


INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELLA
SICUREZZA DELLA DIGA DI GIUDEA A GELLO

PROGETTO DEFINITIVO

Tavola ALL. D	Titolo: DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	SCALA DATA MAGGIO 2018		
 <p>Sede Firenze Via De Sanctis,49/51 - 50136 - Cod.Fisc. e P.I.V.A. 06111950488 Organizzazione con Sistema di Gestione Integrato Certificato in conformità alle normative ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000</p>				
PROGETTISTI: Dott. Ing. Giovanni Simonelli GEOLOGIA: Geo. Filippo Landini		COLLABORATORI: Verifiche di stabilità Ing. David Settesoldi Indagini Idrauliche Ing. Leonardo Duranti Indagini Geologiche Geol. Carlo Ferri		
ESPROPRI: Geom. Andrea Patriarchi Geom. Matteo Masi		COMMESSA IT: INGT-TPLPD-PBAAC252		
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Dott. Ing. Benedetta Centoni		RESPONSABILE COMMITTENTE: Ing. Cristiano Agostini		
DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE: Ing. Mario Chiarugi		RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Leonardo Rossi		
REV.	Data	DESCRIZIONE/MOTIVO DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO / APPROVATO
01	MAGGIO 2018	PROGETTO DEFINITIVO	DURANTI	SIMONELLI

COMUNE DI PISTOIA

PROVINCIA DI PISTOIA

PROGETTO DEFINITIVO

INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELLA SICUREZZA
DELLA DIGA DI GIUDEA A GELLO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI

MAGGIO 2018
REV. 00

Sommario

CAPO 1. NORME MATERIALI	4
Art. 1. Prescrizioni generali – prove	4
Art. 2. Acque e leganti	4
Art. 3. Sabbia, ghiaia, pietrisco e inerti per calcestruzzo e opere murarie	5
Art. 4. Pietrischi, pietrischetti, graniglia e sabbia	6
Art. 5. Mattoni.	7
Art. 6. Pietre naturali.....	7
Art. 7. Legnami.....	8
Art. 8. Malte.....	8
Art. 9. Murature di mattoni	8
Art. 10. Terre per argini e rilevati	9
Art. 11. Scogliere in massi ciclopici.....	9
Art. 12. Materiali ferrosi e metalli vari	10
Art. 13. Materiali per opere stradali	11
Art. 14. Geosintetici e geocompositi	13
Art. 15. Tubazioni - generalità	14
Art. 16. Tubazioni di cemento prefabbricato	15
Art. 17. Condotte prefabbricate in calcestruzzo tipo scatolari.....	15
Art. 18. Tubi di polietilene ad alta densità (PEHD)	17
Art. 19. Tubi a doppia parete in PEHD	17
Art. 20. Tubi in PEHD per sistemi di relining	17
Art. 21. Miscela di semente per argini e scarpate	18
Art. 22. Acciaio per strutture metalliche	18
Art. 23. Pali di fondazione	23
CAPO 2: NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	26
Art. 24. Movimenti di terra	26
Art. 25. Scavi a sezione aperta di sbancamento	27
Art. 26. Scavi di fondazione a sezione obbligata	28
Art. 27. Scavi a sezione ampia obbligata per imposta di opere d'arte, per la formazione e/o il risezionamento di canali esistenti	28
Art. 28. Scavi subacquei e prosciugamenti	29
Art. 29. Aggottamenti	29
Art. 30. Well Point	29
Art. 31. Rilevati per argini, rinterri ad opere d'arte, tombamenti di canali e riconformazione delle sponde dei canali	30
Art. 32. Distendimento delle materie di risulta dagli scavi.....	33
Art. 33. Scogliere in massi ciclopici per sistemazioni di difese radenti	33
Art. 34. Geosintetici e geocompositi	34
Art. 35. Paratie e diaframmi.....	35
Art. 36. Trasporto delle terre di risulta dagli scavi	37
Art. 37. Trasporto a discarica di materiali eterogenei	37
Art. 38. Opere in calcestruzzo normale e armato	37
Art. 39. Opere murarie.....	55
Art. 40. Tubazioni, cavi, e manufatti fognari.....	56
Art. 41. Valvole automatiche antiriflusso (clapèt).....	57
Art. 42. Prove e collaudi fognature.....	58
Art. 43. Rinterri e riempimenti dei cavi	58
Art. 44. Strato di fondazione stradale.....	59
Art. 45. Strato di sottofondazione stradale.....	61
Art. 46. Viabilità bianca.....	61

Art. 47.	Pavimentazione viabilità bianca	61
Art. 48.	Pali di fondazione	62
Art. 49.	Prove di carico sui pali di fondazione	71
Art. 50.	Controlli d'integrità dei pali di fondazione	73
Art. 51.	Recinzioni.....	74
Art. 52.	Cancelli metallici	74
Art. 53.	Demolizioni e rimozioni.....	74
Art. 54.	Tracciamenti	75
Art. 55.	Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini	76
Art. 56.	Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio precompresso per strutture e pareti perimetrali 76	
Art. 57.	Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati.....	81
Art. 58.	Opere metalliche e lavori in ferro	81
Art. 59.	Opere a verde	81
Art. 60.	Formazione tappeto verde	81
Art. 61.	Semina.....	82
Art. 62.	Opere successive all'impianto: Manutenzione totale per garanzia di attecchimento	83
Art. 63.	Irrigazione tramite autobotte	83
Art. 64.	Segnaletica verticale	83
Art. 65.	Segnaletica orizzontale permanente.....	94
Art. 66.	Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti:.....	95
Art. 67.	Staccionata in legno	96

CAPO 1. NORME MATERIALI

Art. 1. Prescrizioni generali – prove

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere dovranno pervenire da località ritenute dall'Impresa di sua convenienza, purché siano, come caratteristiche, corrispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

I materiali potranno essere posti in opera solo dopo che siano stati riconosciuti dalla Direzione dei Lavori di buona qualità, in relazione alla natura del loro impiego.

L'Impresa ha l'obbligo di prestarsi, tutte le volte che la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario, alle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi e delle varie categorie di impasti cementizi; essa provvederà, a sue spese, al prelevamento e all'invio dei campioni per l'esecuzione di tutte le prove necessarie presso gli Istituti sperimentali a ciò autorizzati, producendo i certificati rilasciati alla Direzione dei Lavori.

Dei campioni può essere ordinata la conservazione in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, munendoli di sigilli, nei modi più atti a garantirne l'autenticità.

Sono pure a carico dell'Impresa, in quanto compensati con i prezzi in elenco, la esecuzione delle prove, i sondaggi geotecnici e le prove geotecniche in situ da effettuarsi, su indicazione della Direzione dei Lavori, sui rilevati oggetto di costruzione.

L'Impresa è obbligata a rimuovere immediatamente dai cantieri i materiali non accettati dalla Direzione dei Lavori ed a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. Il tutto a propria cura e spesa.

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

Art. 2. Acque e leganti

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose o colloidali.

I cementi ed i leganti idraulici, le calce aeree, le pozzolane, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti e in particolare:

- della legge 26/5/1965 n. 595;
- delle "Norme sui registri di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/1/1966 modificato con D.M. 3/6/1968 e D.M. 31/8/1972;
- delle "Norme per l'accettazione delle calce aeree" R.E. 16/11/1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16/11/1939 n.2230;
- di altre eventuali Norme che dovessero essere emanate dai competenti organi.

Si impiegherà cemento del tipo " C12/15 " e " C30/37". I cementi ed i leganti in genere dovranno essere conservati in sacchi sigillati originali in magazzini coperti, su tavolati in legno, ben riparati dall'umidità o in silos.

Qualora, in qualsiasi momento, si accerti che i leganti, per effetto di umidità, non siano polverulenti ma agglutinati o grumosi, saranno allontanati dal cantiere.

Il gesso dovrà essere di fresca e regolare cottura, scevro di parti non sufficientemente cotte, o raggrumate e non deteriorato per azione dell'umidità.

Il grassello di calce bianca per murature o intonaci dovrà provenire da calce in zolle di prima qualità e cotta regolarmente, spenta almeno venti giorni prima dell'impiego e passata al setaccio.

a) Cementi.

Di ogni partita di cemento introdotta in cantiere, o successivamente dall'Appaltatore asportata perché destinata ad altri lavori, o rifiutata all'atto dell'impiego, come di seguito previsto, dovrà essere presa adeguata annotazione sul giornale dei lavori relativo alle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso.

