0 - 8	0 - 8
setaccio 0,075	0 - 6	0 - 6	0 - 6

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

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela "granulone" (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela "intermedio" (fuso B)
- drenabilità buona: miscela "monogranulare" (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento “?” in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frekuensi (Hz)	Coeff. fonoassorbimento (?)
400 – 630	? > 0,15
800 – 1600	?? > 0,30
2000 – 2500	? > 0,15

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso “A” e 600 kg per quelli con Fusi “C” e “B”.
- Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso “A” ed a 250 per i Fusi “B” e “C”; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela “granulone” ,	(fuso A)	16% - 18%
miscela “intermedio”	(fuso B)	14% - 16%
miscela “monogranulare”	(fuso C)	12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova “Brasiliana”) (CNR 97 – 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	0.70 – 1.10	0.25 – 0.42	0.12 – 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni indicate precedentemente nel capitolo, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo “E”.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato

all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$$K_v = 15 \cdot 1,0^{-2} \text{ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).}$$

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

21.4.1 Emulsioni Modificate

Le emulsioni bituminose per uso stradale saranno scelte, a seconda dell'impiego, fra quelle basiche/anioniche o quelle acide/cationiche, tenendo conto che le prime hanno maggiore affinità con gli aggregati di natura acida e le seconde con gli aggregati di natura basica

Le emulsioni dovranno corrispondere alle prescrizioni del CNR-Fasc. 111 del 1958 "Norme per l'accettazione di emulsioni bituminose per usi stradali".

Le emulsioni bituminose modificate, sono di natura acida/cationica, utilizzano come legante il bitume modificato e dovranno possedere i requisiti indicati nella successiva tab. 2.

TAB. 2 - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE

Caratteristiche	Unità di misura	Valori	Norme di riferim.
contenuto di acqua	% in peso	<35	CNR - BU ⁰ 100
contenuto di bitume	% in peso	> 65	CNR - BU n ⁰ 100
contenuto di flussante	% in peso	< 2	CNR - BU n~ 100
velocità di rottura demulsiva	% in peso	• 50	ASTM 0 244
omogeneità . .	% in peso	<0,2	ASTM D 244
sedimentazione a 5 gg.	% in peso	< 5	ASTM D 244
viscosità Engier a 20 °C	⁰ E	> 15	CNR - BU n~ 102
grado di acidità	pH	< 7	ASTM E 70

21.4.2 Bitumi Per Mani D'attacco

Sono bitumi modificati impiegati tal quali e non sotto forma di emulsioni. Sono spruzzati a caldo ($T > 180$ °C) e realizzano una membrana in opera che non solo impermeabilizza il sottofondo ma costituisce, anche, un diaframma che impedisce il rimontare delle fessurazioni provenienti dal basso.

Per questo tipo di applicazione sono più adatti i bitumi con gradazione compresa tra 50/70 e 70/100; si suggerisce di utilizzare un bitume di classe 3 o classe 4

AVVERTENZE

Il controllo relativo all'osservanza delle norme tecniche che regolano la qualità e le caratteristiche dei materiali, è competenza di un laboratorio che potrà essere quello dell'Ente Appa/tante oppure, in mancanza, dovrà essere scelto da quest'ultimo, fra quelli di sua fiducia.

-Gli addetti al laboratorio dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti, cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto., il prelievo dei campioni potrà essere eseguito senza preavviso ed in qualsiasi momento. Gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di stesa dovranno facilitare l'opera di prelievo.

-Per i campioni prelevati dalla pavimentazione posta in opera, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e sue spese alla riparazione del manto, riempiendo e costipando i fori eseguiti con materiale idoneo.

-I campioni verranno prelevati in contraddittorio; la Direzione Lavori potrà ordinare la

conservazione nei locali da essa indicati previa apposizione dei sigilli a firma del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore.

21.4.3 Usura Antisdrucchiolo Sma (Splittmastix Asphalt)

Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchiolo SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per la più semplice manutenzione. E' composto da una curva abbastanza discontinua i cui vuoti vengono però riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è stato studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

Inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchiolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR -BU n°1 39/1992.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm)

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato		=100 %
- perdita in peso Los Angeles LA	(CNR - BU n° 34/1973)	< 18 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA	(CNR - BU n° 140/1 992)	> 0,45
- coefficiente di forma " Ci "	(CNR - BU n° 95/1984)	<3
- coefficiente di appiattimento " C _a "	(CNR - BU n° 95/1984)	<1,58
- sensibilità al gelo	(CNR - BU n° 80/1980)	< 20 %
- spogliamento in acqua a 40 ~C	(CNR - BU n° 138/1 992)	= 0 %

Aggregato fino < frazione <4 mm)

L'aggregato fino; sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA	(CNR BU n° 34/1973 - Prova 0)	<25 %
- equivalente in sabbia ES	(CNR - BU n° 27/1972)	>70 %

Filler (additivo minerale)

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR - BU n° 139/92 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNi n° 0,18	passante in peso a secco	100 %
n° 0,075	" "	80%

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, deve passare a tale setaccio anche a secco.

- Nella composizione della curva granulometrica del Fасfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

Fibre minerali

Fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, vetro o acriliche, possono essere inserite in ragione dello 0,20-0,30.% rispetto al peso degli inerti.

Miscela

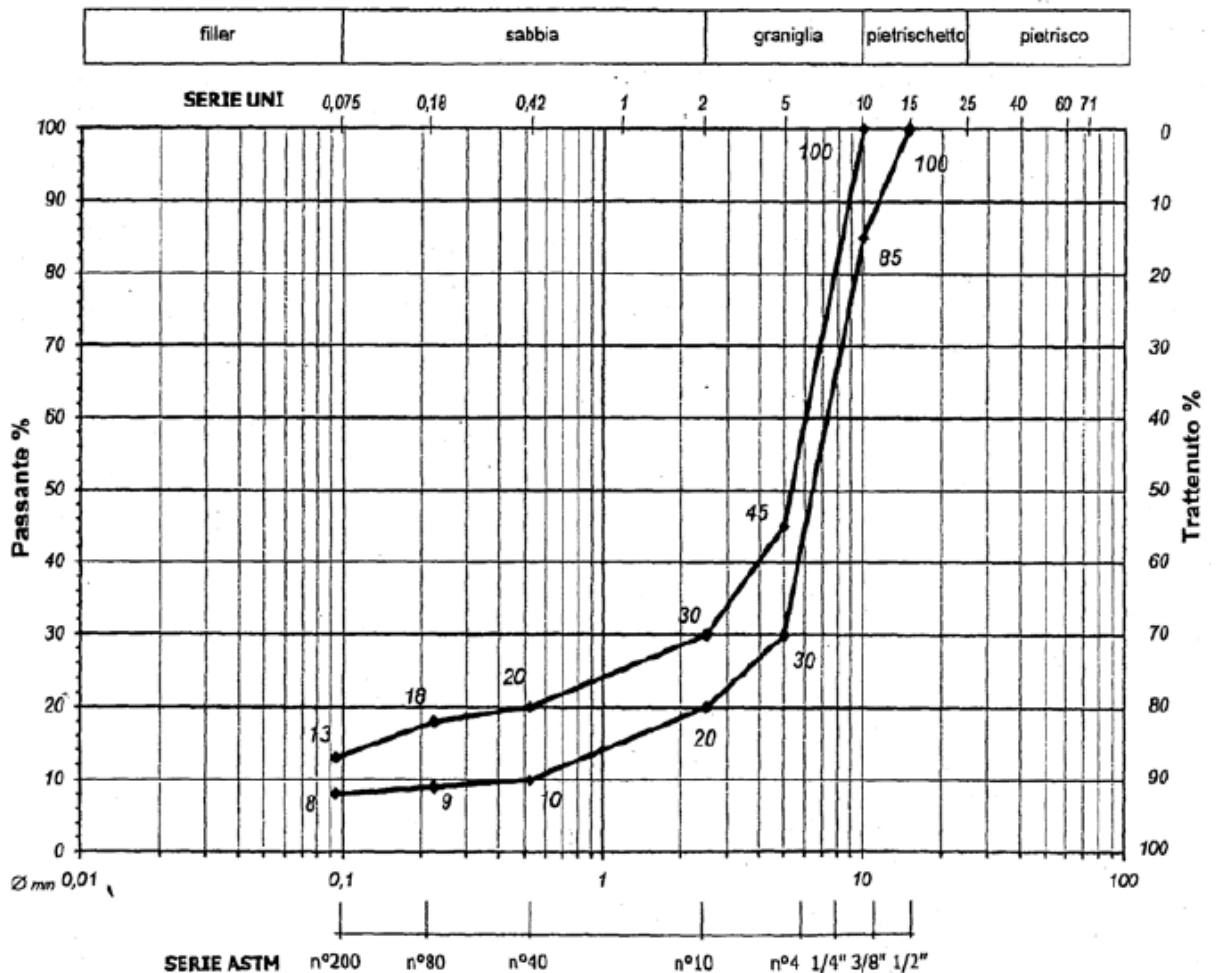
La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei limiti granulometrici del fuso di tab. 05.

Composizione granulometrica indicativa per USURA ANTISDRUCCIOLO SMA 0/10

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 15	100
10	85- 100
5	30-45
setaccio 2	20 - 30
0,4	.10-20
.0,18	9-18
0,075	8-13

CONGLOMERATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO S.M.A. (SPLITMASTIX ASPHALT)



-Legante

H legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiole SMA, sarà bitumemodificato scelto tra quelli previsti in tab.1; si

suggerisce di utilizzare un bitume 50/70 di classe 3 o classe 4. Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 5,5 -7,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Rapporto filler / bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1.1 e 1,7.

Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchio SMA, dovrà essere almeno pari a 3 -4 cm.

Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchio SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti nella tabella seguente.

Requisiti del conglomerato per USURA ANTISDRUCCHIOLO (SMA)	Unità di misura	Valori.	Norma di rif.
stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	kg	>1000	CNR- BU n° 30/73
rigidezza Marshall	kg/mm	> 350	CNR - BU n° 30/73
massa vol.delle carote indist. rispetto provini Marshall		> 97	CNR - SU n° 40/73
percentuale di vuoti residui	%	2 - 4	: CNR - BU n° 39 / 73
resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25°C	kg/cmq	> 6	CNR - BU n° 134/91
coefficiente di aderenza trasversale (15-90 go.)	CAT	>0,55	CNR - BU n° 147/92
macrorugosità superficiale (15-180 99.)	HS,	>	CNR - BU n° 94/83
		0,6	
impronta con punzone da mmq 500	mm	< 2	CNR - BU n° 136/91

Controllo dei requisiti di accettazione

Vedi NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI contenute nella PARTE III, con la sola eccezione delle avvertenze di seguito riportate.

AVVERTENZE

-Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente a quella e dovrà osservare l'osservanza con esami giornalieri

-Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame del/e

miscele prelevate alhm pianto come pure dall'esame de/fe carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantita' teorica del bitume di ancoraggio.

Confezione e posa in opera delle miscele

Vedi NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI contenute nella PARTE III, con fa sola eccezione delle avvertenze di seguito riportate.

AVVERTENZE

La compattazione dei conglomerati dovra' iniziare appena stesi dalla vibro finitrice e condotta a termine senza interruzioni. L 'addensamento dovra' essere realizzato solo con rulli lisci di idoneo peso (8-10 t) e caratteristiche tecnologiche avanzata in modo da assicurare il raggiungimento di una densita' pari al 97% della densita' Marsh a/l.

Preoarazione delle superficie stradale

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA (spittmastix asphalt), e necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avra' lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sar  eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di $kg\ 1.0 \pm 0.2$ al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovra' provvedere allo spargimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 8112 mm, in quantita' di circa 6-8 litri / mq. In casi particolari o quando la D.L o ritenga opportuno, si potra realizzare la mano di attacco, utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dalla tab.2, effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di $kg.1.5 \pm 0.2$ al mq. e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata, dovra essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

21.4.4 Trattamenti Superficiali

Generalit 

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda

mano, l'Appaltatore delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Appaltatore l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

Trattamento con emulsione a freddo.

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato. Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Appaltatore resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte

quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m² di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Appaltatore.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m 1,20 per 100 m , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Appaltatore

provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente. L'Appaltatore sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Appaltatore è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Appaltatore per tale titolo.

Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l' 80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame. I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957 .

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dar e la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i

quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e,

quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Appaltatore dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Appaltatore provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

21.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Appaltatore dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile,

provvedendo poi alla scarificazione della pavimentazione esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

21.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

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.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS

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 del cavo 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'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuta a darne

immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato 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.

21.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

21.7.1 Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

- Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

- Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della D.L.

- Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai

nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.

Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N .R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

- Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore -mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur

riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

- Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

21.8 MICROTAPPETI A FREDDO

21.8.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

- Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di

cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

▪ Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il Δ PA dovrà essere $\geq 5^\circ\text{C}$;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

▪ Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo Crivelli e setacci UNI		9 mm	6 mm	4 mm
15	Passante: %	100	100	100
10	Passante: %	85 ÷ 100	100	100
5	Passante: %	55 ÷ 75	55 ÷ 80	85 ÷ 100
0,4	Passante: %	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
0,18	Passante: %	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
0,0075	Passante: %	4 ÷ 10	5 ÷ 10	6 ÷ 10

Miscela con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

- Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

"bitumi di base"

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione. Detti leganti sono denominati "A" e "B".

I "bitumi di base" non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti "A" e "B" potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportare le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per l'Ente appaltante.

L'aggiunta di prodotti chimici correttivi non dovrà essere superiore al 6% in peso riferito al legante da correggere.

Nel caso contrario (ovvero prodotto non accettabile) si dovrà sostituire quello giudicato deficitario (mediante rimozione e scarica a carico dell'Appaltatore) con altro nuovo prodotto, che sarà sottoposto in seguito a nuovo giudizio da parte della D.L. e/o della Committente.

In ogni modo dette operazioni di rimozione e di ripristino saranno effettuate a totale carico dell'Appaltatore e sotto il controllo della D.L..

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

"bitumi modificati"

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

Legante "F" (x) (% di modificante/i (+) = 6% -8%)

TERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 60
Punto di rammollimento	C / K	65-75/338-348
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-14 / 259
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	80 - 130
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 - 0,4

(x) si intendono polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica (SBS-R, EVA, EMA)

(-) da usare in emulsione con acqua ed agenti emulsionanti

(+) determinati sul residuo secco.

Nella "malta bituminosa" suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

▪ **Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo:		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13 ÷ 20	8 ÷ 14	6 ÷ 10
Dimensione massima degli inerti	mm	10 ÷ 12	7 ÷ 9	5 ÷ 6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti)	%	5,0 ÷ 7,5%	6 ÷ 8%	7 ÷ 10%

▪ **Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

▪ **Confezionamento e posa in opera**

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- .-ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità`...
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto

-colamento dell'impasto nello stenditore a carter

-distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

21.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA

21.9.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa rinforzata impermeabile irruvidita. La malta è formata da una miscela di inerti chiari

naturali o artificiali particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

- Materiali chiari naturali

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto -o²

- Materiali artificiali chiari.

Valgono le seguenti prescrizioni.

Gli aggregati chiari artificiali dovranno essere puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Micro-Deval in acqua, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 6% (Norma C.N.R. B.U. n°109 del 20-12-1985);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. maggiore od eguale a 0,48.
- Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: $4 \div 8$ e $10 \div 15$, con l'avvertenza che le granulometrie si riferiscono a setacci a maglie quadrate.

Le percentuali delle code di pezzatura dovranno essere, per le parti maggiori di D , inferiori al 5% in peso e per le parti minori di d), inferiori al 10% in peso. Gli elementi dell'aggregato dovranno avere forma idonea (non eccessivamente allungati o appiattiti).

L'indice di forma dell'aggregato (rapporto percentuale tra la massa degli elementi di forma non idonea e la massa totale del campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%. Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di forma (rapporto tra la lunghezza L e lo spessore S) $C_f < 3$.

L'indice di appiattimento dell'aggregato (rapporto percentuale tra la somma delle masse degli elementi di forma non idonea di ciascuna frazione granulometrica e la somma delle masse delle frazioni granulometriche costituenti il campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%.

Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di appiattimento (rapporto tra la larghezza D e lo spessore S) $C_a > 1,58$.

L'indice di forma e l'indice di appiattimento saranno determinati secondo le modalità

della Norma CNR BU n° 95 del 31-1-1084.

▪ **Modalità esecutive**

Le modalità da seguire per la posa in opera saranno le seguenti:

- Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm 4.
- Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 Kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.
- Apertura del traffico a velocità controllata.
- Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm. 9.
- Sabbiatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.
- Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.
- Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.
- Apertura al traffico a velocità controllata.

21.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

▪ **Materiali.**

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

▪ **Posa in opera**

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6,

massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg 20.

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

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Appaltatore, con materiale sano.

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

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

▪ Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione. Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica scopatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti, colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri adatti attrezzi, il bitume caldo, avente penetrazione $30 \div 40$.

▪ CORDOLI

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati di norma lunghi 100 cm, salvo nei tratti in curva a piccolo raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta

cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

21.11 SPECIFICA DI CONTROLLO

▪ DISPOSIZIONI GENERALI

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'Appaltatore 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'Appaltatore è obbligato 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.

21.11.1 Strati Di Fondazione

- Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- a) compresa del fuso riportato 21.2.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- b) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65-potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1979).
Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi,

l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 -35.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le opportune prove di laboratorio. La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera. L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a

sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

- Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) granulometria compresa nel fuso al punto • ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 -1971):
- b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30-60;e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno). Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Acqua

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui

provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51±0,5 mm, peso pestello 4,535±0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Il costo di tali prove sarà a carico dell'Amministrazione con gli importi previsti dalle somme a disposizione del Progetto esecutivo.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le opportune prove di laboratorio.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le

seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

21.11.2 Strato Di Base

- Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto •
- b) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
- c) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) superiore a 50;d) granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

-setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 100% -setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 90%

Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno

soddisfare i requisiti riportati nel punto • del presente Capitolato.

Studio della miscela in laboratorio

L' Appaltatore 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 delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

-il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg 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 compresi 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.

-Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 1991;

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

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

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.

Prove di 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 del conglomerato (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 Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliazione (C.N.R. 138 –1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

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

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

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto

come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la 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.

Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

21.11.3 Strati Di Collegamento (Binder) E Di Usura

- Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Per strati di collegamento (BINDER):

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,80;

coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

-materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

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

-Per strati di usura:

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto •
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. A 0,85;

coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli

additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,015 (C.N.R 137-1992);

-materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

-equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;

-materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asphaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

15.6.1.4.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione $60 \div 70$ salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

Studio della miscela in laboratorio

L' Appaltatore 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 delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

1) Strato di collegamento (binder):

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

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

la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini c ostipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra $3 \div 7\%$. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

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

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni introdotte in precedenza nel presente Capitolato.

Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni introdotte in precedenza nel presente Capitolato.

21.11.4 Conglomerati Bituminosi A Caldo Rigenerati In Impianto Fisso E Mobile

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

21.11.5 Microtappeti A Freddo

- Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto -o²;

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), con perdita in peso minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.

- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58(CNR 95/84)
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il Δ PA dovrà essere $\geq 5^\circ\text{C}$;

b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:

-Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%

-Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%

-Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%

c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014).

Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno

soddisfare i requisiti riportati nel punto -o^o del presente Capitolato.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore 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 delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

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

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

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.

Prove di 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 del conglomerato prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

le caratteristiche del legante bituminoso;

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la 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.

Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

21.11.6 Microtappeti A Freddo Con Inerti Chiari Naturali O Artificiali Da Impiegare In Galleria

- Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare nel caso di materiali naturali chiari valgono le stesse prescrizioni indicate nel punto 0 Nel caso di materiali artificiali chiari, si dovranno effettuare le prove opportune

Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto -02 del presente Capitolato.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore 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 delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

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

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

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.

Prove di 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 del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti -o□ e 0) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

le caratteristiche del legante bituminoso;

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la 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.

Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata.

21.11.7 Pavimentazione In Cubetti Di Pietra

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

- **Materiali.**

I materiali costituenti i cubetti saranno sottoposti alle prove riportate nel fascicolo CNR n°5 "Norm e per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Tali prove dovranno essere condotte in fase preliminare per la qualificazione dei materiali, in fase esecutiva le medesime saranno condotte con frequenza settimanale

e comunque ogni 500 m² di pavimentazione realizzata.

- Posa in opera

La posa in opera dei cubetti dovrà essere effettuata secondo le indicazioni riportate nel punto -o² del presente Capitolato.

- Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere effettuato secondo le indicazioni riportate nel punto -o² del presente Capitolato.

Il bitume da impiegare dovrà avere penetrazione 30 – 40.

La frequenza dei controlli sarà analoga a quella prevista al punto 0

- CORDOLI

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con Rck = 30 MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 1.5 e seguenti, 1.6 e seguenti della sezione “calcestruzzi” del presente Capitolato.

Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini. Nel caso che la

resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

22. OPERE DI CONSOLIDAMENTO

22.1 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE

22.1.1 Classificazione

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

a) **Ancoraggi**

Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

b) **Dreni**

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

c) **Trattamenti colonnari**

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

d) **Iniezioni**

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

22.1.2 Definizioni

Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p. solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglianti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

Microdreni

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

Trincee drenanti

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

Pozzi drenanti

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disgregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

Iniezioni

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida

- tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento- bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
 - miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

22.1.3 Normative Di Riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

22.2 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

b) Armatura

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

c) Tratto libero

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione

E' costituita da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

22.2.1 Prove Tecnologiche Preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Appaltatore, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante

l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993). I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Nel caso l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori 'la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

22.2.2 Soggezioni Geotecniche, Idrogeologiche E Ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla D.L. prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto. Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Appaltatore.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti $< 3 \text{ }^\circ\text{F}$;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO₂, disciolta nell'acqua risulti $> 30 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in NH₄, dell'acqua risulti $> 30 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti $> 300 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in ioni SO₄ dell'acqua risulti $> 600 \text{ mg/l}$ oppure $> 6000 \text{ mg/kg}$ di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza $\leq 300 \text{ m}$ dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Appaltatore dovrà certificarne l'idoneità.

▪ MATERIALI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI

Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.09.01.1996 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivo di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

Armature metalliche

Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli $\Phi 6/10''$ in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

Si utilizzeranno trefoli Φ 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili Φ 5 mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm²
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN
- modulo elastico : $E=200 \div 205$ KN/mm²
- limite elastico convenzionale allo 0.1% : $f_p(1)_k$ 1600N/mm²
- tensione di rottura : $f_{ptk} \geq 1800$ N/mm²
- allungamento a rottura su 610 mm : 5.2 \div 5.1%
- peso : 1.1Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio : $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria : $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_p(1)_k$

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio : $T \leq 150$ kN
- in fase transitoria ^(*) : $T \leq 180$ kN

^(*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

Barre -Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

Apparecchi di testata

Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m³ di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10+20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso. L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979. Gli additivi non dovranno essere aeranti. La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

▪ DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

-avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;

-avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel 'caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

22.2.3 Tolleranze Geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di $\pm 2^\circ$;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

22.2.4 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la

posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante. In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$;
- pressione $\geq 8 \text{ bar}$.

▪ ALLESTIMENTO DEL TIRANTE

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^a fase), se necessaria;

- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1^a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ($i \leq 25^\circ$), sia presente.

Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

Cementazione di 1^a fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio. Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della

valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

22.2.5 Elementi Di Protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

22.2.6 Tesatura E Collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla D.L.

La trazione di collaudo (N_c) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (N_{es}).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento $N_0=0,10 N_{es}$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata. I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la D.L. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto. Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;

-per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Appaltatore la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

22.2.7 Protezioni Anticorrosive In Opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni. Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla D.L. e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

22.3 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI

22.3.1 Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti)

Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ($\phi \leq 80 \div 100$ mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

22.3.2 Allestimento Dell'ancoraggio

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

22.3.3 Iniezione

Iniezione di miscele cementizie

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1^a fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

Iniezione di resine

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ($\phi = 15 \div 20$ mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione. Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfiato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipi della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione.

Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatto tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20° e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 - 72;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 - 66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

○ **CHIODI**

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla

natura della roccia ed alla geometria del foro;

b) introduzione dell'armatura;

c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo. Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua. L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto. I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore.

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE VETRORESINE PER CHIODI

CARATTERISTICHE	UNITA' DI MISURA	MATRICE		METODO DI PROVA
		POLIESTERE	RESINA EPOSSIDICA	
Peso specifico	Kg/dm ³	1.65 - 1.85	1.9	UNI 7092-72
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50 ÷ 70	60 ÷ 75	--
Resistenza a trazione	MPa	400 ÷ 650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a flessione	MPa	300 ÷ 600	> 750	UNI 7219/73
Resistenza a compressione	MPa	150 ÷ 300	450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000 ÷ 32000	35000 ÷ 42000	UNI 5819/66

23. MICRODRENI

23.1 GENERALITÀ

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali. Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Appaltatore dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

23.2 CARATTERISTICHE DEI TUBI FILTRANTI

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto.

Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm. Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta. La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20÷40 ore. E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con

interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco. A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio. La sequenza operativa sarà la seguente:

1. posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
 2. iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2 sH ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità (sH equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);
 3. spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.
- Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITA' DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI

<i>spessore</i>	2.5 mm
<i>peso</i>	300 g/m ²
<i>resistenza a trazione (UNI 8639)</i>	350 N/5 cm
<i>allungamento (UNI 8639)</i>	70%
<i>trazione trasversale (UNI 8639)</i>	500 N/5 cm
<i>allungamento trasversale (UNI 8639)</i>	30%
<i>permeabilità</i>	5 · 10 ⁻³ cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

24. TRINCEE DRENANTI

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 30 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia

sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritomberà il tutto con argilla compattata.

25. POZZI DRENANTI

25.1 ATTREZZATURE

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercolazione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%.

Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

▪ **ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI TRA I POZZI**

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento. L'Appaltatore trasmettere alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

25.2 ALLESTIMENTO DEFINITIVO DEI POZZI

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

Pozzi drenanti a tutta sezione

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

Pozzi ispezionabili

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo ϕ 1.5 m, in modo da realizzare una

intercapedine di spess. 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

Pozzi drenanti con rivestimento strutturale

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo ϕ 2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio $s = 10$ cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione ϕ 2 m due rivestimenti ondulati ϕ 1.2 e ϕ 1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore (≥ 2.7 mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato

puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggie di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

26. TRATTAMENTI COLONNARI

26.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- fanghi cementizi
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Appaltatore.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

26.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per opportuna informazione. L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Appaltatore eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno (salvo particolari richieste che la Direzione Lavori si riserva di volta in volta di fare) 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i tests di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di

volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

Determinazione del diametro medio delle colonne

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.). Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

Carotaggi e prove in sito

Di norma si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo esterno teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure verranno eseguite attraverso dei tubi in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;
- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon;

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm)
- trasporto, nel laboratorio concordato con la Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati.

26.3 CARATTERISTICHE MINIME DEI TRATTAMENTI

In ogni caso, a meno di particolari esigenze progettuali di volta in volta indicate, le

caratteristiche delle colonne che si dovranno realizzare saranno conformi a quanto specificato nella tabella seguente, dove con:

- q_u : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;

- D_m : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte.

Il modulo di elasticità tangenziale E dovrà assumere valori pari o superiori a $E \geq 100$

q_u Per ottenere i suddetti valori, si dovranno rispettare le seguenti quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato):

- sistema monofluido 350 ÷ 400 kg/m³
- sistema a due fluidi 400 ÷ 450 kg/m³
- sistema a tre fluidi 600 ÷ 700 kg/m³.

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE COLONNE JET-GROUTING

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) D _m	RESISTENZA (MPa) q _u
Monofluido	Incoerenti sciolti	0.60÷0.80	>5+6
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.4÷0.6	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.4÷0.6	≥1.5+2.0
	Coesivi molto compatti	0.3÷0.5	
A due fluidi	Incoerenti sciolti	1.0÷1.5	≥5+6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.6÷0.9	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.7÷1.0	≥1.5+2.0
	Coesivi molto compatti	0.5÷0.8	
A tre fluidi	Incoerenti sciolti	1.6÷2.0	≥5+6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	1.0÷1.5	

fluidi	Coesivi soffici o mediamente compatti	1.2÷1.6	≥1.5+2.0
	Coesivi molto compatti	0.6÷1.00	

26.4 TOLLERANZE

Le colonne dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni nominali di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro della colonna: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: $\pm 2\%$
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro medio reso: non inferiore a quello nominale di progetto
- quota testa colonna: ± 5 cm.

26.5 MISCELE CEMENTIZIE DI INIEZIONE

Caratteristiche dei componenti

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

E' ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare $\geq 97\%$) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla D.L. per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet-grouting saranno

preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

26.6 ARMATURA DEI TRATTAMENTI COLONNARI

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo Fe 430-510 senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati o saldati , che essere in grado di resistere ad una sollecitazione a trazione pari almeno al 70% del medesimo carico ammissibile a compressione, da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

○ INIEZIONI

26.7 SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI

Poichè la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Appaltatore dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.). Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

26.8 SALVAGUARDIA AMBIENTALE

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti. E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

Controllo degli stati tenso-deformativi

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

26.9 TOLLERANZE

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate piano-altimetriche : ± 5 cm;
- scostamento dall'asse teorico : ± 2%;
- lunghezza : ± 15 cm.

26.10 MATERIALI

Miscele cementizie normali

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.2 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio c/a può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E' ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh	: 35 ÷ 45 secondi
- viscosità apparente	: 10 ÷ 20 cP
- rendimento volumetrico (per miscele stabili)	: ≥ 95 %

Miscela con cementi microfini

Caratteristiche dei cementi e dosaggi

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di 8500 ÷ 12000 cm²/g (Blaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

$$D_{98} = 10 \div 20 \mu\text{m}$$

$$D_{50} = 3 \div 5 \mu\text{m}$$

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 \leq c/a \leq 0.6$$

E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.

Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

• viscosità Marsh	: 27 ÷ 30 secondi
• rendimento volumetrico	: ≥ 95 %.

26.11 MODALITÀ ESECUTIVE

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche espresse nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO	INTERVALLO DELLA PROVA	
	DOPO 48 h DALLA INIEZIONE	DOPO 7 h DALLA INIEZIONE
resistenza a compressione semplice	≥1 MPa	≥ 1,5 MPa
R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza ≥100 mm	≥ 50%	≥ 70%

L'Appaltatore, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacquage).

L'Appaltatore dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Appaltatore potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità dell'Appaltatore circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

Esecuzione dei trattamenti

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacicli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca' foro, con certificato ufficiale di taratura.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Appaltatore, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Appaltatore in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'Appaltatore si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

-il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a 10^{-2} m/s, sarà cemento del tipo normale;

-per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di 10^{-2} m/s, si useranno cementi microfini, acqua, additivi fluidificanti, ecc.