Quando i cementi vengono approvvigionati in sacchi, questi debbono essere conservati in locali coperti, asciutti e ben aerati, al riparo dal vento e dalla pioggia; essi saranno disposti su tavolati isolati dal suolo, in cataste di forma regolare, non addossate alle pareti, che verranno inoltre ricoperte con teli impermeabili o fogli in materiale plastico.

I cementi che non vengono conservati secondo le modalità prescritte, i cui contenitori risultino manomessi, o che comunque all'atto dell'impiego presentino grumi o altre alterazioni, dovranno essere senz'altro allontanati tempestivamente ad esclusive cure e spese dell'Appaltatore, restando la Stazione appaltante estranea alle eventuali

ragioni ed azioni che il medesimo potesse opporre al Fornitore.

Qualora i cementi vengano approvvigionati alla rinfusa, per il trasporto si impiegheranno appositi automezzi. Ferma la necessità dei documenti di accompagnamento prescritti dall'art.3 della legge 26/05/1965, n.595, i contenitori impiegati per il trasporto dovranno avere ogni loro apertura chiusa con legame munito di sigillo recante un cartellino distintivo del prodotto, il tutto conformemente a quanto prescritto dalla legge stessa, al medesimo articolo, per le forniture in sacchi.

L'impiego di cementi alla rinfusa non potrà essere consentito qualora il cantiere non sia dotato di idonea attrezzatura per lo svuotamento dei contenitori di trasporto, di silos per lo stoccaggio e di bilancia per la pesatura all'atto dell'impiego.

b) Agglomeranti cementizi.

Per la fornitura degli agglomeranti cementizi si richiamano i requisiti di accettazione e le modalità di prova di cui al D.M. 14/01/1966; per la loro conservazione in cantiere e l'accettazione all'atto dell'impiego, valgono le prescrizioni relative ai cementi riportate al precedente paragrafo 1.

c) Calci idrauliche.

Le calci idrauliche in polvere dovranno essere fornite esclusivamente in sacchi; i loro requisiti di accettazione e le relative modalità di prova saranno conformi alle norme di cui al D.M. 14/01/1966 e al D.M. 31/08/1972, mentre per la loro conservazione e accettazione all'atto dell'impiego valgono le norme stabilite per i cementi al precedente paragrafo 1.

Le calci idrauliche in zolle potranno essere utilizzate solo su espressa autorizzazione della Direzione dei Lavori. In tal caso, dovranno essere approvvigionate in stretta correlazione ai fabbisogni, evitando la costituzione di scorte; esse verranno inoltre trasportate e conservate, anche in cantiere, come prescritto dall'art. 3 della legge 26/05/1965, n.595. In ogni caso, la calce che all'atto dell'impiego si presenti sfiorita, polverulenta o non perfettamente anidra sarà rifiutata.

Lo spegnimento, da effettuarsi negli appositi bagnoli, dovrà avvenire con adeguato anticipo rispetto al momento in cui occorre avere disponibile il grassello, tenendo anche conto del tempo occorrente all'idratazione delle zolle; la conservazione avverrà in vasche di muratura, disposte in serie rispetto ai bagnoli e depresse rispetto alla bocca di scarico degli stessi, curando tuttavia che l'impiego avvenga prima dell'inizio della presa, poiché tutto il prodotto che in tale momento non fosse stato ancora utilizzato dovrà essere gettato a rifiuto.

Art. 3. Sabbia, ghiaia, pietrisco e inerti per calcestruzzo e opere murarie

Tutti gli inerti, oggetto di fornitura e posa in opera si intendono procurati a cura e spese dell'Impresa in cava di prestito posta ad una d.m.b. di 100 km dal luogo di impiego.

Dovranno rispondere ai requisiti delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 L. 1086 del 5/11/1971.

La sabbia dovrà essere scevra da sostanze terrose, argillose e polverulente e dovrà presentare granulometria bene assortita con diametro massimo di 2 mm, priva di elementi aghiformi e lamellari.

La ghiaia ed il pietrisco devono provenire da rocce compatte e resistenti, non gelive. Devono essere privi di elementi allungati e lamellari ed essere scevri del tutto da sostanze estranee e da parti polverulente e terrose.

Gli inerti per calcestruzzi dovranno anche essere stati lavati in impianti meccanici.

Le dimensioni massime degli inerti costituenti la miscela dovranno essere le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpata o simili; di cm 4 se si tratta di getti per volte, di cm 3 se si tratta di cementi armati; 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 fissate dall'art. 21 delle Norme citate.

L'accettazione di miscugli naturali non vagliati è riservata alla Direzione dei Lavori, purché la granulometria del miscuglio stesso abbia caratteristiche soddisfacenti alle condizioni di massima compattezza del calcestruzzo con la minore possibile quantità di frazioni sottili.

Tutti i laterizi dovranno essere di pasta fine, compatta, omogenea, scevra da noccioli o calcinelli, essere ben profilati con facce piane e spigoli vivi. Alla rottura dovranno presentare struttura fine ed uniforme.

Dovranno inoltre presentare una cottura perfetta, così da riuscire sonori alla percussione, non contorti, né screpolati, né vetrificati. Dovranno infine corrispondere a tutte le prescrizioni delle leggi del 16 novembre 1939 nn. 2228,2230,2231,2232,2233,2234,2235 e successive modificazioni ed integrazioni, ed alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65 e presentare una resistenza a compressione (carico di rottura) non inferiore a Kg/cm² 150 dopo 20 cicli di azione a +35° e -10°.

Tutti i laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere completamente e prolungamente bagnati, fino a saturazione. Le pietre naturali devono essere compatte, prive di piani di sfaldatura ed altri difetti, di tonalità e colore uniforme, resistenti all'usura, non gelive. Per la loro accettazione si applicheranno le disposizioni di cui al R.D. 16 novembre 1939 n. 2232 e successive modificazioni ed integrazioni.

La lavorazione delle superfici a vista dovrà risultare perfettamente uniforme ed eseguita in conformità alle prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- a) a grana grossa;
- b) grana ordinaria;
- c) a grana mezza fina;
- d) a grana fina.

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di cm 2 rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di cm 1.

Per le pietre lavorate a punta mezzana o a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i mm 5.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le connessure non eccedono i mm 3. Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

Art. 4. Pietrischi, pietrischetti, graniglia e sabbia

Tutti gli inerti, oggetto di fornitura e posa in opera si intendono procurati a cura e spese dell'Impresa in cava di prestito posta ad una d.m.b. di 100 km dal luogo di impiego.

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

d) Materiali per massicciate stradali

Dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a 1.500 kg/cm² e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

e) Pietra per sottofondi

La pietra per sottofondi dovrà provenire da cava e dovrà essere fornita nella pezzatura non superiore a cm 20; se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa; dovrà essere della migliore qualità, di forte coesione e di costante omogeneità. Sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

f) Ghiaia in natura

La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali, esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm 1 a cm 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

g) Pietrisco

Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o da pietra calcarea di cave di pari resistenza. I ciottoli o la pietra dovranno essere di dimensione sufficiente affinché ogni elemento del pietrischetto presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm 4 a cm 7.

La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo. Al riguardo dovranno osservarsi esattamente le disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di piastrelle o frammenti di piastrelle e da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

h) Pietrischetto

Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente

formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti, le cui dimensioni saranno fra i mm 5 e mm 20.

Saranno senz'altro rifiutati il pietrischetto e la graniglia ad elementi lamellari e scagliosi.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli elementi siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

Art. 5. Mattoni.

I mattoni devono essere ben cotti, di forma regolare a spigoli profilati, sonori alla percussione, di grana fine ed omogenea.

I mattoni sformati, contorti, vetrificati, contenenti ghiaietti o calcinelli, nonché i mattoni guasti dalla pioggia avanti cottura o comunque difettosi, saranno rifiutati.

Le dimensioni dei mattoni, se non espressamente prescritte dal progetto, saranno fissate dalla Direzione dei Lavori in base alle norme di unificazione e solo eccezionalmente, per motivate circostanze, potranno ammettersi al riguardo delle variazioni, mai comunque superiori, in valore assoluto, al 2%.

Sempre fatte salve diverse prescrizioni di progetto, i mattoni dovranno:

- presentare, se asciutti, una resistenza a compressione non inferiore a 200 kg/cm², riducendosi a non meno del 75% dopo imbibizione d'acqua;
- assorbire, nella prova di imbibimento, una percentuale d'acqua non superiore al 12%;
- presentare efflorescenza nulla nell'apposita prova, eseguita secondo le norme di unificazione.

Art. 6. Pietre naturali.