Sono, altresì, a carico dell'Appaltatore eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

Trattamento di impregnazione

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

Nei trattamenti di impregnazione l'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente dovrà essere determinata in relazione alle pressioni di iniezioni in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Appaltatore, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di $12 \div 24$ ore.

Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Trattamenti di intasamento

Saranno eseguiti in conformità con le modalità e le indicazioni date nel progetto di intervento. Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

Trattamenti di ricompressione

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si darà luogo alle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura.

L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela cementizia.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

27. OPERE IN VERDE

27.1 OPERE IN VERDE

Le scarpate in rilevato od in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

▪ FORNITURA E SISTEMAZIONE DI TERRENO VEGETALE

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

Dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed, in ogni caso, non dovrà superare il mezzo metro.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo -S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

27.2 RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE

Rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo, dovrà essere eseguito mediante semina, rimboschimento o ricopertura con materiali idonei.

Preparazione del terreno

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una erpicatura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40-50 % della capacità totale per l'acqua). In questa fase, l'Appaltatore dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica previste in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

27.3 CONCIMAZIONI

L'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

-concimi fosfatici titolo medio 18% : 0,80 t/ha

-concimi azotati titolo medio 16% : 0,40 t/ha

-concimi potassici titolo medio 40% : 0,30 t/ha

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra, senza che l'Appaltatore possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in

terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Appaltatore, il quale è anche interessato all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde. I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori, sarà consegnato all'Appaltatore un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'Appaltatore è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

27.4 SEMINE

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente punto; relativamente alla concimazione (da eseguire così come descritto al precedente punto), dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici, mentre i concimi azotati dovranno essere somministrati a

germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni, da eseguire con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella che segue è riportata la composizione dei miscugli da impiegare in funzione delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Specie	Esposizioni calde	Esposizioni fresche
Famiglia Gramineae	(%)	(%)
<i>Agropyron repens</i>	8	6
<i>Dactylis glomerata</i>	8	8
<i>Cynodon dactylon</i>	7	4
<i>Festuca arundinacea</i>	5	5
<i>Lolium perenne</i>	5	5
<i>Lolium multiflorum</i>	5	5
<i>Poa trivialis</i>	3	2
<i>Brachypodium rupestre</i>	4	2
<i>Bromus erectus</i>	5	3
<i>Festuca rubra</i>	4	6
<i>Holcus lanatus</i>	-	4
<i>Poa pratensis</i>	-	2
<i>Festuca ovina</i>	-	4
Totale Gramineae	54	56
Specie	Esposizioni calde	Esposizioni fresche
Famiglia Leguminosae	(%)	(%)
<i>Lotus corniculatus</i>	8	8
<i>Medicago falcata</i>	4	-
<i>Medicago sativa</i>	5	5
<i>Medicago lupulina</i>	5	5
<i>Vicia sativa</i>	3	3
<i>Vicia villosa</i>	3	3
<i>Trifolium pratense</i>	3	4
<i>Trifolium repens</i>	3	3
<i>Onobrychis vicifolia</i>	3	4
<i>Hedysarum coronarium</i>	3	3
Totale Leguminosae	40	38
Specie	Esposizioni calde	Esposizioni fresche
Altre	(%)	(%)
<i>Cichorium hybintus</i>	2	2

<i>Taraxacum officinale</i>	-	2
<i>Plantago lanceolata</i>	2	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2	-
Totale Altre		
TOTALE GENERALE	100	100
Quantità gr/m²	40	40

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Appaltatore è libero di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento. La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco. Dopo la semina, il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate come descritto al precedente punto 20.1.2.1 del presente Capitolato, l'Appaltatore procederà al rivestimento mediante idrosemina, impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua, che consentirà di creare un substrato ottimale per la germinazione dei semi e per le prime fasi di sviluppo delle plantule.

L'attrezzatura da utilizzare (idrosematrice a pressione), composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo

uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori, che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

L'idrosemina, che è prevista per pendenze delle scarpate fino a 28°, dovrà contenere:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi ed alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti e inoculi

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro dovranno essere stabilite in funzione del contesto ambientale, ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, oltre che delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere, si prevedono 30 ÷ 40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate; inoltre, la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Per l'esecuzione dell'idrosemina dovranno essere preferibilmente utilizzati i seguenti materiali:

- Acqua: 1+30 l/m²
- Concimi minerali (semplici, complessi, a lenta cessione di azoto) od organici (miscele, prodotti vegetali, stallatico) o ancora organo – minerali: 50+200 gr/m²
- Ammendanti (torba, paglia, cellulosa): 60+300 gr/m²
- Collanti (colloidi organici, colloidali argillo-umici, polimeri di sintesi): 10+100 gr/m²
- Semi di specie erbacee e legnose: 20+40 gr/m²
- Fitoregolatori (ormoni vegetali)

Le modalità di esecuzione dovranno prevedere la miscelazione dei componenti fino a formare un liquido denso, che viene spruzzato con idonee pompe su superfici da

rinverdire. La miscela dovrà essere spruzzata fino al raggiungimento dello spessore necessario, in base al tipo di superficie; a tale proposito, per zone a forte pendenza o con elementi litologici affioranti, si possono raggiungere spessori di 2/4 cm, mentre generalmente lo spessore sarà dell'ordine di 0,5 cm

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che, proposti dall'Appaltatore, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Inoltre, ove previsto nel progetto, alle miscele di sementi si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali arboree ed arbustive.

Anche per l'idrosemina l'Appaltatore è libero di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

Qualora l'area non sia raggiungibile da un'autopompa, l'operazione può essere effettuata con l'elicottero.

Idrosemina con Matrice di Fibre Legate (M.F.L.)

L'idrosemina con Matrice di Fibre Legate è una tecnica di intervento prevista per pendenze delle scarpate comprese tra 28° e 35°.

In particolare, questa tipologia di idrosemina è composta da:

- Matrice Fibre Legate, ovvero:

- a) 88% in peso di fibre di ontano (o, comunque, di legno esente da tannino od altre componenti che possano ridurre il potere germinativo delle sementi), con oltre il 50% delle fibre di lunghezza media di 10mm, prodotte per sfibramento termo-meccanico;

- b) 10% in peso di collante premiscelato polisaccaride ad alta viscosità (14.000 cps), estratto dal legume di GUAR (*Cyamopsis Tetragonolobus*), con capacità di creare legami stabili tra le fibre ed il terreno per un periodo di almeno 4 mesi e di non dilavarsi se ribagnato;

- c) 2% in peso di attivatori organici e minerali per migliorare la germinazione. Concime

organico minerale bilanciato, in quantità di circa 120 gr/m². Miscela di sementi idonea alle condizioni locali, in quantità minima di 35 gr/m²

- Concime organico minerale bilanciato, in quantità di circa 120 gr/m²
- Acqua in quantità di circa 7 lt/m²

L'idrosemina con M.F.L. dovrà preferibilmente contenere le seguenti quantità di componenti per metro quadro:

- Acqua: 7 lt
- Seme: 35 g min
- Concime organo-minerale bilanciato: 120 g min
- Prodotto secco per matrice di fibre legate: 370 g min

Le modalità di esecuzione dovranno prevedere la miscelazione dei componenti fino a formare un liquido denso, che viene spruzzato con idonee pompe su superfici da rinverdire. La miscela dovrà essere spruzzata fino al raggiungimento dello spessore necessario, in base al tipo di superficie; a tale proposito, per zone a forte pendenza o con elementi litologici affioranti, si possono raggiungere spessori di 2/4 cm, mentre generalmente lo spessore dovrà essere dell'ordine di 0,5 cm.

La quantità di Matrice Fibre Legate applicata non dovrà mai essere inferiore a 370 gr/m², per ottenere una copertura perfetta del suolo e svolgere la funzione di idroretenzione (oltre 900 volte il proprio peso), creando un microclima ideale alla germinazione.

La copertura non dovrà presentare interstizi superiori a 1mm.

Tutte le componenti della Matrice di Fibre Legate sono 100% naturali e contenute in un'unica confezione da 23 kg, adatta per la copertura di circa 60 m².

L'applicazione della miscela deve avvenire con idonea idrosemnatrice, che garantisca l'omogeneità del prodotto e con un tipo di pompa (volumetrica) che mantenga l'integrità della semente.

Inoltre, ove previsto nel progetto, alle miscele di sementi si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali arboree ed arbustive.

Qualora l'area non sia raggiungibile da un'autopompa, l'operazione può essere effettuata con l'elicottero.

Idrosemina con rivestimento vegetativo in rete metallica e biostuoia

L'idrosemina con rivestimento vegetativo in rete metallica e biostuoia è la tecnica di intervento prevista per pendenze delle scarpate comprese tra 35° e 45°.

Tale intervento consiste nella copertura di scarpate soggette ad erosione, mediante la stesura di una biostuoia biodegradabile, sormontata da una rete metallica a doppia torsione. Rete e biostuoia vengono fissati al terreno mediante picchetti, che vengono legati a monte ed a valle con una fune di acciaio. Nel caso di versanti molto ripidi e particolarmente friabili, tutti i picchetti possono venire collegati mediante la fune d'acciaio, allo scopo di migliorare l'aderenza al substrato.

Il rivestimento viene abbinato ad idrosemina a spessore ed alla messa a dimora di arbusti autoctoni e di talee di specie con capacità di propagazione vegetativa.

In particolare, questa tipologia di idrosemina è composta da:

- Rete metallica zincata e plastificata a doppia torsione a maglia esagonale tipo 6x8 tessuta, avente un diametro pari a 2,70 mm, il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico, di colore grigio. La rete metallica sarà tesa ed ancorata al substrato o alla roccia a mezzo di chiodi in tondino di acciaio zincato, di diametro 20 mm, aventi lunghezza infissa 60 cm e parte sporgente di 30 cm. La rete sarà saldamente ancorata alla sommità ed alla base. La picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1-2 picchetti per m² a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa l'eventuale perforazione e boiacatura, con miscela acqua e cemento e compreso il fissaggio in testa ed al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto, nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili, verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie, a miglioramento dell'aderenza della rete al substrato.

- Biostuoia realizzata mediante l'interposizione tra due reti in polipropilene, di una massa organica costituita da fibre naturali di paglia non inferiore ai 400 g/m². La maglia sarà di dimensioni pari a 8x8 mm. Il fissaggio verrà realizzato mediante un tondino metallico a aderenza migliorata Ø = 6 mm, di lunghezza pari a 25 cm e larghezza di 10 cm. Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali svuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme, affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo. Prima si stenderà sulla pendice la rete tridimensionale che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro, onde evitare l'erosione fra le fasce
- Riempimento di terreno vegetale per uno spessore medio di 15 cm, atto a ricevere idrosemina
- Idrosemina: rivestimento di superficie mediante spargimento meccanico, a mezzo di idrosemiatrice a pressione. Generalmente, tale rivestimento va abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore, realizzata in maniera da intasare completamente lo spessore della rete tridimensionale
- Barre d'acciaio, infine, sono utilizzate per l'ancoraggio della rete a monte ed a valle della scarpata

I materiali da utilizzare per l'idrosemina con rivestimento vegetativo in rete metallica e biostuoia sono i seguenti:

- biostuoia di grammatura minima di 400 g/m²;
- rete metallica doppia torsione Ø 2.7mm, maglia 6X8 cm;
- chiodi in tondino di acciaio zincato, Ø 20mm, aventi lunghezza infissa 90 cm;
- tondini metallici a aderenza migliorata Ø 6mm, lunghe 25cm e larghe 10 cm;
- barre d'acciaio;
- cemento per boiacatura;
- terreno vegetale;
- idrosemina a spessore con mulch

Vengono di seguito descritte le modalità che dovranno essere previste per la esecuzione di tale tipologia di intervento:

- regolarizzazione della scarpata con allontanamento di radici, massi, ecc.;
- stesura per file parallele dei teli di biostuoia, avendo cura di sovrapporre lateralmente i teli per almeno 20 cm;
- fissaggio della biostuoia a monte e lungo la scarpata mediante i picchetti in acciaio, secondo quantità variabili dipendenti dalla pendenza della scarpata stessa;
- stesura e fissaggio della rete metallica a doppia torsione al di sopra della biostuoia;
- per motivi di ancoraggio dei tondini, ove necessario, gli stessi dovranno essere posti in opera previa perforazione e successiva boiacatura con miscela di acqua e cemento;
- legatura dei tondini, dotati di anello, mediante fune di acciaio sia a monte che a valle della scarpata;
- idrosemina a mulch in quantità tale da garantire il riempimento degli spazi della biostuoia;
- messa a dimora di talee e arbusti, previa forazione nella biostuoia di un taglio a croce

Si evidenzia inoltre che si rende necessaria prevedere la sovrapposizione dei teli allo scopo di evitare l'erosione laterale delle fasce stese.

La biostuoia e la rete dovranno essere perfettamente adagiate ed a contatto con il suolo sottostante, avendo cura di evitare la formazione di spazi vuoti.

La quantità di picchetti per m² dovrà essere valutata in base alla pendenza della

scarpata, comunque in quantità non inferiori a 1÷2 picchetti per m².

Messa a dimora di arbusti

Fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 m², aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda, o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Gli arbusti possono essere messi a dimora nelle seguenti modalità:

- a radice nuda;
- in zolla;
- in contenitore;
- in fitocella

A tale proposito, le piante a radice nuda sono più soggette a subire danni anche nel trasporto e, in genere, non danno buoni risultati, perché le condizioni pedoclimatiche delle aree dove vengono eseguiti gli interventi di ingegneria naturalistica sono spesso critiche.

Le piante in vaso, fitocella o con pane di terra, attecchiscono più facilmente e sono meno soggette ai danni da trasporto. Le piante a radice nuda si dispongono in buche grandi più o meno come il volume radicale ed in buche di dimensioni circa il doppio negli altri casi (con pane di terra, ecc.). In seguito, si riempie la buca col materiale preventivamente asportato, fino al colletto della pianta. Si compatta il terreno (la pianta deve opporre resistenza all'estrazione) formando una piccola concavità, per favorire una migliore captazione dell'acqua.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo, se non idonei;
- il riporto di fibre organiche, quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale, con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto, a seconda delle condizioni pedo-climatiche della stazione;
- la pacciamatura, in genere con dischi o bio-feltri ad elevata compattezza, o strato di corteccia di resinose, per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee

Per la messa a dimora degli arbusti dovranno essere impiegati i seguenti materiali:

- Materiali da vivaio: in generale, un esemplare di altezza compresa fra 30+120 cm ogni 3+20 m² (secondo la specie e le condizioni stazionali del sito)
- Materiale reperito in loco con le dovute autorizzazioni: trapianti di specie arbustive
- Ammendanti e fertilizzanti naturali

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella)

Nella seguente tabella sono indicate le specie arbustive da piantumare, distinte tra termofile e mesofile

Arbusti termofili	Arbusti mesofili
<i>Prunus spinosa</i>	<i>Salix purpurea</i>
<i>Acer campestre</i>	<i>Salix eleagnos</i>
<i>Coronilla emerus</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Euonymus europaeus</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Populus alba</i>
<i>Rosa canina</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Juniperus communis</i>	<i>Sambucus nigra</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cornus mas</i>
<i>Pyracantha coccinea</i>	
<i>Cytisus sessifolius</i>	
<i>Sorbus aria</i>	
<i>Spartium junceum</i>	

Messa a dimora di alberi

Fornitura e messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine

del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 5÷30 m², aventi altezza minima compresa tra 0,50 e 1,50 m, previa formazione di buca, con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o doppie, nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Gli alberi possono essere messi a dimora nelle seguenti modalità:

- a radice nuda;
- in zolla;
- in contenitore;
- in fitocella

A tale proposito, le piante a radice nuda sono più soggette a subire danni anche nel trasporto e, in genere, non danno buoni risultati, perché le condizioni pedoclimatiche delle aree dove vengono eseguiti gli interventi di ingegneria naturalistica sono spesso critiche.

Le piante in vaso, fitocella o con pane di terra, attecchiscono più facilmente e sono meno soggette ai danni da trasporto. Le piante a radice nuda si dispongono in buche grandi più o meno come il volume radicale ed in buche di dimensioni circa il doppio negli altri casi (con pane di terra, ecc.). In seguito, si riempie la buca col materiale preventivamente asportato, fino al colletto della pianta. Si compatta il terreno (la pianta deve opporre resistenza all'estrazione) formando una piccola concavità, per favorire una migliore captazione dell'acqua.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche, quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;

- il ricalzo con terreno vegetale, con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto, a seconda delle condizioni pedo-climatiche della stazione;
- la pacciamatura, in genere con bio-feltri ad elevata compattezza, o strato di corteccia di resinose, per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori

Per la messa a dimora degli alberi dovranno essere impiegati i seguenti materiali:

- Materiali da vivaio: in generale, un esemplare di altezza compresa fra 50-150 cm ogni 3+20 m² (secondo la specie e le condizioni stazionali del sito)
- Materiale reperito in loco con le dovute autorizzazioni: trapianti di specie arboree
- Ammendanti e fertilizzanti naturali

Gli alberi devono avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Gli alberi dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del tronco, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni, secondo la seguente tabella.

Foglia caduca	fino a circonferenza 12-15 cm	almeno 1 trapianto
	fino a circonferenza 20-25 cm	almeno 2 trapianti
	fino a circonferenza 30-35 cm	almeno 3 trapianti
	fino ad altezza di 2-2,5 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 2,5-4 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	fino ad altezza di 2,5-4 m	almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 5-6 m	almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari

sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella)

Nella seguente tabella sono indicate le specie arboree da piantumare, distinte tra alberi e piccoli alberi.

Alberi	Piccoli alberi
<i>Quercus cerris</i>	<i>Acer campestre</i>
<i>Populus alba</i>	<i>Fraxinus omus</i>
<i>Populus nigra</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Salix alba</i>	<i>Sorbus domestica</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Salix purpurea</i>	<i>Pyrus pyraeaster</i>
<i>Salix eleagnos</i>	
<i>Ligustrum vulgare</i>	

Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, andranno preventivamente marcate sul posto. Se non possono essere subito ripiantate, le piante dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti, per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e, in genere, contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

I lavori si riferiscono:

- alle piante definite attraverso gli elaborati progettuali;
- (in alternativa) alle piante segnalate sul posto, secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Prescrizioni per favorire la ripresa dei vegetali da spostare.

Qualora non sia prevista a carico dell'Appaltatore la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.);

L'Appaltatore ha l'onere della manutenzione dei depositi e delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'Appaltatore interrompe le operazioni di spostamento e ne informa il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere le misure di salvaguardia per i vegetali interessati.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al Direttore dei Lavori, gli spostamenti possono essere ripresi.

Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno, i vegetali da conservare sono protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'Appaltatore prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivi consistono in recinzioni per le masse vegetali e in corsetti di protezione per le piante isolate. Salvo diverse motivate prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2 m. Le piante da conservare sono indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori.

I lavori si riferiscono (in alternativa):

- alle piante definite attraverso gli elaborati grafici;
- alle piante segnate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Modalità di protezione:

-generali;

-modalità particolari riferite alle piante di seguito elencate:

<i>Esemplare n.</i>	<i>Modalità particolari di protezione</i>

Modalità per la sostituzione dei vegetali che non sarà stato possibile proteggere in maniera efficace

Dove le piante possiedono caratteristiche che non ne consentano la sostituzione, sarà necessario indicare una penalità per la loro mancata protezione.

Tutte le misure utili debbono essere prese per preservare, conformemente alle norme in vigore, le sorgenti o le acque superficiali o sotterranee.

Estrazione dal vivaio e controllo delle piante

L'estrazione dal vivaio ed il controllo delle piante devono avvenire con le seguenti modalità:

a) l'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie, per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare, oltre che evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro;

b) prima della messa a dimora, lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere; le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate;

c) per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve

dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile; tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche);

d) verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta, da effettuare, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la rimessa a dimora.

Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora, devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni per il gelo.

Epoca di messa a dimora

La messa a dimora non deve essere eseguita in periodo di gelate, né in periodi nei quali la terra é imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile

La D.L. potrà indicare date più precise, secondo il clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.

La messa a dimora delle piante a radice nuda, comunque, si effettua in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere, il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o, anche, all'inizio di maggio.

Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.).

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori, soprattutto se la messa a

dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

Messa a dimora delle piante

- *Tutori:* i tutori sono conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore é posto in direzione opposta rispetto al vento dominante. Il tutore deve affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca
- *Collocazione delle piante e riempimento delle buche:* sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere compresso e sarà spostato. La buca di piantagione é poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura, in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento é ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale
- *Legature e colletti:* legature e colletti circondano il tronco e sono disposti in modo che, attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta é posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo. In queste misure, occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo
- *Potature di formazione:* la potatura di formazione, ove richiesta dal Capitolato Speciale d'Appalto, si effettua conformemente alle prescrizioni di questo
- *Conche di irrigazione :* la terra va sistemata al piede della pianta, in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'Appaltatore effettua una prima irrigazione, che fa parte dell'operazione di piantagione e, pertanto, non va computata nelle operazioni di manutenzione

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione sono le seguenti:

-40/50 litri per albero;

-15/20 litri per arbusti

L'Appaltatore, prima dell'impianto, dopo aver provveduto (ove necessario), alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque, onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno, consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione e, quindi, nell'erpicoltura, ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante, a cura e spese dell'Appaltatore, saranno effettuate le analisi

chimiche del terreno, in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Appaltatore le varie specie arboree ed arbustive da impiegare nei singoli settori. Nella preparazione delle buche, l'Appaltatore dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici; nel qual caso, provvederà con idonee opere idrauliche (scoli e/o drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione, l'Appaltatore dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea. Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra e, a carattere generale, prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;
- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:

- alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18+20 cm) e conifere di almeno 3 m di altezza: 1 m x 1 m;
- giovani piante: 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m;
- arbusti: 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;
- siepi continue: 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità;
- piantine forestali: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m;
- piante da fioritura: 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la scarica.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente picconati, perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato. Salvo diverse prescrizioni della D.L. , buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

▪ CURE COLTURALI

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori, l'Appaltatore dovrà effettuare, a sua cura e spese, la manutenzione degli impianti a verde, curando in particolare:

a) lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm. La Direzione Lavori potrà prescrivere all'Appaltatore di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Appaltatore stesso. L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Appaltatore e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 h dallo sfalcio. La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato; pertanto, ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

b) la sostituzione delle fallanze, le potature, scerbature, sarchiature, concimazioni in copertura, trattamenti antiparassitari, risemine, ecc., nel numero e con le modalità richieste per ottenere un regolare sviluppo degli impianti a verde e le scarpate rivestite dal manto vegetale.

E' compreso nelle cure colturali anche l'eventuale adacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento e, pertanto, nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Appaltatore, oltre a quanto già previsto.

27.5 PULIZIA DEL PIANO VIABILE

Il piano viabile, al termine di ogni operazione di impianto o manutentoria, dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

28. OPERE AMBIENTALI

28.1 SOPRALLUOGHI ED ACCERTAMENTI PRELIMINARI

Prima di presentare l'offerta per l'esecuzione dei lavori in oggetto, l'Appaltatore dovrà ispezionare i luoghi per prendere visione delle condizioni di lavoro e dovrà assumere tutte le informazioni necessarie in merito alle opere da realizzare (con particolare riguardo alle dimensioni, alle caratteristiche specifiche e alle eventuali connessioni con altri lavori di costruzione, movimenti di terra e sistemazione ambientale in genere), alla quantità, alla utilizzabilità e alla effettiva disponibilità di acqua per l'irrigazione e la manutenzione.

Di questi accertamenti e ricognizioni l'Appaltatore è tenuta a dare, in sede di offerta, esplicita dichiarazione scritta: non saranno pertanto presi in considerazione reclami per eventuali equivoci sia sulla natura del lavoro da eseguire che sul tipo di materiali da fornire.

La presentazione dell'offerta implica l'accettazione da parte dell'Appaltatore di ogni condizione riportata nelle presenti specifiche o risultante dagli elaborati di progetto allegati.

28.2 CONSERVAZIONE E RECUPERO DELLE PIANTE ESISTENTI NELLA ZONA

Tutta la vegetazione esistente indicata in progetto per restare in loco e quella eventualmente individuata dalla Direzione Lavori in corso d'opera dovrà essere protetta adeguatamente da ogni danneggiamento.

Pertanto, l'Appaltatore dovrà usare la massima cautela nell'eseguire le prescrizioni della Direzione Lavori ogni volta che si troverà a operare nei pressi delle piante esistenti.

Nell'eventualità di dover trapiantare piante esistenti nel cantiere o sul luogo della sistemazione, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, secondo tempi e modi da concordare, la preparazione delle piante stesse.

28.3 ACCANTONAMENTO DEL TERRENO VEGETALE

L'Appaltatore è tenuta a provvedere alla rimozione e accantonamento degli strati

fertili del suolo (vedi schede tecniche) destinati ad essere riutilizzati nelle zone interessate dai lavori stessi.

Per esempio: le zone limitrofe alla sede stradale, le aree di cantiere, le piste di servizio, ecc. I luoghi e le modalita' attuative di tale operazione saranno indicate dalla Direzione Lavori.

28.4 APPROVVIGIONAMENTO D'ACQUA

L'Appaltatore e' tenuta ad approvvigionare la zona dell'acqua necessaria all'innaffiamento delle essenze anche per il periodo di manutenzione, oltre a quello di garanzia.

Le modalita' saranno di volta in volta concordate con la committenza e la Direzione Lavori secondo le diverse situazioni e necessita'.

28.5 PULIZIA DELL'AREA DI CANTIERE

A mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, l'Appaltatore, per mantenere il luogo piu' in ordine possibile, e' tenuta a rimuovere tempestivamente tutti i residui di lavorazione (es. frammenti di pietre e mattoni, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori, ecc.) e gli utensili non utilizzati.

I residui di cui sopra dovranno essere allontanati e portati dal cantiere alla discarica pubblica o su altre aree indicate dalla Direzione Lavori.

Alla fine dei lavori tutte le aree e gli altri manufatti che siano stati in qualche modo imbrattati dovranno essere accuratamente ripuliti.

28.6 GARANZIA DI ATTECCHIMENTO

L'Appaltatore si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% di tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 180 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentano sane e in buono stato vegetativo. Nel caso il progetto e l'Elenco prezzi contemplino la manutenzione dell'impianto, la garanzia di attecchimento vale per

tutta la durata della manutenzione stessa. L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra la Direzione Lavori e l'Appaltatore entro 10 giorni dalla scadenza del periodo come sopra definito.

L'Appaltatore e' tenuta ad una sola sostituzione delle piante non attecchite.

Eventuali ulteriori sostituzioni di piante, gia' sostituite una volta, dovranno essere oggetto di nuovi accordi fra le parti.

28.7 GARANZIA PER I TAPPETI ERBOSI

L'Appaltatore si impegna a realizzare tappeti erbosi rispondenti alle caratteristiche previste dal progetto e a garantirne la conformita' al momento dell'ultimazione dei lavori.

In ogni modo l'Appaltatore dovra' fornire una superficie verde compatta; a tal fine saranno previste le opportune risemine.

28.8 RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE NEL CORSO DEI LAVORI

L'Appaltatore e' responsabile di ogni danno causato a terzi ed e' tenuta, senza alcun rimborso, a ripristinare i manufatti, le aree, le attrezzature, gli impianti, le piantagioni ed i tappeti erbosi danneggiati nel corso dei lavori, salvo i casi di vandalismo riconosciuti dalle parti.

28.9 MATERIALI

Tutto il materiale impiantistico (es. irrigatori), il materiale agrario (es. terra di coltivo, concimi, torba, ecc.) ed il materiale vegetale (es. alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per la sistemazione ambientale dovra' essere della migliore qualita, senza difetti e in ogni caso con qualita' e pregi uguali o superiori a quanto e' prescritto nel presente elaborato, dal progetto e dalla normativa vigente. S'intende che la provenienza sara' liberamente scelta dall'Appaltatore purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano riconosciuti accettabili. L'Appaltatore e' tenuta a notificare, in tempo utile, alla Direzione Lavori la provenienza dei materiali per il regolare prelievo dei relativi campioni.

L'Appaltatore dovra' sostituire a sua cura e spese, con altre corrispondenti ai requisiti

concordati, le eventuali partite non ritenute conformi dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore fornirà tutto il materiale (impiantistico, agrario e vegetale) indicato negli elenchi e riportato nei disegni allegati, nelle quantità necessarie alla realizzazione della sistemazione.

28.10 MATERIALE AGRARIO

Per "materiale agrario" si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, cura e manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

28.10.1 Terra Di Coltivo E Riportata

L'Appaltatore prima di effettuare il riporto di terra di coltivo dovrà accertarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio, per ogni tipo di suolo. Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente elaborato, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo.

La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera.

La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm. 2,0 non dovrà eccedere il 25% del volume totale.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori l'impiego di terra le cui analisi abbiano oltrepassato i valori tipici. La terra di coltivo dovrà essere priva di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante, a giudizio della Direzione Lavori.

28.10.2 Substrati Di Coltivazione

Con "substrati di coltivazione" si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a

dimora.

Per i substrati imballati le confezioni dovranno riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto.

I substrati, una volta pronti per l'impiego, dovranno essere omogenei ed i componenti distribuiti in proporzioni costanti all'interno della loro massa.

28.10.3 Concimi Minerali Ed Organici

I concimi minerali, organici e misti da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza.

La Direzione Lavori di riserva il diritto di indicare con maggior precisione, scegliendoli di volta in volta in base alle analisi di laboratorio sul terreno e sui concimi e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora ed il periodo di manutenzione, quale tipo di concime dovrà essere utilizzato.

28.10.4 Ammendanti E Correttivi

Con "ammendanti" si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno. Con "correttivi" si intendono quei prodotti chimici, minerali organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

28.10.5 Pacciamature

Con "pacciamatura" si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evaporazione, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi e dovranno essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali con dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta qualità e provenienza.

28.10.6 Fitofarmaci

I fitofarmaci da usare (es. anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, antitraspiranti, mastice per dendrochirurgia, ecc.) dovranno essere forniti nei contenitori originali e sigillati dalla fabbrica, con l'indicazione della composizione e della classe di tossicità, secondo la normativa vigente.

28.10.7 Pali Di Sostegno, Ancoraggi E Legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Appaltatore dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante.

I tutori dovranno essere in legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte della estemita' di maggiore diametro. La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di cm. 100 circa, in alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali in legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre fra tutore e tronco un cuscinetto antifrizione di adatto materiale (vedi schede tecniche)

28.10.8 Drenaggi E Materiali Antierosione

I materiali da impiegare per la realizzazione di drenaggi e opere antierosione dovranno corrispondere a quanto indicato in progetto e, per quelli forniti in confezione, essere consegnati nei loro imballi originali, attestanti quantità e caratteristiche del contenuto (es. resistenza, composizione chimica, requisiti idraulici e fisici, durata, ecc.) per essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro

impiego. Per i prodotti non confezionati la Direzione Lavori ne verifichera' di volta in volta qualita' e provenienza (vedi schede tecniche).