Le pietre naturali dovranno essere monde da cappellaccio, di compagine omogenea, senza inclusioni di sostanze estranee e venature; dovranno avere grana compatta, essere esenti da piani di sfaldamento, screpolature, peli, scagliature o altri difetti, non alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente; non saranno ammessi immasticature e tasselli.

Le pietre dovranno inoltre avere dimensioni adatte al particolare impiego cui sono destinate, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui devono essere assoggettate e, più in generale, corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme UNI in vigore all'epoca di esecuzione dei lavori.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di contrassegnare a vernice nelle parti viste le pietre che, a suo insindacabile giudizio, siano reputate di scarto, e pertanto da allontanare e sostituire, senza che per questo l'Appaltatore possa reclamare indennizzo alcuno.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità. Le forme, le dimensioni e i sistemi di lavorazione dei pezzi, se non già specificati nell'Elenco prezzi, verranno man mano indicati dalla Direzione dei Lavori.

Le lavorazioni da adottare per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- 1) a semplice sbazzatura;
- 2) a punta grossa;
- 3) a punta mezzana;
- 4) a punta fina;
- 5) a martellina grossa;
- 6) a martellina fina.

Le facce delle pietre da taglio, anche se semplicemente sbazzate, dovranno venir lavorate sotto regolo, in modo da non presentare mai sinuosità maggiori di un centimetro; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno sinuosità maggiori di 5 mm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana ed a punta fina, i letti di posa saranno ridotti a perfetto piano e le facce dovranno avere spigoli ben vivi e ben rifilati, in modo che le connessure nascoste non eccedano la larghezza di 8 mm e quelle in vista di 4 mm. Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici lavorate dovranno essere a pelle piana e liscia, senza sinuosità e sporgenza alcuna e le connessure non eccederanno i 2 mm.

Le lastre di granito per soglie, gradoni, banchine ed altre opere d'arte, saranno delle dimensioni prescritte dalla Direzione dei Lavori e, al pari delle pietre da taglio, di compagine omogenea e senza difetti; dovranno essere perfettamente squadrate, rifilate esattamente negli spigoli e lavorate a punta mezzana sulla faccia posteriore e sulle facce laterali e sbazzate sulle facce inferiori di posa.

I conci in granito per cunicoli di fondo e per qualunque altro tipo di applicazione (manufatti di raccordo, salti di fondo, forcelle, ecc.) dovranno avere le facce a vista lavorate a martellina, gli spigoli a scalpello piatto, le facce normali all'asse del cunicolo a testa quadra e lavorate a scalpello piatto, quelle destinate a combaciare con le murature di mattoni e in calcestruzzo lavorate a punta mezzana.

Art. 7. Legnami.

I legnami, di qualunque essenza siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle norme UNI 3252 e 3266, saranno approvvigionati fra le più scelte qualità della specie prescritta e, in particolare, si presenteranno sani, senza nodi, fenditure o difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Per le principali categorie in cui essi vengono distinti valgono inoltre le prescrizioni di seguito riportate.

1. Legnami tondi e semplicemente scorzati.

Dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, saranno sufficientemente dritti, 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 con la recisione dei nodi; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei due diametri.

2. Legnami grossolanamente squadriati.

Lavorati a sega o ad ascia, dovranno presentare facce spianate e senza scarniture; l'alburno e lo smusso sono tollerati, quest'ultimo purché in misura non maggiore di un settimo del lato della sezione trasversale.

3. Legnami squadriati a filo vivo.

Dovranno essere lavorati e squadriati a sega, con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, spigoli tirati a filo vivo, senza alburno o smussi. Il tavolame, inoltre, dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

Art. 8. Malte.

I componenti le malte saranno ad ogni impasto separatamente misurati. La miscela tra sabbia e legante verrà fatta a secco; l'acqua sarà aggiunta, in misura non superiore al necessario, soltanto dopo il raggiungimento di una intima miscelazione.

Qualora la confezione avvenga manualmente, si dovrà operare sopra aree convenientemente pavimentate e riparate dal sole e dalla pioggia, cospargendo in più riprese l'acqua necessaria.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione dei Lavori potrà richiedere di unire alla malta un solvente; per tale impiego, l'Impresa non potrà sollevare eccezioni e non avrà diritto ad alcun maggior compenso oltre il prezzo stabilito dall'Elenco per tale prodotto.

Il volume degli impasti verrà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui dovranno essere portati a rifiuto.

Art. 9. Murature di mattoni

Prima dell'impiego, i mattoni dovranno essere convenientemente bagnati. A tal fine non sarà sufficiente la semplice loro aspersione; essi saranno bensì immersi in acqua, e vi resteranno sino a che ne siano sufficientemente imbevuti.

La loro messa in opera avverrà secondo corsi regolari, ben allineati e con i piani di posa normali alle superfici viste; le connessure saranno alternate e di spessore costante.

All'atto della posa, i mattoni saranno premuti e battuti con il manico della cazzuola, in modo da far rifluire il sottostante letto di malta sino al completo riempimento delle connessure. Queste non saranno rabboccate nelle superfici esterne; si curerà, anzi, che la malta si arresti internamente al filo del muro, così da consentire, a seconda della finitura prevista, un maggior ancoraggio all'intonaco o una miglior stilatura.

Qualora le superfici esterne debbano essere lasciate a vista, con semplice stilatura delle connessioni, nella loro realizzazione si impiegheranno i mattoni di miglior forma e cottura e di colore più uniforme; questi saranno disposti con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

Le connessure non potranno avere spessore maggiore di 5 mm e, prima dell'applicazione del legante, dovranno essere raschiate e lavate; esse saranno quindi riempite col legante prescritto che dovrà esservi compresso e liscio a ferro, in modo che le profilature risultino ben allineate, continue, di larghezza costante, e gli spigoli dei mattoni rimangano ben netti e vivi, senza alcuna bava di malta.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruiti in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinatura e le connessure non dovranno mai

eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso. Si avrà inoltre cura che le facce viste riescano nette di malta. La costruzione della volta dovrà procedere di pari passo dai due fianchi verso la sommità.

Nella ricostruzione o ripresa di murature vecchie o lesionate, si dovrà procedere con tutte le cautele e gli accorgimenti indispensabili per la buona riuscita del lavoro, curando il rigoroso rispetto dei piombi e degli squadri, la ripulitura ed inaffiamento delle pareti vecchie prima di innestarvi quelle nuove, il perfetto incatenamento delle zone di nuova con quelle di vecchia muratura, specialmente in corrispondenza degli incroci di muri longitudinali con muri trasversali.

Art. 10. Terre per argini e rilevati

a) Caratteristiche e requisiti della terra per argini

Dovranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A4, A6 della classificazione CNR UNI 10006. Per le terre del gruppo A4 dovrà essere presente una percentuale di sabbia non superiore al 50%, mentre per quelle del gruppo A6 la sabbia dovrà essere non inferiore al 15%. Inoltre, il coefficiente di permeabilità della terra impiegata per la costruzione di rilevati arginali dovrà risultare inferiore a 10^{-6} m/s. Non saranno assolutamente ammesse per le costruzioni arginali le sabbie, le ghiaie ed i pietrischi data la loro permeabilità, e quelle materie provenienti dal lavaggio e/o dalla frantumazione di inerti o dalla lavorazione di marmi. La terra da impiegare dovrà essere priva di ceppaie, radici, pietre detriti, e dovrà essere del tutto esente da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo

b) Provenienza della terra per argini

I terreni per la formazione dell'argine potranno provenire dall'area di cantiere, ove siano state realizzate riprofilature di sponda, risagomature e scavi, oppure da cave di prestito. Nel caso di specie potranno essere utilizzate le terre provenienti dagli scavi di progetto per l'abbassamento del corpo diga attuale.

c) Accettazione della terra per argini

Nel caso che la terra per la realizzazione degli argini provenga da riprofilature di sponda, risagomature d'alveo e scavi, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori una relazione geologica del materiale presente nelle aree interessate dai lavori a firma di tecnico abilitato riportante anche la descrizione dei saggi esplorativi effettuati ed i certificati di laboratorio delle seguenti prove eseguite sui campioni di terra prelevati nelle suddette aree:

- analisi granulometrica estesa (setacci+sedimentazione);
- classificazione CNR UNI 10006;
- determinazione contenuto d'acqua naturale;
- prova di compattazione AASHTO;
- prova edometrica e triassiale limitatamente ai materiali coesivi e semi coesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova *tipo Proctor standard* (ASTM D-698 e AASHTO T-99) e compattati al 95% della densità massima (+ 2%).

Gli oneri per le prove e la predisposizione della documentazione di cui sopra sono a carico dell'Appaltatore.

Art. 11. Scogliere in massi ciclopici

a) Pietre naturali

Le pietre naturali da impiegare nelle scogliere ed in qualunque altro lavoro, dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Le pietre per le murature faccia a vista dovranno essere del tutto affini, per aspetto e natura litologica, a quelle impiegate nella zona per manufatti analoghi, restando escluse quelle marnose e quelle gelive o comunque alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Dovranno avere grana compatta, essere monde da cappellaccio ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno inoltre offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno assoggettate ed avere un'efficace adesività alle malte.

I conci o le lastre dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego e dovranno essere sgrossate con il 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.

Gli elementi lapidei per i rivestimenti spondali e d'alveo dovranno essere costituiti da massi in roccia silicea o calcarea compatta e uniforme, non geliva, fortemente resistente all'abrasione, con buona resistenza alla compressione. Dovranno essere sani, privi di fratture e di parti alterate e dovranno avere dimensioni e pesi conformi a quanto previsto nei disegni di progetto, nell'apposito articolo del presente Disciplinare e nelle apposite voci di

Elenco Prezzi.

b) Scogliere fluviali

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

- massa volumica: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m³)
- resistenza alla compressione: $\geq 80 \text{ Mpa}$ (800 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: $\leq 1,5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

Le scogliere fluviali dovranno essere costituite da massi di roccia calcarea o silicea, non gelivi, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadrati, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, di peso compreso tra 0.5 e 1.5 t, provenienti da idonee cave di prestito site a qualsiasi distanza.

In particolare tali materiali lapidei dovranno possedere requisiti conformi a quanto prescritto nell'articolo del presente Disciplinare relativo alle pietre naturali.

Prove di accettazione e controllo

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

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni 2000 m³ di materiale lapideo da utilizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

L'Impresa dovrà inoltre attestare, mediante idonei certificati a data non anteriore ad un anno, le caratteristiche del materiale. Tali certificati potranno altresì valere come attestazioni temporanee sostitutive nelle more dell'esecuzione delle prove di durata sui campioni prelevati.

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

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

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

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

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

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

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09 gennaio 1996.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A".

I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

Art. 12. Materiali ferrosi e metalli vari

a) Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da

qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Gli acciai per c.a.p. e strutture metalliche dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 14/2/1992 e successivi aggiornamenti, alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1) Ferro

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

2) Acciaio trafilato o laminato

Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente graduale.

I profilati saranno conformi alle Tabelle UNI 7070-72.

3) Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4) Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello, di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI 4544, e realizzati secondo le norme UNI EN 124.

La zincatura di profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovrà essere fatta per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della Norma UNI 5744-66 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo, rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso).

b) Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Art. 13. Materiali per opere stradali

Salvo quanto meglio specificato nei singoli paragrafi relativi alla realizzazione delle opere i materiali dovranno risultare avere le seguenti caratteristiche:

a) Sabbia per il rinfilanco delle tubazioni

Dovrà provenire da cave fluviali o da frantumazione di materiali lapidei (polvere di cava), comunque assolutamente scevra da terra, argilla, materiali organici od altri componenti estranei alla propria natura silicea.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche ed organiche della sabbia approvvigionata sul cantiere alle esigenze d'impiego dovranno in ogni caso essere verificate dalla Direzione Lavori, che avrà piena facoltà di pretendere la sostituzione di partite giudicate non idonee.

b) Ghiaia in natura

Dovrà provenire da cave fluviali (*tout – venant*) ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivante da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato; dovrà inoltre risultare ben assortita nei suoi componenti con esclusione degli elementi litici non passanti al vaglio di 7 cm e con percentuale di sabbia compresa fra il 40% ed il 60% del miscuglio.

c) Pietrischi – pietrischetti – graniglia

Al pari della ghiaia, dovranno derivare da rocce non gelive aventi alta resistenza alla compressione, essere scevri da

sabbia, polvere od altre sostanze eterogenee, inoltre dovranno essere formati da elementi aventi più facce a spigoli vivi, avere i requisiti di durezza e potere legante richieste per le diverse categorie di lavori ed in generale dovranno avere caratteristiche corrispondenti alle norme del CNR edizione 1953;

d) Inerte naturale stabilizzato

Potrà pervenire sia da cava fluviale che da frantumazione di rocce, da correggersi con la eventuale aggiunta di inerti e di additivi, in modo da ottenere un miscuglio “stabilizzato granulometricamente” che abbia le seguenti caratteristiche fisiche:

1) granulometria ricadente entro i seguenti limiti percentuali passanti in peso:

- passante al setaccio di 2 pollici 100%
- passante al setaccio di 1 pollice da 55% a 85%
- passante al setaccio ASTM n. 40 da 30% a 60%
- passante al setaccio ASTM n. 200 da 5% a 15%

2) limite di fluidità misurato sulla parte di materiale passante al setaccio A.S.T.M. n. 40: inferiore a 25;

3) limite di plasticità, anch’esso misurato sulla parte di materiale passante al setaccio A.S.T.M. n. 40: inferiore a 6.

Gli inerti componenti dovranno derivare da rocce non gelive di natura compatta e resistente con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso;

e) Misto granulare proveniente dalla lavorazione di materiali recuperabili

Dovrà essere costituito da una miscela di materiali granulari appartenenti alla classe A1 delle norme CNR-UNI 10006. Tale materiale potrà essere di provenienze diverse, in proporzioni che in ogni caso saranno stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio della quale dovrà essere fornita idonea certificazione alla Direzione dei Lavori. La rispondenza alle caratteristiche di seguito dettagliate potrà essere verificata dalla Direzione dei Lavori, che avrà piena facoltà di pretendere la sostituzione delle parti non giudicate idonee.

- *Caratteristiche del materiale da impiegare:*

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

1. l’aggregato non deve avere dimensioni superiori a mm 71, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo e uniforme concorde a quello delle curve limiti:

serie crivelli e setacci UNI	mm.	Miscela passante % totale in peso
crivello UNI 2334	71	100
crivello UNI 2334	40	75 ÷ 100
crivello UNI 2334	25	60 ÷ 87
crivello UNI 2334	10	35 ÷ 67
crivello UNI 2334	5	25 ÷ 55
setaccio UNI 2332	2	15 ÷ 40
setaccio UNI 2332	0,4	5 ÷ 22
setaccio UNI 2332	0,075	2 ÷ 10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
4. perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 40%;
5. limite liquido della frazione passante al setaccio 0,4 non maggiore di 25;
6. indice di plasticità non maggiore di 6;
7. indice di portanza CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua non minore di di 50;
8. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65, eseguito su campione prelevato dopo il costipamento.

f) Malta cementizia aerata

Dovrà essere composta da aggregati selezionati e lavati (granuli di sabbia fino a 6 mm) del tutto privi di sostanze reattive dannose o materiali terrosi, tenuti insieme da una matrice di pasta di cemento; dovrà presentarsi omogenea, compatta e priva di segregazioni o di essudazione, con consistenza variabile da fluida a autolivellante, secondo la necessità di impiego o le prescrizioni degli Enti proprietari delle strade; in particolare dovrà presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

1. assoluta permeabilità al gas metano;
2. tempo di indurimento sufficiente per sviluppare una buona portanza da 12 a 24 ore;
3. contenuto di aria inglobata, omogeneamente distribuita in micro e macro bolle non comunicanti, compreso tra il 20% e il 30%;
4. massa volumica allo stato indurito compresa tra 1.600 e 1.800 kg/m³;
5. resistenza a compressione dopo 28 giorni: da 12 a 20 kgp/cm²;

g) Misto cementato

Dovrà essere dosato a 80 Kg di cemento C28/35 per ogni metro cubo di riempimento finito in opera; gli inerti saranno costituiti da pietrischetto dalle caratteristiche organolettiche analoghe all'impiego per la formazione del calcestruzzo, ma di pezzatura compresa fra 0 e 40 mm, idonea al riempimento di tutti gli spazi vuoti.

Art. 14. Geosintetici e geocompositi

Geotessili in tessuto non tessuto

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

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 300 g/m² e non superiore a 400 g/m². In funzione del peso unitario, i geotessili in propilene dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario (g/m ²)	spessore a 2 kPa (mm)	resistenza a trazione (kN/m)	allungamento a rottura (%)
≥ 300	≥ 1,2	≥ 60	≥ 40
≥ 400	≥ 1,5	≥ 70	≥ 40

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Georeti tridimensionali antierosione

La georete dovrà essere costituita dall'accoppiamento di una stuoia tridimensionale in nylon e da una griglia in poliestere.