28.10.9 Acqua

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione non dovra' contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicita' relativa.

L'Appaltatore, se le sara' consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, sara' tenuta, su richiesta della Direzione Lavori, a verificare periodicamente, per mezzo di analisi effettuate secondo le procedure normalizzate, la qualita' dell'acqua da utilizzare ed a segnalare le eventuali alterazioni riscontrate.

28.10.10 Materiale Vegetale

Per "materiale vegetale" si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale dovra' provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1031 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni.

L'Appaltatore dovra' dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facolta' di effettuare, contestualmente all'Appaltatore appaltatrice, visite ai vivai di provenienza allo scopo di scegliere le piante; si riserva quindi la facolta' di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate nel presente elaborato, nell'Elenco prezzi e negli elaborati di progetto in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

L'Appaltatore sotto la sua piena responsabilita' potra' utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile ed indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varieta', cultivar) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante dovranno essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, ecc.) sono precisate nelle specifiche allegate al progetto o indicate nell'Elenco prezzi e nelle successive voci particolari.

L'Appaltatore dovrà far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate sul cantiere.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno; il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile.

In particolare, l'Appaltatore curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere messe immediatamente a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

28.10.11 Alberi

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipiche della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora.

Il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, cause meccaniche in genere, attacchi di insetti e malattie crittogamiche o da virus.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o in zolla: a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate

dimensioni.

Le zolle ed in contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore dovranno essere adeguatamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato, ecc.) rinforzato, se le piante superano i 5 metri di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellicola plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata ad un metro dal colletto (non saranno ammesse sottomisure salvo accettazione della Direzione Lavori; vedi schede tecniche)

28.10.12 Arbusti E Cespugli

Arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non dovranno avere portamento "filato", dovranno avere un minimo di tre ramificazioni alla base e presentarsi dell'altezza prescritta in progetto o in Elenco prezzi, proporzionata al diametro della chioma e a quella del fusto.

Anche per arbusti e cespugli l'"altezza totale" verrà rilevata analogamente a quella degli alberi (vedi schede tecniche).

Tutti gli arbusti ed i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla; a

seconda delle esigenze tecniche e della richiesta potranno eventualmente essere consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate proporzioni.

Il loro apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Per le indicazioni riguardanti l'apparato radicale, l'imballo delle zolle, la terra delle zolle e dei contenitori vale quanto esposto nel precedente articolo a proposito degli alberi.

28.10.13 Piante Esemplari

Per "piante esemplari" si intendono alberi, arbusti e cespugli di grandi dimensioni nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento.

Queste piante dovranno essere preparate per la messa a dimora. Le piante esemplari sono riportate in Elenco prezzi distinguendole dalle altre della stessa specie e varietà.

28.10.14 Piante Tappezzanti

Le piante tappezzanti dovranno avere portamento basso e/o strisciante e buona capacità di copertura, garantita da ramificazioni uniformi.

Dovranno essere sempre fornite in contenitore con le radici pienamente compenstrate nel substrato di coltura, senza fuoriuscire dal contenitore stesso.

28.10.15 Piante Rampicanti, Sarmentose, Ricadenti

Le piante appartenenti a queste categorie dovranno avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore secondo quanto prescritto nell'art. 11.1.

28.10.16 Pulizia Generale Del Terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Appaltatore con il terreno a quota di impianto. Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta o di discarica abusiva, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

28.10.17 Lavorazioni Preliminari

L'Appaltatore, 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, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale.

Queste operazioni saranno da computarsi in base all'Elenco prezzi.

28.10.18 Lavorazione Del Suolo

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno "in tempera", evitando di danneggiarne la struttura e di formare "suole di lavorazione".

Nel corso di questa operazione l'Appaltatore dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (es. rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso 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, tubature, reperti archeologici, ecc.), l'Appaltatore 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'Appaltatore.

28.10.19 Drenaggi Localizzati E Impianti Tecnici

Successivamente alle lavorazioni del terreno e prima delle operazioni di cui all'art. 16,

L'Appaltatore dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati e delle indicazioni della Direzione Lavori, gli scavi necessari alla installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni ed i cavi degli impianti tecnici (es. irrigazione, illuminazione, ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione, dovranno essere installate ad una profondità che garantisca uno spessore minimo di 40 cm. di terreno e, per agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, essere convenientemente protette e segnalate (vedi schede tecniche).

28.10.20 Correzione, Ammendamento E Concimazione Di Fondo Del Terreno - Impiego Di Fitofarmaci E Diserbanti

Dopo averne effettuato le lavorazioni, l'Appaltatore, su istruzione della Direzione Lavori, dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti.

I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice ed alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

28.10.21 Tracciamenti E Picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Appaltatore, sulla scorta degli elaborati di progetto e delle indicazioni della Direzione Lavori, predisporrà la picchettatura delle aree di impianto mediante tondini metallici con diametro di 12 cm. ed altezza di 150 cm., segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti, altre piante segnalate in progetto) e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, macchie arbustive, boschetti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Appaltatore dovrà ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

A piantagione eseguita, l'Appaltatore, nel caso siano state apportate varianti al progetto esecutivo, dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con

l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

28.10.22 Preparazione Delle Buche E Dei Fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni piu' ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Per le buche ed i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Appaltatore e' tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante recuperando lo strato superficiale di terreno per il riempimento delle buche stesse, in accordo con la Direzione Lavori.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, non ritenuto idoneo, dovra' essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'Appaltatore a sua cura e spese.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Appaltatore dovra' assicurarsi che nelle zone in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidita' e provvedere che lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno, l'Appaltatore provvedera', su autorizzazione della Direzione Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte in base all'Elenco prezzi.

Per le modalita' di esecuzione delle buche vedi schede tecniche

28.10.23 Apporto Di Terra Di Coltivo

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore, in accordo con la Direzione Lavori, dovra' verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione; in caso contrario dovra' apportare terra di coltivo in quantita' sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato per i prati ed a riempire totalmente le buche ed i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

La terra di coltivo rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sara' utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione Lavori, insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione Lavori.

28.10.24 Preparazione Del Terreno Per I Prati

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Appaltatore, a completamento di quanto specificato nell'art. 12, dovra' eseguire, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale fine ed uniforme. Dopo aver eseguito le operazioni indicate negli artt. 13 e 14, l'Appaltatore dovra' livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento.

Gli eventuali residui della rastrellatura dovranno essere allontanati dall'area del cantiere.

28.10.25 Messa A Dimora Di Alberi, Arbusti E Cespugli

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovra' avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto oppure risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto.

L'imballo della zolla costituito da materiale degradabile (es. paglia, canapa, juta, ecc.) dovra' essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche ed il materiale di imballo in eccesso.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta dovra' essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo.

Analogamente si dovra' procedere per le piante fornite in contenitore.

Per le piante a radice nuda, parte dell'apparato radicale dovra' essere, ove occorra, spuntato alle estremita' delle radici, privato di quelle rotte o danneggiate.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da ottenere il miglior

risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della sistemazione.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature (vedi anche art. 10.7 e schede tecniche). L'Appaltatore provvederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il riempimento delle buche potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Appaltatore avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o zolle, in modo da evitare danni per disidratazione.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla (vedi schede tecniche).

28.10.26 Alberi, Arbusti E Cespugli A Foglia Caduca

Gli alberi, gli arbusti e i cespugli a foglia caduca, a seconda delle diverse specie vegetali e delle tecniche di coltura, potranno essere eventualmente forniti anche a radice nuda, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Le piante a foglia caduca dovranno essere messe a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie, generalmente durante il periodo di riposo vegetativo.

L'eventuale potatura di trapianto della chioma deve essere autorizzata dalla Direzione Lavori e dovrà seguire rigorosamente le disposizioni impartite, rispettando il portamento naturale e le caratteristiche specifiche delle singole specie.

Nel caso fosse necessario agevolare il trapianto, l'Appaltatore, su indicazione della Direzione Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitranspiranti.

28.10.27 Alberi, Arbusti E Cespugli Sempreverdi

Gli alberi, gli arbusti ed i cespugli sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore e dovranno essere messi a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie.

28.10.28 Messa A Dimora Delle Piante Tappezzanti, Rampicanti, Sarmentose E Ricadenti

La messa a dimora di queste piante e' identica per ognuna delle diverse tipologie sopra indicate e deve essere effettuata in buche preparate al momento, in rapporto al diametro dei contenitori delle singole piante.

Se le piante saranno fornite in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.), potranno essere messe a dimora con tutto il vaso.

In ogni caso, le buche dovranno essere poi colmate con terra di coltivo mista a concime ben pressata intorno alle piante.

L'Appaltatore e' 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.

Per le prime cure di trapianto valgono le norme indicate all'art. 21.

28.10.29 Formazione Dei Prati

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni.

La formazione dei prati dovra' aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree ed arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Terminate le operazioni di semina o di piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato.

I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assestamento del

terreno o ad altre cause.

28.10.30 Semina Dei Tappeti Erbosi

Dopo la preparazione del terreno, l'area sara', su indicazioni della Direzione Lavori, seminata coi uniformita' e rullata convenientemente.

Il miscuglio dovra' essere stato composto secondo le percentuali precisate in progetto e dovra' essere stato accettato dalla Direzione Lavori.

28.11 MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PER IL PERIODO DI GARANZIA

La Manutenzione che l'Appaltatore e' tenuta ad effettuare durante il periodo di concordata garanzia dovra' essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni:

- 1) irrigazioni;
- 2) ripristino conche e rinalzo;
- 3) falciature, diserbi e sarchiature;
- 4) concimazioni;
- 5) potature;
- 6) eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- 7) rinnovo delle parti non riuscite nei tappeti erbosi;
- 8) difesa dalla vegetazione infestante;
- 9) sistemazione dei danni causati da erosione;
- 10) ripristino della verticalita' delle piante;
- 11) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere dovra' avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovra' continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato.

Ogni nuova piantagione dovra' essere curata con particolare attenzione fino a quando non sara' evidente che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

28.11.1 Irrigazioni

L'Appaltatore e' tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora ed i tappeti erbosi per il periodo di garanzia concordato.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantita' e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Appaltatore e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l'Appaltatore dovra' controllare che questo funzioni regolarmente: l'impianto di irrigazione non esonera pero' l'Appaltatore dalle sue responsabilita' in merito all'irrigazione, la quale pertanto dovra' essere attrezzata per effettuare, in caso di necessita', adeguati interventi manuali.

Se la stagione estiva e' particolarmente asciutta, dovranno essere tempestivamente eseguite irrigazioni supplementari.

28.11.2 Ripristino Conche E Rincalzo

Le "conche" di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, delle conche climatiche delle caratteristiche di specie, l'Appaltatore provvedera' alla chiusura delle conche ed al rincalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

28.11.3 Falciature, Diserbi E Sarchiature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Appaltatore dovra' provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falciature del tappeto erboso.

L'erba tagliata dovra' essere immediatamente rimossa. Tale operazione dovra' essere eseguita con la massima tempestivita' e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali,

annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche.

28.11.4 Concimazioni

Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

28.11.5 Potature

Le potature di formazione e di rimonda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.

Il materiale vegetale di risulta dovrà essere immediatamente rimosso e depositato secondo gli accordi presi con la Direzione Lavori.

28.11.6 Eliminazione E Sostituzione Delle Piante Morte

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

28.11.7 Rinnovo Delle Parti Non Perfettamente Riuscite Dei Tappeti Erbosi

Epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Appaltatore dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle specie prative oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

28.11.8 Difesa Dalla Vegetazione Infestante

Durante l'operazione di manutenzione, l'Appaltatore dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacciamme quando previsto dal progetto.

28.11.9 Sistemazione Dei Danni Causati Da Erosione

L'Appaltatore dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza.

28.11.10 Ripristino Della Verticalità Delle Piante

L'Appaltatore è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

qualora se ne riconosca la necessita'.

29. CARPENTERIA METALLICA

29.1 GENERALITÀ

29.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del Decreto del Presidente della Repubblica n°380 del 6 giugno 2001, “Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001)
- del D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4-2-2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione;
- CNR 10016 – 85 “Travi composte in acciaio e calcestruzzo – Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni”

29.3 DOCUMENTAZIONE

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere “qualificati” ai sensi del DM09/01/1996; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, gli elaborati costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- tipi e qualità degli acciai impiegati;
- tipi e qualità dei bulloni impiegati;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

Per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto ;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Gli oneri suddetti sono a carico del Appaltatore.

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature alla consulenza di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M.09/01/1996 e tenendo conto delle raccomandazioni fornite dall'Ente di consulenza o dalle prescrizioni indicate nelle presenti Norme Tecniche.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico del Appaltatore.

Il Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Il Appaltatore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204;
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi del D.M. 09/01/1996, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

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

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

○ **MATERIALI IMPIEGATI**

Verranno impiegati acciai di tipo autoprotettivo aventi resistenza migliorata alla corrosione atmosferica con caratteristiche meccaniche equivalenti a Fe510D per tutti gli elementi da saldare (lamiere per piattabande, anime, piastre, irrigidimenti, ecc.) e caratteristiche chimiche in accordo a quanto previsto dalla Norma UNIEN10155.

Per i profili commerciali si userà acciaio tipo Fe510C.

Per i pioli Nelson si userà acciaio tipo ST37-3K secondo DIN 17100.

La bulloneria (per le caratteristiche chimiche e meccaniche si rimanda alla UNI 3740) sarà così associata:

- Viti classe 8.8 secondo UNI5712;
- Dadi 6s secondo UNI5713;
- Rondelle in acciaio C50 secondo UNI5714;
- Piastrine in acciaio C50 secondo UNI5716 - UNI5715.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati" ai sensi del DM09/01/1996; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

▪ **IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI MATERIALI**

All'atto del taglio delle lamiere sarà garantita la rintracciabilità delle stesse almeno per quanto riguarda anima e piattabanda delle travi e in genere per tutti i componenti principali.

Tale rintracciabilità sarà ottenuta o con punzonatura delle lamiere o con opportuna documentazione (Piani di taglio).

○ **MODALITÀ ESECUTIVE**

Per le modalità esecutive si farà riferimento al capitolo “Regole pratiche di progettazione ed esecuzione” della CNR10011, ovvero, laddove più restrittivo, a quanto indicato nei paragrafi successivi.

▪ **SOGGEZIONI AMBIENTALI**

Per le saldature le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale saranno in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La verniciatura in opera, ove prevista, deve essere fatta in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

▪ **TOLLERANZE GEOMETRICHE**

In generale le tolleranze di costruzione devono essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio e delle tolleranze riconosciute come accettabili da normative nazionali e/o europee in atto od in emissione alla data di realizzazione dell'opera.

▪ **TAGLIO E CIANFRINATURA DELLE LAMIERE**

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia. L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se una adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione deve essere secondo UNI 11001.

Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere a contatto; è tollerato un gioco massimo di 3 mm, per spessori maggiori di 10 mm, da ridurre adeguatamente per spessori minori o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve essere non maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1.5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

Prima delle operazioni di saldatura dovrà effettuarsi un esame visivo dei lembi al fine di riscontrare eventuali discontinuità; qualora vengano riscontrate discontinuità si dovrà procedere ad un esame magnetoscopico. Le discontinuità di modeste dimensioni (2-3m di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla DL per approvazione.