La stuoia dovrà essere costituita da monofilamenti in poliammide trattati al carbon black e strutturata in due parti termosaldate fra loro nei punti di contatto: la parte superiore a maglia tridimensionale con indice alveolare maggiore del 90%, la parte inferiore a maglia piatta. Il polimero di cui è composta la georete dovrà avere una temperatura di fusione >200°C ed una densità di 11,4 kN/m³ (1140 kgf/m³). La griglia di rinforzo sarà realizzata in poliestere, mediante tessitura di fibre ad elevato modulo.

La georete dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione (secondo norma DIN 53857): 30 kN/m (3,000 kgf/m)
- resistenza caratteristica per una vita di 120 anni: \geq 20 kN/m (2,200 kgf/m)
- spessore minimo: 15 mm
- creep dopo due anni per un carico pari al 50% della resistenza ultima a trazione: \leq 1%

La georete dovrà avere bassa infiammabilità e bassa produzione di fumo; dovrà inoltre essere imputrescibile ed atossica.

Le caratteristiche meccaniche della georete dovranno essere documentate con un certificato ufficiale tipo BBA, che dovrà riportare, fra l'altro, la curva di creep e i coefficienti di sicurezza per una durata di 120 anni.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Geomembrane impermeabili

La geomembrana impermeabile sarà costituita da una armatura in geotessile tessuto in HDPE laminata più volte con un film in LDPE, stabilizzato ai raggi U.V.. La geomembrana dovrà essere imputrescibile ed atossica e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- grammatura (DIN 53854): \geq 2,8 N/m² (0,28 kgf/m²);
- spessore (DIN 53855): \leq 0,45 mm
- resistenza a trazione longitudinale (DIN 53857): \geq 24 kN/m (2400 kgf/m)
- resistenza a trazione trasversale (DIN 53857): \geq 24 kN/m (2400 kgf/m)
- allungamento a rottura longitudinale (DIN 53857): \leq 20%
- allungamento a rottura trasversale (DIN 53857): \leq 20%
- resistenza a lacerazione in senso longitudinale (ASTM D 4533-85): \geq 180 N (18 kgf)
- resistenza a lacerazione in senso trasversale (ASTM D 4533-85): \geq 180 N (18 kgf)
- penetrazione del cono (EMPA): \leq 20 mm
- resistenza alla prova CBR (DIN 54307 A): \geq 3 kN (300 kgf)

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Art. 15. Tubazioni - generalità

La verifica e la posa in opera delle tubazioni sarà conforme al Decreto Min. Lavori Pubblici del 12/12/1985.

A tale scopo l'impresa, indicherà alla Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.

Prima di ordinare i materiali l'impresa dovrà presentare alla direzione Lavori eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali giunti speciali.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima, dovranno essere apposte in maniera indelebile e ben leggibile le seguenti marchiature:

- Marchio del produttore;
- Sigla del materiale;
- Data di fabbricazione;
- Diametro interno o nominale;
- Pressione di esercizio;
- Classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in KN/m per i materiali non normati);
- Normativa di riferimento.

Art. 16. Tubazioni di cemento prefabbricato

I tubi saranno confezionati con alti dosaggi di cemento pozzolanico o ferrico e vibrati onde ottenere una massa volumica di almeno 2,4 Kg/dm³ ed una resistenza alla rottura per compressione del calcestruzzo di almeno 250 Kgp/cm² dopo 28 giorni.

Dovranno risultare rettilinei, compatti, levigati, senza fessure e crepe e con sezione interna circolare che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che in opera ogni condotta possa combaciare perfettamente con quella seguente.

I condotti circolari termineranno con incastro perimetrale e presenteranno al fondo l'incavo per l'insediamento del fondello ove previsto dai disegni di progetto. I condotti dovranno resistere alle sollecitazioni trasmesse dai massimi carichi stradali anche se posati ad una profondità dal piano stradale non superiore a ml 0,50 (misurato dall'estradosso del manufatto).

La Direzione dei Lavori potrà pertanto richiedere calcoli di progetto e prove di verifica e che i condotti stessi siano dotati di armatura metallica.

È richiesta per tali manufatti, come per i pozzetti di raccolta la prova d'assorbimento d'acqua sia su manufatti già posati in opera sia prelevati a piè d'opera, secondo le modalità seguenti: si ricavano pezzi del manufatto con superficie minima di 3 dm² e si fanno essiccare in stufa a 105° per 8 ore lasciandoli poi raffreddare fino alla temperatura di 18° ed in ambiente secco; dopo una prima pesatura si immergono per 30 minuti in acqua a temperatura ambiente e quindi si pesano.

L'assorbimento d'acqua ricavato per differenza di peso fra le due pesate non dovrà eccedere il 3% del peso secco.

I condotti prefabbricati potranno essere del seguente tipo: tubi di cemento vibrocompressi circolari con giunzione a bicchiere e anello di tenuta.

I tubi circolari potranno essere con o senza base d'appoggio piana secondo i grafici di progetto. La lunghezza degli elementi dovrà essere pari a ml 2,00 in caso con elementi con base d'appoggio.

Tubi di cemento vibrocompressi circolari con giunzione a bicchiere ed anello di tenuta in gomma.

Avranno base di appoggio piana e lunghezza di almeno ml 2,00; saranno dotati di incastro a bicchiere ed anello di tenuta in neoprene incorporato nel giunto mediante apposita linguetta annegata nel getto. L'anello sarà protetto da un collare in polistirolo da levarsi al momento della giunzione tra le tubazioni previa applicazione sul maschio di apposito lubrificante.

Le tubazioni dovranno rispondere alle norme DIN 4032 e conformi ai requisiti previsti dalla IV classe di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR.

Art. 17. Condotte prefabbricate in calcestruzzo tipo scatolari

MATERIALI

Generalità

Gli elementi prefabbricati a sezione quadrata o rettangolare armata contemplati in progetto sono costruiti con processo di vibrocompressione. Essi sono costituiti da condotte con pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armati con gabbia flessibile in acciaio (singola o doppia), costituita da staffe elettrosaldate e passo variabile.

Fabbricazione

Gli elementi prefabbricati dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.

Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria dell'elemento, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure che si intendono integralmente trascritte, e cui il Produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.

Di norma gli elementi preformati contemplati in progetto sono prodotti mediante processo di "vibrocompressione", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni. Lo stabilimento dovrà essere in grado di poter sformare i manufatti solamente quando il conglomerato sarà in grado di sopportare senza alcuno "choc" le sollecitazioni derivanti dalla manipolazione, soprattutto per ciò che riguarda le fessurazioni, le sbecature nelle zone nevralgiche degli innesti.

Prescrizioni relative alla resistenza.

Gli elementi preformati dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc. Secondo il coefficiente di posa previsto e risultante dalle seguenti situazioni:

- Elementi preformati con ricoprimento variabile da 0,50 a 2,50 mt e sottostanti a strade di prima categoria;
- Elementi preformati con ricoprimento variabile da 0,35 a 3,35 mt e sottostanti a strade di prima categoria;
- pressione nominale interna massima kg. 0,5/cm²;

PRESCRIZIONI

Gli elementi scatolari prefabbricati devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate.

Finitura

La superficie di ogni elemento deve essere priva di imperfezioni che possano influire negativamente sull'integrità strutturale o idraulica, o possano ridurre la durabilità. La formazione di bollicine non deve essere considerata come carenza di omogeneità.

I profili di giunzione devono essere privi di irregolarità che non consentano impermeabilità e durabilità all'assemblaggio. Sono ammesse imperfezioni minori o irregolarità superficiali, ma devono essere limitate ad un diametro massimo di 15 mm. e ad una profondità di 6 mm. In ogni caso devono essere rispettati i requisiti del relativi al copriferro.

Sono ammessi, con la condizione che non compromettano la resistenza e l'impermeabilità all'acqua dell'elemento, i seguenti tipi di fessure: screpolature nello strato superficiale della boiacca; fessure causate dal ritiro oppure dovute ad effetti termici, fino ad una larghezza di 0,15 mm. Prima di misurare l'ampiezza delle fessure, è consentito tenere in acqua il manufatto per un periodo massimo di 24 ore.

Caratteristiche geometriche

Sono oggetto di questo punto le dimensioni interne, lo spessore di parete la lunghezza effettiva interna e le caratteristiche fisiche, che devono essere conformi alla documentazione di fabbrica.