In particolare il Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato.

▪ SALDATURE

In generale non potranno essere eseguite saldature qualora la temperatura ambiente sia inferiore a +5 °C, e quando le superfici da unire siano umide; in questo ultimo caso è necessario provvedere all'asciugatura delle superfici mediante fiamma (T=50°C).

Classi delle saldature

Vale quanto prescritto nel **DM 17-01-2018**.

Procedimenti di saldatura

Le saldature potranno essere realizzate utilizzando i seguenti procedimenti :

- SAW (saldatura automatica ad arco sommerso). Per i giunti anima–piattabanda a parziale penetrazione non è consentito l'uso di procedimento ad arco sommerso a teste contrapposte.
- FCAW (saldatura semiautomatica ad arco con filo animato sotto protezione di gas). Con tale procedimento di saldatura dovranno essere impiegati: filo animato basico per le posizioni di saldatura in piano e piano frontale; filo animato rutilico per la posizione di saldatura verticale ascendente.
- GMAW (saldatura semiautomatica ad arco con filo pieno sotto protezione di gas).
- SMAW (saldatura manuale ad arco con elettrodo rivestito). Con tale procedimento si dovranno adottare esclusivamente elettrodi a rivestimento basico, omologati secondo la norma UNI 5132. Il diametro massimo utilizzabile sarà 4 mm per la saldatura in verticale ascendente e in sopratesta, 5 mm per la saldatura in piano.

Saldatura dei pioli con procedimento automatico tipo NELSON.

In generale i materiali d'apporto dovranno garantire in zona fusa le stesse caratteristiche di resistenza alla corrosione del materiale base.

Elettrodi

Devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132, in accordo con D.M. 09/01/1996.

Gli elettrodi devono essere usati con il tipo di corrente, continua o alternata, e di polarità per cui sono stati omologati. Devono altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione all'asciutto e, in genere, alla preessiccazione degli elettrodi a rivestimento basico.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, deve essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale deve essere non maggiore di 6mm per saldatura in piano e di 5mm per saldatura in verticale.

Qualifica del personale e delle procedure

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere certificati, da un organismo di terza parte, ai sensi del **DM 17-01-2018**: A tale proposito si potrà fare riferimento alla norma UNI EN 288-3. Tutti i saldatori dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 287-1. Tutti gli operatori delle macchine automatiche dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418.

Specifiche di saldatura

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo al Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della

consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

Le specifiche dei giunti di produzione (WPS) saranno redatte sulla base di quanto indicato nella norma UNI EN 288-2.

In generale dovranno essere indicate le seguenti informazioni:

- Identificazione del costruttore;
- Identificazione della WPS;
- Riferimento al verbale di qualificazione di procedura di saldatura (WPAR) o ad altri documenti richiesti;
- Tipo di metallo base;
- Dimensione del materiale: campi di spessori del giunto;
- Procedimento di saldatura;
- Geometria del giunto: schizzo del giunto mostrante forma e dimensioni, e sequenza passate;
- Posizione di saldatura;
- Preparazione del cianfrino;

- Tecnica di saldatura: angolazione della torcia, oscillazione, ecc.;
- Eventuale solcatura a rovescio;
- Eventuale sostegno a rovescio;
- Materiali d'apporto: designazione, dimensioni, trattamenti di condizionamento;
- Parametri elettrici: Tipo di corrente, campo di corrente, campo di tensione, ecc.;
- Eventuali parametri di macchina: velocità di avanzamento e di alimentazione filo;
- Temperatura di preriscaldamento;
- Temperatura di interpass;
- Eventuale trattamento termico dopo saldatura;
- Indicazioni specifiche per i vari gruppi di procedimenti di saldatura.

In particolare per quanto riguarda la temperatura di preriscaldamento, si dovrà fare riferimento a quanto stabilito dalla norma prEN 1011-2, individuando il corretto valore di tale temperatura, noti lo spessore combinato del giunto, l'apporto termico specifico di saldatura, il valore del Carbonio Equivalente CE, funzione della composizione chimica del materiale base e ottenibile attraverso la formula:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Modalità esecutive

Le operazioni di puntatura saranno effettuate da personale opportunamente qualificato, adottando gli stessi materiali d'apporto nonché tutti gli accorgimenti prescritti per le operazioni di saldatura, compreso il rispetto della temperatura di preriscaldamento. I punti depositati da personale non qualificato dovranno essere rimossi prima dell'esecuzione della saldatura.

La lunghezza dei tratti di puntatura dovrà essere di almeno 50 mm. Le estremità di tali tratti dovranno essere accuratamente molate e controllate per evitare la presenza di difetti.

Le saldature dovranno essere eseguite con tecnica ad una o più passate, in accordo con le WPS approvate.

Per quanto possibile i componenti dovranno essere saldati a ritiro libero, in modo da ridurre il grado di vincolo durante la saldatura.

Dove possibile le saldature dovranno essere eseguite in piano. Non è consentita la posizione verticale discendente.

In generale i giunti testa a testa dovranno essere saldati senza interruzione fino al completamento di almeno metà dello spessore.

Tutte le tracce di scoria e di flusso residuo di ogni passata dovranno essere rimosse prima della passata successiva.

Fatta eccezione per la posizione verticale ascendente, dovrà essere adottata la tecnica di saldatura a passata stretta.

L'innesco d'arco dovrà avvenire all'interno del giunto, interessando solo le superfici dei lembi.

Nei giunti testa a testa si predisporranno sempre talloni di estremità da rimuovere a fine saldatura.

Le temperature di preriscaldamento e di interpass, in accordo con le WPS approvate, saranno controllate in fase di saldatura con gessetti termometrici o altri mezzi idonei.

Sequenze di saldatura.

I giunti testa a testa trasversali di giunzione delle travi e del fondo, dovranno essere effettuati con sequenza opportuna.

A tal fine dovrà essere prevista, in fase di prefabbricazione, una scucitura tra anima e piattabanda e anima e fondo cassone di almeno 250 mm da ogni lato del giunto, per consentire il corretto allineamento delle lamiere delle piattabande, del fondo e delle anime delle travi.

In cantiere si procederà saldando piattabande e fondo, anime, e infine il tratto di 500 mm anima piattabanda a cavallo del giunto trasversale.

Riparazione dei giunti saldati.

L'eliminazione dei difetti dovrà essere realizzata tramite molatura o scricatura con arc-air seguita da molatura.

Nel caso di impiego di arc-air, si dovrà provvedere ad applicare un preriscaldamento con temperatura di 25°C maggiore di quella adottata per le saldature.

Dopo la scricatura si dovrà verificare con esame visivo e magnetoscopico la completa rimozione del difetto; lo scavo dovrà presentarsi ben raccordato al materiale base circostante.

Le riparazioni saranno effettuate con procedimento a elettrodo rivestito SMAW, da saldatori certificati.

Le riparazioni effettuate dovranno essere ricontrollate al 100% con controllo visivo, e con il controllo non distruttivo più adeguato.

Finitura delle superfici.

In fase di finitura dovranno essere eliminati, tramite molatura, tutti gli spruzzi, le puntature, e tutti gli elementi utilizzati come collegamenti provvisori durante la fabbricazione.

Una volta rimosse le puntature e gli elementi provvisori, si dovrà procedere ad un esame visivo della superficie lavorata e, se necessario, anche ad esame magnetoscopico.

Eventuali colpi d'arco dovranno essere molati.

▪ UNIONI BULLONATE

I fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le

eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale.

I bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.

Nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi.

Non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n°1086 (D.M. in vigore) ; entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi equipaggiate con un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del $\pm 5\%$.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/05.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un

numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori. L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

Per ogni unione con bulloni, il Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, il Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

▪ **CONNETTORI E PARTI ANNEGATE NEI GETTI**

Ove indicato in progetto, si provvederà ad equipaggiare le membrature in acciaio con appositi connettori per la trasmissione degli sforzi dalle strutture in calcestruzzo a quelle in acciaio.

Il dimensionamento e le modalità di montaggio dei connettori sulle strutture in acciaio dovranno essere eseguiti in accordo alle specifiche indicate nelle istruzioni del CNR 10016 – 85 e successive modifiche ed integrazioni.

Le parti destinate ad essere integralmente incorporate nei getti di conglomerato cementizio devono essere soltanto accuratamente sgrassate e sabbiate.

▪ **DURABILITÀ**

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui all'articolo "Verniciature" delle presenti Norme Tecniche.

Al fine di evitare ristagni di acqua all'interno dei cassoni in carpenteria metallica si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione, evitando la

formazione di punti di ristagno.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nell'articolo precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche il Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

○ **COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese del Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi di appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, il Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni da effettuare ai sensi del **DM 17-01-2018**.

A tale scopo è fatto obbligo al Appaltatore di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo. Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto. Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 09/01/96, prove meccaniche e chimiche su 3 serie ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione su 3 serie ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate. La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

Le prove da eseguire su bulloni e viti saranno eseguite ai sensi della parte 3^a della UNI 3740.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i

laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola

conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 09/01/96 ed alle norme UNI qui di seguito citate.

Profilati, piatti, larghi piatti e lamiera: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati Ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle caratteristiche meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

-UNI 7070/82-per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;

-UNI 7937 per il coefficiente di strizione;

-UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

Materiali vari per elementi non saldati: lamiera strigliate; grigliati

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI 7070/82. Bulloneria

Ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi alle prove e ai collaudi sono a carico del Appaltatore.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese del Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dal Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

○ **COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con il Appaltatore.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo. In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, il Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

○ **MONTAGGIO**

Il Appaltatore dovrà, sulla base delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo:

- redigere un piano dettagliato di lavorazione,
- definire le modalità di assemblaggio delle travate;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto negli elaborati di progetto.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contrefreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni

durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, il Appaltatore è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

○ **PROVE E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Tutte le ispezioni e prove saranno eseguite in presenza della DL a cure ed onere del Appaltatore.

▪ **CONTROLLO DELLE SALDATURE**

Prima delle operazioni di saldatura dovrà effettuarsi un esame visivo dei lembi al fine di riscontrare eventuali discontinuità; qualora vengano riscontrate discontinuità si dovrà procedere ad un esame magnetoscopico. Le discontinuità di modeste dimensioni (2-3m di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla DL per approvazione.

Le saldature devono essere controllate a cura del Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione.

I collegamenti saldati saranno sottoposti ai seguenti controlli non distruttivi, nelle percentuali indicate:

Giunti a T con cordoni d'angolo e a parziale penetrazione :

Esame visivo : 100% delle saldature ; Esame magnetoscopico : 20% delle saldature anima-piattabanda delle travi;10% delle saldature rimanenti .

Giunti testa a testa a piena penetrazione :

Esame visivo : 100% delle saldature ; Esame magnetoscopico : 20% delle saldature ;
Esame ultrasonoro : 100% dei giunti tesi ;50% dei giunti compressi trasversali; 25%
dei giunti longitudinali di anima e fondo.

Pioli NELSON :

Esame visivo : 100% delle saldature ;
Prova di piegamento a 30°: 5% delle saldature.

Esame visivo

Sarà applicato, secondo le modalità della UNI EN 970.

Esame magnetoscopico

L'esame magnetoscopico sarà condotto secondo le modalità della EN UNI 1290.

Esame ultrasonoro.

L'esame ultrasonoro sarà adottato in tutti i giunti a piena penetrazione, e sarà
condotto secondo le modalità di classe 1 della norma UNI EN 1714.

▪ **CONTROLLO DELLE UNIONI BULLONATE**

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

-Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto
al coprigiunto;

-Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;

-Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti
nella posizione originaria.Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia
di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di
quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da
interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere
a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla

D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

▪ **CONTROLLO DEI CONNETTORI TIPO NELSON**

Tutti i pioli saranno sottoposti ad esame visivo per accertare l'assenza di discontinuità nel collarino metallico dopo saldatura. Eventuali discontinuità saranno ripristinate con elettrodi rivestiti. Non ammessa la presenza di cricche nelle saldature dei pioli.

Su almeno il 5% sarà eseguita una prova di piega ai sensi delle istruzioni CNR UNI 10016, consistente nel piegamento a 30° a colpi di mazza. In caso di rottura di almeno il 5% dei pioli testati, tutti i pioli della stessa membratura saranno sottoposti alla stessa prova.

○ **CRITERI DI ACCETTABILITÀ DEI DIFETTI**

Per quanto riguarda i controlli non distruttivi di cui sopra, le saldature, in funzione della loro importanza, dovranno soddisfare i seguenti requisiti :

Saldature principali : i giunti di testa, i giunti anima–piattabanda, le nervature trasversali alle piattabande o al fondo, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B ;

Saldature secondarie : le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità C ;

Saldature dei pioli NELSON : le saldature dei pioli dovranno soddisfare i requisiti della norma CNR 10016-85 Appendice B ;

▪ **ESTENSIONE DEI CONTROLLI IN CASO DI ESITO NEGATIVO**

Nel caso di esito negativo, i controlli non distruttivi saranno estesi per 1 m da ogni lato del difetto o, nel caso di giunti corti (inferiori a 1 m) a due giunti adiacenti.

Nel caso di ulteriori difetti i controlli saranno estesi al 100% del giunto difettoso.

Nel caso vengano rilevati difetti planari, l'estensione al 100% sarà immediata.

Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dal committente o dai suoi rappresentanti in funzione dell'esito dei successivi controlli.

○ **COLLEGAMENTI SPECIALI**

I giunti testa a testa di lamiera non previsti a disegno, verranno controllati al 100% con esame visivo (secondo UNI EN 970), magnetoscopico (secondo UNI EN 1290) e ultrasonoro (secondo UNI EN 1714), e verranno riportati sui disegni "as built".

Come criterio di accettabilità, tali giunti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B.

○ **PERSONALE ADDETTO ALLE ISPEZIONI E CONTROLLI DELLE SALDATURE**

I lavori di preparazione, assiemaggio e saldatura degli elementi strutturali in officina ed in cantiere dovranno essere eseguiti sotto la supervisione di un Organismo Indipendente che dovrà mettere a disposizione personale certificato come EWI (European Welding Inspector) con specifica e documentata esperienza nel campo della realizzazione delle strutture metalliche e dei ponti in particolare, con il coordinamento di un EWE(European Welding Engineer).

I controlli non distruttivi dovranno essere condotti da personale dello stesso Organismo Indipendente, certificato di Livello 2 secondo UNI EN 473, sotto la supervisione di un esperto di Livello 3.

○ **PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spesa del Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nel **DM 17-01-2018**.

- CASSEFORME E CENTINATURA

○ **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n°1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Appaltatore sarà tenuta all'osservanza:

↳ della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);

↳ del D.M. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).

↳ del D.M. 14 febbraio 1992 “Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);

↳ del D.M. 9 gennaio 1996 “ Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);

↳ del D.M. 16 gennaio 1996 “ Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);

↳ della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente “ Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);

↳ della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente “ Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

↳ UNI EN 206-1 UNI 11104: “Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità”

↳ UNI 8991 “Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”

Il Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all’esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

L’esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere provvisionali non esonerano in alcun modo il Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, il Appaltatore rimane l’unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

○ **CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E
ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

Per tali opere provvisorie il Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità del Appaltatore stesso 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, il Appaltatore è tenuto 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 quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto dedicato dell'articolo "Calcestruzzi".

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno

assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

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.