Armatura

L'acciaio per armature deve essere conforme alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. In assenza di queste, ci si deve riferire alle norme ISO 10544. I tondini di armatura possono essere lisci, ad aderenza migliorata o con nervature, e devono essere saldabili. Le caratteristiche dell'acciaio, comunque, dovranno essere:

- Resistenza a snervamento $\geq 4.400 \text{ kg/cm}^2$
- Resistenza a rottura $\geq 7.200 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo elastico $\geq 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$

Le armature devono inoltre soddisfare la documentazione di fabbrica.

L'armatura degli elementi deve garantire opportuna resistenza a schiacciamento definita sulla base di calcoli statici di verifica e sulla base del coefficiente di posa della condotta.

PRESTAZIONI

Le prestazioni tecniche cui devono soddisfare gli elementi preformati, sono essenzialmente di due tipi:

- resistenza meccanica
- impermeabilità

Resistenza meccanica

Le prove di resistenza meccanica si devono eseguire mediante schiacciamento degli elementi sotto pressa idraulica in dotazione al produttore.

L'elemento deve sopportare un carico minimo di prova a schiacciamento normalizzata F_n , espresso in kN/m.

Impermeabilità - tenuta -

Le prove di impermeabilità all'acqua si devono eseguire nello stabilimento del produttore.

La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse degli elementi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 m. di colonna d'acqua) per tutti gli elementi prefabbricati.

Gli elementi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita; l'umidità aderente alla superficie o la formazione di singole gocce sono ammesse, così come descritto nelle modalità di prova.

È ammessa sigillatura dei giunti, anche se provvisti di guarnizione in gomma, con appositi mastici o siliconi.

MARCATURA

Ogni elemento che giungerà in cantiere dovrà essere marcato.

La marcatura deve essere indelebile ed apposta in modo chiaramente visibile e l'identificazione dell'elemento deve essere fatta in modo da escludere qualsiasi dubbio.

Per questo progetto specifico, la marcatura dovrà contenere le seguenti informazioni:

- identificazione del Produttore;
- identificazione della data di produzione espressa in giorno progressivo solare ed anno;
- identificazione del tipo di elemento con la dicitura relativa alle dimensioni (in mm), alla lunghezza (in mm)

Art. 18. Tubi di polietilene ad alta densità (PEHD)

Ad alta densità P.E.h.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 MPa (PN 4), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7054, UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati.

Tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

Art. 19. Tubi a doppia parete in PEHD

I tubi di polietilene ad alta densità (PEHD), con densità > 930 kg/mc, per condotte di scarico civili ed industriali, dovranno corrispondere per generalità, tipi, caratteristiche e metodi di prova alle norme CEN/TC 155 WI 011 parte 1 e EN ISO 9969; la Direzione dei Lavori, prima dell'accettazione definitiva, ha facoltà di sottoporre, presso laboratori qualificati e riconosciuti, i relativi provini per accertare o meno la loro rispondenza alle accennate norme.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo, la data di produzione il numero di controllo e/o il marchio dell'Istituto Italiano Plastici Marchio IIP/a, la classe di rigidità.

I tubi per drenaggio saranno del tipo fessurato, con fessurazioni disposte a 120° l'una dall'altra e si susseguono alternate con fessurazioni sfalsate di 60°.

Art. 20. Tubi in PEHD per sistemi di relining

Tubo pre deformato in PE del tipo "Compact Pipe" secondo DIN 19537 in **PE 100**, certificato ad uso fognatura secondo la DVGW. Il Liner in HDPE viene prodotto e deformato in fabbrica mediante processi termo-meccanici, riducendo il diametro esterno originario del 25-30% ca. e, quindi, arrotolato su un tamburo per il trasporto in cantiere.

La sigillatura a tenuta tra la tubazione esistente ed il Compact Pipe viene effettuata tramite la posa di un nastro HYDROTITE o similare:

Hydrotite è un nastro di gomma autogonfiabile quando entra in contatto con acqua. Il nastro è composto di materiale sulla base di Polychloropren (= più gomma cloroprene CR). La base CR è caratterizzata, oltre a ottime caratteristiche meccaniche, anche da un'altissima elasticità e capacità di strappo. La capacità di rigonfiamento è costituito da resine polimeriche rigonfiabili, che sono inseparabilmente connessi con i CR (matrice vulcanizzata). Con l'assorbimento di acqua, Hydrotite può gonfiarsi fino a 1300% del suo volume. La matrice in Polichloroprene fornisce l'alta stabilità.

Dati tecnici:

Colore : blu

Peso specifico: ca. 1,4 g/cm³

Durezza: ca. 50 (Shore A Typ)

Reststenza a tiro: 3,0 MPa

Flessibilità fino a: 600 %

Ingrandimento con acqua : da 300 fino a 1300 Vol.%

Temperatura : -35 fino 125°C;

Il nastro descritto deve essere legato al Compact Pipe prima del processo di riscaldamento sulle parti terminali della tubazione. Devono essere montati n. 3 nastri a al singolo terminale di tubazione. Inoltre il terminale dopo il processo di riscaldamento e raffreddamento del Compact Pipe è bloccato con degli incastri in acciaio INOX che escludono ogni movimento del Compact Pipe che potrebbe compromettere la tenuta del nastro HYDROTITE. Il sistema di sigillatura dovrà essere garantito fino a 5 bar di pressione esterna.

Art. 21. Miscela di semente per argini e scarpate

La miscela di sementi per gli argini e le scarpate deve essere così composta:

- | | |
|------------------------------|-----|
| ▪ <i>Lolium Italicum</i> | 10% |
| ▪ <i>Lolium Perenne</i> | 20% |
| ▪ <i>Festuca Arundinacea</i> | 30% |
| ▪ <i>Festuca Rossa</i> | 40% |

La quantità di semina è pari a 80/120 kg di miscela per ettaro.

Per il seme l'Impresa 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.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

Art. 22. Acciaio per strutture metalliche

Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997. Per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} -da utilizzare nei calcoli -si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto. Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria. Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le

modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-I** e **UNI EN 10045-1**. Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, sono riportati nelle tabelle successive.

Tabella 1 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
UNI EN 10025-2				
s 235	235	360	215	360
s 275	275	430	255	410
s 355	355	510	335	470
s 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
s 275 N/NL	275	390	255	370
s 355 N/NL	355	490	335	470
s 420 N/NL	420	520	390	520
s 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
s 275 M/ML	275	370	255	360
s 355 M/ML	355	470	335	450
s 420 M/ML	420	520	390	500
s 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
s 235 W	235	360	215	340
s 355 W	355	510	335	490

Tabella 2 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-

S 275 _{NH/NLH}	275	370	-	-
S 355 _{NH/NLH}	355	470	-	-
S 275 _{MH/MLH}	275	360	-	-
S 355 _{MH/MLH}	355	470	-	-
S 420 _{MH/MLH}	420	500	-	-
S460 _{MH/MLH}	460	530	-	-

L'acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293. Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

L'acciaio per strutture saldate

La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 2871** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**. Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 Hv30. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma. Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di

indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base. Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**. Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 18.3. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 3 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle	S235, s ≤30 mm S275, s ≤30 mm	S355, s ≤30 mm S235, S275	S235 S275 S355 S460, s ≤30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e

membrature				altri acciai non esplicitamente menzionati ₁
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma uni en 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
₁ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

I bulloni e i chiodi

I bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni -conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** –devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle successive.

Tabella 4 - Classi di appartenenza di viti e dadi

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella precedente sono riportate nella tabella successiva.

Tabella 5 - Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti

Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella seguente (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle del paragrafo precedente.

Tabella 6 - Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1** e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

I chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **UNI 7356**. Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

I connettori a piolo

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base $L_0 = 5,65\sqrt{A_0}$ dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12 ;
- rapporto $f_t / f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

- C $\leq 0,18\%$;
- Mn $\leq 0,9\%$;
- S $\leq 0,04\%$;
- P $\leq 0,05\%$.

L'impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} -da utilizzare nei calcoli -si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche. In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio. Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

Art. 23. Pali di fondazione

PALI INFISSI

I pali infissi vengono classificati in: -pali infissi gettati in opera; -pali infissi prefabbricati.

PALI INFISSI GETTATI IN OPERA

I pali infissi gettati in opera sono quelli 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 l'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 deve essere estratto dal terreno.

PALI INFISSI PREFABBRICATI

I pali infissi prefabbricati sono quelli 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 o 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 TRIVELLATI

I pali trivellati sono quelli ottenuti 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 ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati a elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella a 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 deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

MICROPALI

I micropali vengono classificati in: -micropali a iniezione multipla selettiva; -micropali a semplice cementazione.

MICROPALI A INIEZIONE MULTIPLA SELETTIVA I micropali a iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

MICROPALI A SEMPLICE CEMENTAZIONE I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenuta facente capo a un dispositivo posto a bocca foro.

PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'appaltatore dovrà indicare alla direzione dei lavori la successione cronologica prevista per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle norme in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla direzione dei lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

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 non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso 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).

Pali trivellati a elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda. In terreni compressibili nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

Tolleranze dimensionali

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi: -coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo): $\pm 10\%$ (max 5 cm);

- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): $\leq \pm 2\%$;
- lunghezza:
- pali aventi diametro < 600 mm: ± 15 cm;
- pali aventi diametro > 600 mm: ± 25 cm.
- diametro finito: $\pm 5\%$;
- quota di testa palo: ± 5 cm.

L'impresa è tenuta a eseguire, a suoi esclusivi onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

Materiali

Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre. Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità. Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno. L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente a ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate. In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in situ senza poggiarla sul fondo del foro. Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiente ogni 2,5-3 m. Non è ammessa 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. Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro nel caso di pali trivellati. 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 dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, tramite impiego di un adeguato numero di morsetti.

Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti sia provvisori sia definitivi saranno conformi alle prescrizioni del progetto esecutivo. Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc. Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere realizzato con 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, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne. Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

Fanghi bentonitici

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici. La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango $\leq 5\%$;
- densità $\leq 1,15$ t/m³.

CAPO 2: NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 24. Movimenti di terra

Nei movimenti di terra dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusiva responsabile degli eventuali danni, e tenuta a provvedere, a proprie spese, alle rimozioni della materie franate ed al ripristino delle sezioni correnti.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera. Si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e il deflusso delle acque. L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, alla verifica di stabilità dei rilevati, delle trincee, degli scavi delle scarpate ed alle indagini e prove geotecniche all'uopo necessarie. Gli scavi ed i rilevati occorrenti per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe, parcheggi e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto.

In particolare si prescrive:

a) Scavi

Nella esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria alla stabilità o prescritta con ordine di servizio della Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando l'Impresa, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, obbligata a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie eventualmente franate.

L'Impresa dovrà eseguire i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completati a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Inoltre, l'Impresa dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fucatori.

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

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, per riempimenti o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto in discariche autorizzate.

Le località per depositi a rifiuto eventualmente autorizzate dalla D.L. all'interno della Proprietà dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori, od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dalla Direzione dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno. La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

b) Rinterri

Le trincee aperte saranno ricolmate a cura dell'Impresa con materiali provenienti esclusivamente da cave di prestito e comunque procurati dalla stessa, purché idonei restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelli che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando cedimenti e spinte.

Il rinterro di un dato tronco dovrà essere iniziato, nel caso trattasi di tubazione, adoperando per il primo strato, fino ad una altezza di ricoprimento di 30 cm sulla generatrice superiore del tubo, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia di dimensioni maggiori di 5 cm.

Il riempimento successivo, anche nel caso di fognatura, da eseguirsi appena ultimato e pestonato il primo strato anzidetto sarà eseguito anch'esso per strati successivi di altezza non maggiore di 25 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente compattati fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'Impresa per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, l'Impresa dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità delle condotte, sia durante la costruzione delle medesime, sia durante e dopo le prescritte opere sino al collaudo.

Dovrà avere cura di impedire mediante opportune arginature e deviazioni, che i cavi ove sono posti i tubi siano invasi dalle acque piovane o di qualsiasi natura e dovrà parimenti evitare con parziali rinterrati eseguiti a tempo debito, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, l'inondazione dei cavi, le condotte, trovandosi chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque. Si eseguiranno a preferenza durante la buona stagione i tratti di condotta attraversanti zone soggette ad inondazioni.

Resta in sostanza stabilito che qualora per effetto di false manovre e/o perché l'Impresa abbia mancato di adottare le cautele necessarie, si verificassero danni alle condutture, questi, qualunque ne possa essere l'entità, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa.

c) Movimenti di terra in prossimità di torrenti e fossi

Tali opere dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte in ottemperanza alle disposizioni di legge e a quanto disposto dalle Autorità che hanno la tutela dei corsi d'acqua.

In particolare, dovranno essere messi in opera tutti gli accorgimenti per evitare che le opere stesse arrechino pericolo agli argini e ai manufatti esistenti, anche in considerazione delle condizioni climatiche presenti.

In particolare non dovranno essere lasciati scavi aperti, né sponde degli alvei nude, oltre il tempo tecnicamente necessario per il completamento dei lavori e la messa in opera delle protezioni. Nessun compenso aggiuntivo è previsto se per ottemperare a tale prescrizione l'Impresa sarà costretta a cambiare l'ordinario orario di lavoro giornaliero o settimanale.

L'Impresa è tenuta a predisporre a sue cure e spese le richieste di autorizzazione delle opere da parte delle Autorità competenti e al rispetto delle prescrizioni imposte da queste, segnalando preventivamente ogni lavoro.

Art. 25. Scavi a sezione aperta di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superiore ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Secondo quanto prescritto dall'art. 12 del d.P.R. 7 gennaio 1956 n. 164, nei lavori di splanteamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

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

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

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate

in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

Art. 26. Scavi di fondazione a sezione obbligata

Per scavi di fondazione a sezione obbligata si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale, di cui all'articolo precedente, chiuso fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni di consegna potranno variare nella misura più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano all'esecuzioni di strutture prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate, potranno essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose e alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi.

Questi potranno però, ove speciali leggi e le Norme di corretta esecuzione tecnica non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

L'Impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, al successivo riempimento con materiale adatto del vuoto rimasto intorno alle strutture di fondazione dell'opera, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente l'Impresa dovrà procedere, senza ulteriore compenso, a riempire i vuoti che restassero attorno alle strutture stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle strutture con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie di appoggio, per il tratto terminale di fondazione e per una altezza sino ad un metro, lo scavo sarà opportunamente allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto, circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, l'Impresa dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e tipologia che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dal Coordinatore per la sicurezza. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature che formano parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Committenza, resterà di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente nullo.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Art. 27. Scavi a sezione ampia obbligata per imposta di opere d'arte, per la formazione e/o il risezionamento di canali esistenti

Per scavi a sezione ampia obbligata si intendono sia quelli ricadenti al di sotto del piano stradale o di campagna, e relativi all'imposta di opere d'arte in genere, con pareti a scarpata tale da assicurare la stabilità dello scavo stesso, sia quelli realizzati per movimentare ampie quantità di terreno per la formazione di nuovi canali che per il risezionamento di canali esistenti.

Il prezzo in elenco comprende l'esecuzione dei suddetti lavori di scavo che dovranno essere conseguiti, previa eliminazione di qualsiasi tipo ed entità di vegetazione, sia palustre sia arborea, incluse ceppaie, tramite idonei mezzi meccanici opportunamente equipaggiati con benna a grande profilo e/o trapezoidale, entrambe a lama liscia, e ciò per consentire una perfetta profilatura sia del fondo che delle sponde del canale, fosso o scolina.

Le materie di risulta da detti scavi, qualora ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori, verranno impiegate per il

tombamento dei relitti di canali, per rilevati e rinterri in genere. L'onere relativo alla costruzione del deposito provvisorio, in aree pubbliche o private è a totale carico dell'Impresa e compensato con i relativi prezzi in elenco.

L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, oltre a tutti gli oneri sopra menzionati, all'esaurimento delle acque di qualsiasi provenienza ed entità, esistenti o formatesi nei cavi durante le lavorazioni, alla regolarizzazione e profilatura delle sezioni di scavo, attuate per qualsiasi superficie ed ampiezza.

Detti scavi, qualunque sia la natura del terreno, dovranno essere spinti fino alla profondità indicata nei disegni di progetto e particolare cura sarà prestata alla sagomatura delle sponde dello scavo ed alla regolarizzazione del fondo.

Le opere d'arte verranno, di norma, realizzate con scavi aventi parete a scarpata ed i disegni indicanti la scarpata da assegnare a detti scavi devono essere preventivamente approvati dalla D.L.

L'Amministrazione Appaltante si riserva comunque piena facoltà di variare le profondità degli scavi nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito coi prezzi contrattuali.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di iniziare la costruzione di ciascuna opera d'arte prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione dei Lavori, che potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonifica, per rimuovere eventuali strati di materiali non idonei e rimaneggiati o rammolliti per negligenza.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa non sarà compensata, né per il maggiore scavo, né per la maggiore quantità di materiale da rilevato che ne consegue.