Salvo diversamente previsto negli elaborati progettuali, le casseforme a perdere per la realizzazione degli alleggerimenti saranno eseguite casseforme a perdere, realizzate con pannelli di rete tipo "PERNERVOMETAL" o similare montate su strutture di irrigidimento, in tondino di acciaio o in legno, per la costituzione di zone di alleggerimento.

In alternativa, tali zone di alleggerimento potranno essere realizzate con blocchi di polistirolo espanso di adeguato peso specifico, sufficiente cioè a sopportare le pressioni del calcestruzzo in fase di presa.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dal Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

- **IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI IN CLS**

○ **GENERALITÀ**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

tali impermeabilizzazioni saranno effettuate mediante:

- membrane elastiche continue in materiale sintetico;
- cappa di mastice di asfalto sintetico;
- guaine bituminose preformate ed armate;
- bitume modificato con elastomeri ed armato;
- vernici bicomponenti in catrame e resine epossidiche.

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

-elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;

-deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o

distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;

-resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di

permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso

antigelo;

-durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una

durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la

ripetizione dei carichi;

-compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);

-altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

-tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10°e + 60°C;

-sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Tutti i materiali per impermeabilizzazioni dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Strutture sovrastanti strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne, ecc.; il convogliamento di acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti.

Eventuali perdite che si manifestassero, sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dal Appaltatore, a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, esenti da olii, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, asciutte e stagionate almeno 20 giorni, per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante.

La pulizia sarà ottenuta mediante lavaggio con getti d'acqua in pressione per l'adeguato asporto delle parti incoerenti seguito da una energica soffiatura con aria compressa.

La posa in opera di tutte le impermeabilizzazioni dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie, affinché il supporto sia libero da detriti ed altre irregolarità che possano arrecare danni per punzonamento al manto impermeabile, e comprenderà:

- **eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere mediante bocciardatura spinta anche a fondo;**
- **stuccatura di eventuali lesioni o vespai;**
- **pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione (almeno 50bar).**

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

○ **MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA**

La superficie in calcestruzzo da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, come residui di boiaccia, di eventuali residui di impermeabilizzazione preesistente ed altro. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, come pure quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato. A questi interventi preparatori dovrà seguire una accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

▪ **PRIMER DI ADESIONE**

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliaminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

▪ **MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE SINTETICA ELASTICA CONTINUA SPRUZZATA IN OPERA**

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero

elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura $T \geq 293 \text{ K}$ ed UR $65\% \pm 5\%$.

Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

-Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): $1,15 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^3$ (UNI 89-1970).

-Durezza superficiale: 90 ± 5 Shore "A" (UNI 4916-74).

-Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 Mpa (UNI 8202 par. 8°).

-Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°).

-Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°).

-Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a $T = 253 \text{ K}$ (UNI 8202 par. 15°).

Adesione al supporto cementizio: minimo 3 Mpa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

▪ MANO D'ATTACCO PER IL COLLEGAMENTO DELLA MEMBRANA CON
LA PAVIMENTAZIONE

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ($T \geq 180 \text{ °C}$) in ragione di circa $0,8 \text{ kg/m}^2$ e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme Tecniche nell'Articolo dedicato alle pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

▪ MODALITÀ DI APPLICAZIONE

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra $0,20$ e $0,25 \text{ kg/m}^2$.

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretana elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di $2,9 \div 3,1 \text{ kg/m}^2$ (spessore secco 2,5 mm) tale da garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non verrà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni metereologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 10°C.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature $\geq 20^\circ\text{C}$, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 Mpa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

○ **CAPPA DI MASTICE DI ASFALTO SINTETICO**

▪ **MATERIALI**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

doirà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto

di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% -19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asphaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra $-0,1 < IP < +0,1$ calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50V}$$

in cui:

$v = \log 800 - \log \text{penetrazione a } 298 \text{ K};$

$u = \text{temperatura di P. e A. in K detratti } 298 \text{ K};$

Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI) ,

contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra 18 e 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ($V_b - V = 5 - 7$ in cui V_b è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELM (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori tra 373 e 403 K.

L' Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

▪ MODALITÀ DI APPLICAZIONE

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui

di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m² nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m² nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura' di 473 K (± 10 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al paragrafo dedicato alle guaine bituminose preformate armate, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 250 g/m².

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo. In corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento sarà curata la sede di appoggio della guaina come da dettagli indicati nel punto successivo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

▪ MODALITÀ DI PREPARAZIONE DEL MASTICE DI ASFALTO SINTETICO

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

Procedura I:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483-503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso portato alla temperatura di 423-433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

Procedura 2:

a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;

b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

○ **GUAINA BITUMINOSA PREFORMATA ARMATA**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine preformate bitume-polimero, a base di bitume distillato, plastomeri, elastomeri e armatura in tessuto non tessuto di poliestere puro a filo continuo da non meno di 250 g/m². Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco

▪ **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E PROVE DI ACCETTAZIONE**

Il Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione

Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e il Appaltatore dovrà allontanarli a sua cura e spese.

Primer di adesione al supporto

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 358-363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m².

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temp. di 293 K (± 5 K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298 K, dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente. Il tempo di essiccazione a 20° con umidità relativa pari al 65% sarà pari a circa 3 ore.

Massa bituminosa della guaina

Sarà di tipo plastomerico o elasto-plastomerico.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito, da accertare con prove di qualificazione:

- punto di rammollimento P. e A.: ≥ 423 K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- massa volumica del compound $< 1,00$ kg/dm³;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche di seguito riportate, da accertare con prove di qualificazione.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione del tessuto non tessuto dovranno risultare i seguenti valori:

Dalle prove di qualificazione del tessuto non tessuto dovranno risultare i seguenti valori:

- | | |
|---|------------------------|
| - peso (UNI 5114) | > 250 g/m ² |
| - resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) | ≥ 18 kN/m |
| - allungamento (UNI 8939) | > 60% |
| - lacerazione (UNI 8279/9) | $\geq 0,5$ kN |
| - punzonamento (UNI 8279/9) | ≥ 3 KN |
| - inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi | |
| - perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa | |

▪ GUAINA PREFORMATA

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa. Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati (con le tolleranze secondo UEAtc):

- massa areica (UNI 8202/7):	
guaina di spessore non minore di 5 mm	< 5,300 kg/m ²
guaina di spessore non minore di 4 mm	< 4,300 kg/m ²
- comportamento a trazione (UNI 8202/8):	
resistenza longitudinale	≥ 18 kN/m
resistenza trasversale	≥ 16 kN/m
allungamento a rottura	≥ 50 %
- resistenza alla lacerazione (UNI 8202/9, metodo B):	
longitudinale	0,16 kN
trasversale	0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):	
classe di resistenza/carico sopportato su sfera Ø 10 mm	
- su supporto rigido	Ps4 > 25 kg
- su supporto non rigido	Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15)	-20°
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16)	< 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21)	> 100 kPa
- stabilità di forma a caldo (UNI 8202/18)	≥ 140 °C
- resistenza all'ozono (UNI 8202/28)	nessuna screpolatura dopo la prova

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese del Appaltatore.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

▪ MODALITÀ DI POSA IN OPERA E PROVE SUL PRODOTTO FINITO

Per le modalità di preparazione delle solette valgono le prescrizioni dei precedenti punti.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

I teli saranno posati con sormonto di 10cm longitudinalmente e 15cm trasversalmente, saldati a fiamma di gas propano al piano di posa e quindi risvoltati verso l'alto sui cordoli ed incollati a fiamma sulle parti verticali e/o orizzontali per una lunghezza di almeno 15cm misurata a partire dalla pavimentazione carrabile. Il lembo esterno della guaina sarà infine saldato al cls a mezzo di mastice bituminoso.

In corrispondenza del punto d'incontro soletta-cordolo sarà curata la sede di appoggio della guaina creando un cordone d'angolo in cls o in malta di lato pari a 5,00cm.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

metodo di posa n°1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta.

metodo di posa n°2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici sciolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti la adesione della guaina al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico

di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1,00 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

○ **MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE CONTINUO REALIZZATO IN OPERA
CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TESSUTO
NON TESSUTO**

▪ **MATERIALI**

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

-Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo “soft” spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453K (± 10 K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

-Legante, sarà costituito da doppio strato di bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso). Il primo strato sarà sottoposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 2,00mm in alcun punto. Il secondo strato sarà sovrapposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 1,00mm in alcun punto.

-Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agogliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco.

Le caratteristiche del geotessile dovranno essere:

- **Peso del tessuto non tessuto $\geq 200 \text{ g/m}^2$;**
- **Resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM 1682);**
- **Perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.**

I sormonti dell'armatura saranno non inferiori a 15,00cm.

▪ **MODALITÀ ESECUTIVE**

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo “airless” e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata verrà realizzato il manto impermeabile costituito da una armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante steso in

precedenza, nella quantità minima di $1,0 \div 1,5 \text{ kg/m}^2$, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, verrà applicata una seconda mano di legante. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile dopo la stesa e la compattazione su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K, per 5 h, anche nelle eventuali zone di giunto.

○ **VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcato in acciaio a piastra ortotropa

▪ **PIANIFICAZIONE**

Prima di iniziare i lavori sul campo, il Appaltatore è tenuto a redigere una serie di documenti che costituiranno il supporto tecnico per l'esecuzione del lavoro.

Tali documenti avranno i seguenti contenuti:

MATERIALI

Verrà prodotta una lista dei materiali da impiegare per l'esecuzione delle varie lavorazioni. Tale lista sarà integrata dalle relative schede tecniche per materiali da acquistare confezionati e sottoposti ad approvazione da parte del direttore dei lavori.

ATTREZZATURE

Verrà prodotta una lista delle attrezzature che il Appaltatore intenderà introdurre ed utilizzare nel cantiere per la realizzazione del lavoro per ogni sua fase, ne verranno indicate le marche, la condizione, ed i tempi di reperibilità dei pezzi di ricambio.

ORGANIZZAZIONE

Verrà presentato un dettagliato modus operandi per l'esecuzione del lavoro nelle sue varie fasi, con riferimento alla composizione delle squadre, alla produttività delle macchine, alle condizioni di lavoro in relazione alle caratteristiche climatiche ed ambientali, ed ai tempi di produzione, trasporto, lavorazione o messa in opera dei

materiali.

CONROLLO QUALITA'

Verrà instaurato un sistema di controllo qualità che fornirà elementi in merito a:

-Procedure di qualificazione materiali.

-Procedure operative

-Procedure d'ispezione

-Procedure di rintracciabilità

Al termine di tutti questi adempimenti verrà redatto un programma lavori che tenga presente le condizioni di installazione e funzionalità del cantiere, modus operandi, rate di produzione, avanzamenti.

▪ ELEMENTI PROTETTIVI DALLA CORROSIONE DELL'IMPALCATO

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa previa preparazione della superficie dell'impalcato.

Il sistema protettivo deve garantire:

-Impermeabilità all'acqua sotto tutte le condizioni, tanto per la piastra, quanto per tutti i suoi angoli, i suoi bordi, gli elementi che lo delimitano ed i particolari che lo compongono.

-Stabilità meccanica sotto lo sforzo dei carichi del traffico sia per azioni di compressione, che taglianti, tanto in curva che in condizioni di arresto o di accelerazione dei veicoli.

-Resistenza alla formazione di fessure o di stratificazioni e distacchi in generale dovuti tanto all'azione del traffico quanto al movimento degli strati sottostanti o dal supporto.

-Mantenimento delle proprietà di impermeabilità e meccaniche in condizioni di carico di esercizio del traffico, delle azioni degli agenti atmosferici, di agenti chimici ed in particolare delle sostanze anticongelanti ed altri fattori deleteri in generale.

-Compatibilità tra i vari costituenti e con i materiali con i quali gli elementi dell'impermeabilizzazione e della pavimentazione vengono a contatto.

-Resistenza a carichi teorici o meccanici di ogni strato durante l'applicazione dello strato successivo.

Le specifiche che seguono vanno dunque considerate come requisiti minimi da soddisfare, ma l'accettazione finale contrattuale del lavoro dipenderà dall'aver conseguito o meno i requisiti sopra menzionati.

▪ MATERIALI

GRANIGLIA METALLICA

Verrà impiegata per la granigliatura della superficie. Sarà di tipo spigoloso la granulometria verrà stabilita mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers.

ABRASIVO MINERALE

Verrà impiegato per le eventuali operazioni di sabbiatura di quei particolari non eseguibili con granigliatrici meccaniche, avrà granulometria da stabilire mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers. Sarà del tipo consentito dalle vigenti normative ed indicazioni tecniche di sicurezza contro il rischio da silicosi.

IMPERMEABILIZZANTE

Vernice epossicatrame in solvente per protezione antiacida di superfici in acciaio resistente all'acqua dolce e salata, agli acidi ed alcali diluiti, ai sali neutri, agli oli minerali e combustibili, agli oli grassi, ai detersivi ecc. e resistente alle seguenti temperature: fino a 100° di calore secco e fino a 60° di calore umido (anche acqua calda).

▪ ESECUZIONE DEL LAVORO

a) PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE

La tecnica da prediligere è la granigliatura mediante macchine granigliatrici a turbina con aspirazione e filtraggio automatico delle polveri.

Il grado di sabbiatura dovrà essere Sa 2,5 secondo ISO 8501 e DIN 55928 sul 100% della superficie. Aree minori (meno di 100 cm²) potranno essere accettate solamente se ammonteranno complessivamente a meno del 5% della superficie totale lavorata per ogni rata di produzione.

Particolare attenzione verrà dedicata alla granigliatura dei cordoni di saldatura tra le lamiere.

La sabbiatura mediante sabbiatrici ad aria compressa deve avvenire su aree contenute.

La superficie trattata deve presentarsi rugosa.

Prima della granigliatura si dovrà procedere alle operazioni di pulizia e sgrassaggio della superficie. Le condizioni ambientali saranno tali da mantenere la temperatura del supporto superiore a 0° C e comunque e conforme al criterio del dew -point con scarto di 3°C. L'umidità relativa non potrà superare l'80% altrimenti le operazioni di granigliatura non potranno avere inizio. In presenza di condizioni ambientali avverse sarà possibile il ricorso a strutture di riparo mobili, (capannoni mobili), che permettano di ricostituire i parametri ambientali ideali alla esecuzione dei lavori. Il ricorso a tali strutture di riparo non costituirà onere aggiuntivo per la committenza. I tempi di mantenimento del supporto sabbiato saranno dettati dalle schede tecniche del produttore .

Particolari procedure verranno sviluppate dal Appaltatore in merito all'accettazione della superficie ed a una risabbiatura di superfici già sabbiate.

b) APPLICAZIONE DI IMPERMEABILIZZANTE

L'impermeabilizzante deve essere applicato a spruzzo airless praticabile con spruzzatori con una pressione di 150 bar, ugelli con foro di 0.66 mm, angolo di spruzzo di 80°. Si applicheranno due mani di vernice secondo le prescrizioni della casa fornitrice per quanto riguarda preparazione del prodotto, miscelazione dei componenti, temperature e tempi di applicazione, tempo di attesa tra le mani.

Particolari procedure verranno redatte per stabilire le modalità delle riparazioni e della accettazione della superficie.

L'impermeabilizzante steso non deve venire danneggiato dal traffico o da qualsiasi fattore prima di essere ricoperto da sabbia e dallo strato di pavimentazione bituminosa particolare attenzione dovrà essere rivolta ad evitare perdite di olio o di qualsiasi altro possibile solvente del bitume.

○ SPECIFICHE DI CONTROLLO

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, il Appaltatore dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel presente articolo.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

○ **PROVE DI ACCETTAZIONE**

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m² di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera d'arte o manufatto. Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

○ **CONTROLLI SULLA POSA IN OPERA**

Durante le fasi di posa in opera, che avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente articolo, si dovranno effettuare i controlli indicati nei precedenti capitoli, nonché dei controlli di seguito riportati. Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro.

A) Manti realizzati in opera

- verifica delle condizioni ambientali;-verifica della pulizia delle superfici di applicazione;-verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

B) Manti in guaine preformate

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;-
- verifica degli spessori.

Al fine di verificare la corretta adesione della guaina al cls, la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, prove di adesione eseguite sul manto impermeabile prima della formazione della pavimentazione. Le prove saranno

effettuate in presenza della DL.

Le prove saranno eseguite in ragione di almeno una ogni 4 campate a scelta della DL (con un minimo di una prova per opere con meno di 4 campate).

La prova consiste nello strappo di 6 piastrine metalliche di diametro compreso tra 5,00 e 10,00cm. Le piastrine saranno incollate in punti scelti dalla DL ubicati su un reticolo cartesiano di lato non inferiore a 200cm. L'adesione delle piastrine al manto sarà ottenuta a mezzo di resine epossidiche, previa accurata pulizia del manto e sabbiatura della piastrina. Il manto sarà tagliato lungo la circonferenza delle piastrine dopo la presa del collante e prima dell'esecuzione della prova.

La prova avrà esito positivo se:

- ogni punto di prova avrà adesioni superiori a 0,80 kg/cm²
- il valor medio di tutte le prove dovrà essere superiore a 1,00 kg/cm².

In caso di fallimento della prova sarà richiesto di ripetere una seconda prova. Se anche la seconda prova risultasse non superata si procederà alla demolizione e rifacimento dell'impermeabilizzazione per la campata in esame e si ripeteranno le prove per le campate adiacenti non investigate con le stesse modalità di accettazione.

Al termine della prova le aree distaccate dovranno essere ripristinate con colata di asfalto fino all'estradosso del manto e successivamente con un rappizzo di guaina 40x40cm applicata a caldo.

Le prove e gli eventuali ripristini e demolizioni della impermeabilizzazione, nonché i ripristini della impermeabilizzazione sottoposta a test, saranno a cura ed onere del Appaltatore.

PRODOTTI PER ANCORAGGIO E RIPRISTINO DI ELEMENTI STRUTTURALI

○ **GENERALITÀ**

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti i seguenti argomenti:

-adesivi epossidici per ancoraggi strutturali di strutture in c.a. e carpenteria metallica su cls indurito;

-malte cementizie e/o epossidiche per ancoraggi strutturali di strutture in c.a. e carpenteria metallica su cls indurito;

-malte cementizie e/o epossidiche per livellamento e formazione di baggioli;

-materiali e magisteri per il ripristino di elementi strutturali in c.a.

○ **RIPRISTINO E/O ADEGUAMENTO DI ELEMENTI IN C.A.**

▪ **MISCELE PER IL RIPRISTINO DI SUPERFICI DEGRADATE**

Generalità

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati e/o adeguarla ad eventuali nuove esigenze.

Il ripristino di tali strutture degradate o l'adeguamento degli elementi in conglomerato cementizio dovrà garantire comunque, sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Le indagini preliminari al progetto di ripristino/adeguamento individueranno le zone macroscopicamente degradate ed incoerenti ed accerteranno la profondità di carbonatazione, la quantità di ioni $C1^-$ presenti e se nelle armature siano in atto fenomeni di corrosione; in base a tali indagini il progetto definirà gli spessori di materiale da asportare e 16 spessore del materiale di apporto.

In funzione dello spessore di applicazione il progetto indicherà la tecnica d'intervento ed i tipi di materiale da impiegare, in accordo alle specifiche del presente articolo, o di quelle indicate nel progetto medesimo.

Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da

applicare secondo le tecniche indicate, nonché le prove ed i controlli sull'intervento di ripristino/adeguamento.

▪ MATERIALI

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato¹ nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi EI ed E2;
- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali complete si rimanda ai punti successivi,

sono così definiti:

A) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzatili, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili², con rapporto di aspetto l/d pari a 125,

(1 Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.)

(2 L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e MgSO₄) per la durata di 12 mesi.)

aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9% in peso sulla malta secca, od a comportamento prestazionale equivalente. Tali malte contengono anche fibre sintetiche³ poliacriliche.

B) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzatili, a ritiro compensato con ritentore di umidità⁴, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

C) Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche⁵, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto di aspetto l/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.

D)Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

E)Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:

tipo E1: a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa);

tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

F)Malte di resina premiscelate: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3.

(Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo di elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio di elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).

G)Betoncini cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali aggregato, lavati, di idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.

H) Betoncini cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

I)Calcestruzzi di cemento reoplastici a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi $R_{ck} > 50$ MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.

L)Boiacche a ritiro compensato, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo (vengono adoperate per l'intasamento di guaine di precompressione degradate).

○ **REQUISITI DELLE MISCELE**

Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.

3 Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi

conseguente al ritiro plastico. Esse dovranno essere presenti in quantità > 0,08 % in peso sulla malta

secca ed avere diametro di 16 µm e lunghezza di 8 mm.

4 La presenza di un ritentore di umidità nella malta consente un più efficace sviluppo delle capacità espansive; infatti la reazione espansiva avviene soltanto in presenza di umidità.

5 Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

Nelle successive tabelle vengono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie modificate con resine e per le malte di resina.

Tabella a

Requisiti e metodi di prova per materiali cementizi a ritiro compensato e per malte polimero modificate

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione C1 ⁻	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88
Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944

Tabella b

Requisiti e metodi di prova per boiacche e malte di resina

- (*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;
- (**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;
- (***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;
- (****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Requisiti	metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541
Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIP-RC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Modulo elastico statico, MPa	ILEM-PC8-TC 113-CPT-95
Viscosità, centipoise (**)	BROOKFIELD ISO 2555

- **TRATTAMENTI PRIMA DEL RIPRISTINO/ADEGUAMENTO E FASI ESECUTIVE**
 - **GENERALITÀ**

In generale la tecnica di intervento per il ripristino/adeguamento delle strutture può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella seguente e descritte nei punti successivi.

Tabella c

Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALI	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte polimero cementizie modificate tipo E1-E2	Malte di resina tipo F1-F2
FASI ESECUTIVE				
Asportazione del calcestruzzo degradato	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Scalpellatura meccanica (E2) sabbiatura o idrosabbiatura (E1)	Sabbiatura
Pulizia delle armature	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura

(*) la prova viene eseguita senza la stagionatura dei provini

(**) richiesta solo per le resine per iniezione

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

MATERIALI	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte cementizie modificate polimero tipo E1-E2	Malte di resina tipo F1-F2
FASI ESECUTIVE				
Posizionamento delle armature aggiuntive	•	•	•	•
Posizionamento delle rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.
Pulizia della superficie di supporto	Acqua in pressione	Acqua in pressione	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscela con acqua
Saturazione della superficie di supporto	Acqua o vapore in pressione	Acqua o vapore in pressione	Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Spatolatura oppure colaggio o iniezione
Frattazzatura	•••	•••	•••	N.R.
Stagionatura	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.

N.R. Fase esecutiva non richiesta

- Se previsto in progetto
- Se richiesto dal tipo di prodotto
- Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

▪ **ASPORTAZIONE DEL CALCESTRUZZO DEGRADATO**

Il progetto definisce lo spessore di calcestruzzo da asportare sulla base dei risultati di un'apposita indagine preliminare. L'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà preferibilmente mediante idrodemolizione per superfici orizzontali o in alternativa con scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa preferibilmente per superfici verticali o intradosso d'impalcato, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento

delle strutture superstite.

Nel caso di idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di preregolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata¹ che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-C-D-G-H-I).

▪ **TRATTAMENTO FERRI D'ARMATURA**

I ferri di armatura del cemento armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura.

Quando il ripristino viene realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

▪ **POSIZIONAMENTO DI ARMATURE AGGIUNTIVE**

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.

Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

▪ **POSIZIONAMENTO DELLA RETE ELETTRISALDATA DI CONTRASTO**

Per interventi di spessore superiore a 20 mm quando si utilizzano le malte cementizie a ritiro compensato tipo B e D ed il betoncino tipo H, la rete elettro-saldata avente

funzione di contrastare l'iniziale espansione, di norma formata da barre di diametro 4 mm e maglie di 50 mm, dovrà essere ancorata al supporto.

Quando si utilizzano invece materiali cementizi fibrorinforzati tipo A, C e G non verrà applicata in quanto il contrasto stesso verrà esercitato dalle fibre metalliche.

Lo spessore minimo di intervento, in presenza di rete elettrosaldata, non potrà essere inferiore a 35-40 mm; infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.

Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre di acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate dalle Norme Tecniche contenute nella legge 1086 (D.M. in vigore).

L'acciaio sarà del tipo AISI 316 nel caso di elementi strutturali per i quali l'esposizione agli agenti aggressivi è massima e del tipo AISI 304 per gli elementi meno esposti.

Le malte cementizie polimero modificate per la loro natura non richiedono mai armature di contrasto.

(1 Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.)

▪ **PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DA RIPRISTINARE**

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione è consigliabile effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo la scarifica meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, è consigliabile effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-

100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I).

Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto di aria compressa o di acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

E' vietata inoltre la saturazione del supporto prima dell'applicazione delle malte polimero modificate bicomponenti che non richiedono miscelazione con acqua e delle malte di resina.

▪ **MESSA IN OPERA DELLE MISCELE DI RIPRISTINO**

Usò di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua¹ indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica² e comunque senza superare mai i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore di umidità.

Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

(1 Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse

le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1g per litro. il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.)
(2 Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2
S3)

La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K.

Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (278-293 K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda (308-323 K) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;
- b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;

c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura. Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

Uso di malte cementizie polimero modificate

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati. La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato.

La temperatura ottimale di impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

Le malte potranno essere messe in opera anche senza cassaforma quando lo spessore del ripristino non supera i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

La malta verrà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di

cazzuola.

Uso di malte di resina epossidica

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano di attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, uno strato di 2-3 mm della stessa resina mista a filler. Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con mazzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile

alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento.

Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante.

È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

▪ FRATTAZZATURA

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che vengono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che vengono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.

La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

▪ STAGIONATURA

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure

dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).

È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.

La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.

In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi o, nel caso di applicazioni di rivestimenti protettivi o trattamenti di impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile esportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.

L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale di apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

○ **ACCETTAZIONE E SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI MATERIALI PER
INTERVENTI DI RIPRISTINO/ADEGUAMENTO**

Le Società Produttrici dovranno ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L' Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare,

dimostrando la piena rispondenza ai requisiti ed alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese del Appaltatore, l'esecuzione di prove, su campioni di materiali forniti dalil Appaltatore, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove.

Saranno richieste verifiche su campioni di materiale di normale fornitura prelevati in contraddittorio in cantiere.

Le Società Produttrici dovranno fornire, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che viene consegnato di volta in volta.

Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella
Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI							
	A	B	C	D	G	H	I	L
Spandimento, %	> 70	> 70	> 90	> 170	≥ 180*	≥ 200*	≥ 200*	**
Espansione contrastata, %	≥ 0,04	≥ 0,05	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N.R.***	≥ 0,03	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 2,5	≥ 4
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 15	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa								
1 d	≥ 25	≥ 23	≥ 30	≥ 28	≥ 30	≥ 30	≥ 20	≥ 20
3 d	≥ 35	≥ 30	≥ 40	≥ 35	≥ 40	≥ 40	≥ 30	≥ 30
28 d	≥ 60	≥ 60	≥ 75	≥ 70	≥ 70	≥ 70	≥ 50	≥ 55
Resistenza a flessione, MPa								
1 d	≥ 8	≥ 4	≥ 10	≥ 4	≥ 8,5	≥ 5	≥ 2	≥ 5
3 d	≥ 9	≥ 6	≥ 12	≥ 6	≥ 9	≥ 6	≥ 3	≥ 6
28 d	≥ 11	≥ 8	≥ 16	≥ 8	≥ 13	≥ 8	≥ 5	≥ 7,5
Modulo elastico statico, MPa	≥23,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000
Permeabilità all'acqua, m/s	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹¹	< 10 ⁻¹²
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl ⁻ , m ² /s	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹²	<1•10 ⁻¹¹	<1•10 ⁻¹²
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm

* Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono di Abrams

** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.

*** N.R. prestazione non richiesta

Tabella
Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI	
	E 1	E 2
Spandimento, %	> 90	> 90
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 5
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 10	≥ 11
Resistenza a compressione, MPa		
1 d	≥ 10	≥ 13
3 d	≥ 18	≥ 23
28 d	≥ 35	≥ 50
Resistenza a flessione, MPa		
1 d	≥ 3	≥ 3
3 d	≥ 4	≥ 5
28 d	≥ 6	≥ 10
Modulo elastico statico, MPa	≤ 16.000	20.000-23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹⁰
Resistenza cicli di gelo-disgelo, n° di cicli	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl ⁻ , m ² /s	< 1×10 ⁻¹²	< 5×10 ⁻¹²
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm

Tabella
Prestazioni per malte di resina

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI		
	F 1	F 2	F 3
Aderenza al calcestruzzo MPa* a 28 d	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5
Aderenza all'acciaio, MPa *	≥ 3,5	///	///
Pull out, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa			
1 d	≥ 50	≥ 50	≥ 50
7 d	≥ 70	≥ 80	≥ 90
Resistenza a flessione, MPa			
1 d	≥ 15	≥ 15	≥ 15
7 d	≥ 30	≥ 45	≥ 55
Modulo elastico statico, MPa	8.000-9.000	14.000-16.000	4.000-5.000
Viscosità, centipose	N.R. **	N.R. **	500-600

* In caso di applicazione su supporti umidi si accettano valori di aderenza \geq a 3 MPa

** N.R. prestazione non richiesta

○ **PROVE E CONTROLLI**

Come già indicato nel punto precedente i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali.

Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento con i materiali non a norma.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma verrà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, il Appaltatore sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione: almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate, per ogni elemento strutturale, mediante bagnatura per verificare l'eventuale presenza di microfessure.

In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà maggiore del 20%, il Appaltatore dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm, sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura; la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi di estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il

Progettista.

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.

Le superfici risonanti a vuoto verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata una penale, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese del Appaltatore, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie sarà richiesta dalla Direzione Lavori la rimozione dei ripristini mal eseguiti.

○ **ADESIVI EPOSSIDICI PER INCOLLAGGIO STRUTTURALE**

Si farà riferimento a materiali con caratteristiche prestazionali equivalenti alle malte di resine tipo F2 (o superiori) di cui al punto precedente, ovvero alle specifiche tecniche riportate in progetto.

Per i controlli si farà riferimento alle indicazioni riportate nel capitolo precedente.

○ **RESINE EPOSSIDICHE PER ANCORAGGI DI BARRE METALLICHE**

Si farà riferimento a materiali con caratteristiche prestazionali equivalenti alle malte di resine tipo F1 (o superiori) di cui al punto precedente, ovvero alle specifiche tecniche riportate in progetto.

Per i controlli si farà riferimento alle indicazioni riportate nel capitolo precedente.

○ **MALTE E BETONCINI A BASE CEMENTIZIA E/O EPOSSIDICA**

Si farà riferimento a materiali con caratteristiche prestazionali equivalenti alle malte cementizie a ritiro compensato o alle malte epossidiche tipo F1 (o superiori) di cui al punto precedente, ovvero alle specifiche tecniche riportate in progetto.

Per i controlli si farà riferimento alle indicazioni riportate nel capitolo precedente