Art. 28. Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive dei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fucatori.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Impresa, se richiesta, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art. 29. Aggottamenti

Gli aggottamenti di cantiere, a totale cura dell'Impresa, verranno eseguiti mediante apposite motopompe in numero sufficiente a garantire lo smaltimento delle acque, sia meteoriche che reflue, che possano interferire con la esecuzione dei lavori.

L'Impresa avrà cura di realizzare apposite protezioni in corrispondenza degli scarichi delle motopompe stesse in modo da prevenire eventuali fenomeni erosivi sulle sponde o sugli argini dei canali recettori.

Per gli aggottamenti del fondo degli scavi e di tutte le altre lavorazioni previste nel presente progetto non verrà riconosciuto alcun onere in quanto gli oneri per tali aggottamenti sono già compensati nei relativi prezzi di elenco.

Art. 30. Well Point

Per l'aggottamento delle acque di falda, negli scavi di fondazione, o nelle zone dove dovranno essere eseguiti i cavi, saranno impiegati sistemi tipo wellpoint o similari.

Il sistema well-point comprende l'utilizzo di una serie di punto aspiranti di altezza tale da garantire il prosciugamento

dello scavo eseguito collegati da un collettore munito di pompa autoadescante.

Le tubazioni, di diametro e lunghezza adeguate, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzioni di condotti.

L'Impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata, intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica aeroportuale.

L'aggettamento delle acque di falda col sistema well-point, sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo ed assistenza nelle 24

Art. 31. Rilevati per argini, rinterri ad opere d'arte, tombamenti di canali e riconformazione delle sponde dei canali

I tombamenti di canali esistenti, la esecuzione di rinterri a tergo di opere d'arte, la formazione sia di rinterri in genere che di rilevati per argini/sbarramenti e/o delle sponde dei canali, saranno attuati mediante il reimpiego delle materie derivanti dagli scavi, se ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori e, qualora necessario, mediante l'impiego di terre provenienti da cave di prestito all'uopo reperite, a cura e spese dell'Impresa.

Per i rinterri di canalizzazioni esistenti l'Impresa avrà cura di preparare il piano di rinterro eseguendo l'espurgo e l'allontanamento delle materie sedimentate sul fondo e lo scotico superficiale delle sponde allo scopo di allontanare le materie vegetali presenti sulla superficie del rinterro.

Tali opere preliminari al rinterro, da effettuarsi compattando il materiale con le modalità descritte nel seguito, si intendono compensate nei prezzi di elenco per cui nulla è dovuto all'Impresa per tali lavorazioni.

Il piano d'imposta dovrà essere accuratamente preparato adottando idonei interventi atti ad assicurare l'ammorsamento delle terre.

Ciascun strato sarà realizzato in contropendenza rispetto all'alveo del canale.

L'Impresa dovrà sagomare gli argini, le scarpate ed i rinterri secondo le sezioni geometriche del progetto, senza pretesa di alcun compenso supplementare e con maggiori dimensioni per tenere conto dell'assestamento delle materie, affinché le sponde e la sommità abbiano, all'atto del collaudo, le giuste sagome e le quote prescritte dal progetto.

Particolare cura dovrà essere adottata nelle fasi attinenti la formazione del piano di sommità del coronamento dell'argine e della profilatura delle scarpate.

Prima dell'inizio dei lavori di costruzione del rilevato l'Impresa dovrà aver eseguito diligentemente il tracciamento e la picchettazione dell'opera. L'Impresa dovrà realizzare l'argine attenendosi alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale di Appalto ed ordinate dal Direttore dei Lavori volta per volta.

Il prezzo compensa la preparazione del piano di posa per nuove arginature o per ringrosso o rialzo di arginature esistenti, eseguita mediante scavo di cassonetto o di gradonature, secondo le geometrie e le dimensioni previste dagli elaborati progettuali.

Il prezzo comprende l'onere dell'accumulo a piè d'opera, della separazione del materiale vegetale per la successiva ripresa e la posa lungo le scarpate arginali, il riutilizzo del materiale terroso idoneo integrato con altro proveniente dalle cave di prestito per il reintegro del cassonetto o dei gradoni e la posa a regola d'arte del detto materiale a riempimento del cassonetto e delle gradonature.

Preparazione del piano di posa dell'argine/sbarramento.

L'Impresa dovrà realizzare l'argine con le seguenti operazioni:

Taglio di rovi, arbusti, piante, alberi ed estirpazione completa delle relative ceppaie e radici, allontanamento a discarica del materiale di risulta.

Scotico di 20 cm della superficie di appoggio del nuovo rilevato arginale, onde togliere la coltre vegetale per lo spessore necessario e successivo trasporto a discarica.

Scavo di ammorsamento del nuovo rilevato nello strato di terreno relativamente più resistente di altri 30 cm, compreso rimozione di trovanti di qualsiasi genere e dimensione, ciottoli, pietrame, materie vegetali, ecc. e riempimento delle buche createsi con terra limosa argillosa adeguatamente compattata.

L'Impresa provvederà a rendere il piano di posa dei rilevati il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dei rilevati, prima dell'inizio della loro costruzione, dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori, che potrà richiedere ulteriori scavi di bonifica per rimuovere eventuali strati di terreno non idonei.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dell'argine potrà, se ritenuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, essere reimpiegato per gli ulteriori lavori da eseguire e, quindi, sarà depositato in aree occupate temporaneamente a cura e spese dell'Appaltatore. Le materie di risulta che non dovranno essere reimpiegate saranno portate a discarica.

Costruzione del rilevato arginale/sbarramento.

Completata la preparazione del piano di posa, come sopra indicato, e dopo che la Direzione dei Lavori ne abbia verificato la corretta esecuzione, l'Impresa procederà alla costruzione del nuovo rilevato secondo le seguenti operazioni.

Nella costruzione dell'argine/sbarramento andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati.

Applicazione sul terreno di picchetti di legno, dotati di sagoma, al fine di determinare sul posto le unghie ed i cigli di tutte le sezioni trasversali dell'argine previste in progetto.

Ammorsamento del nuovo rilevato in costruzione con il terreno e l'eventuale argine esistente, eseguito sia sulle superfici di appoggio inclinate che su quelle orizzontali. Nel primo caso l'ammorsamento verrà seguito mediante la creazione di gradoni aventi una profondità fino a cm 80 ed una altezza fino a cm 100 circa ed una inclinazione del piano del gradone nel senso inverso al declivio del terreno. Nel caso di superfici orizzontali (piano di posa, sommità dell'argine, ecc.), l'ammorsamento sarà garantito mediante la creazione di solchi di profondità di circa cm 30.

Stesa della terra idonea alla costruzione dell'argine ed accettata dalla Direzione dei Lavori, a strati di spessore costante non superiori a 30 cm, curando l'ammorsamento con lo strato già compatto mediante l'erpatura e la creazione di solchi prima della stesa dello strato successivo.

Compattazione di ogni strato di terra steso, eseguita mediante ripetuti passaggi di rulli compattatori semoventi a segmenti, oppure trainati a piede di capra, come specificato di seguito.

Profilatura delle scarpate e della sommità del rilevato secondo la sagoma e le pendenze di progetto. Particolare cura dovrà essere adottata nelle fasi attinenti la formazione del piano di sommità del coronamento dell'argine e della profilatura delle scarpate.

Inerbimento del rilevato arginale mediante semina di idoneo miscuglio di semi, scelte in base alle caratteristiche chimico-granulometriche del terreno ed alle condizioni ambientali del luogo.

Compattazione del materiale

La compattazione delle terre potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (1-1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova *Proctor Standard*. 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. Il tipo, le caratteristiche, 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 dei Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

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.

Il materiale deve essere disposto in opera a strati dello spessore massimo di 30 cm, debitamente umidificati e compattati meccanicamente, a mezzo di piastre vibranti e/o rullo compattatore, in modo da ottenere una densità non minore dell'90% negli strati inferiori e del 95% in quelli superiori, sulla *Proctor standard*.

Prescrizioni ulteriori sulla costruzione dell'argine/rilevato.

La terra da impiegare nella costruzione di argini dovrà provenire da cave di prestito oppure dal recupero del materiale di risulta di scavi, tagli e riprofilature di rilevati arginali esistenti; in entrambi i casi la terra dovrà sempre essere stata ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, la terra dovrà essere priva di ceppaie, radici, pietre, detriti, e dovrà essere del tutto esente da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

L'Impresa dovrà impiegare nella costruzione dell'argine esclusivamente quella terra accettata dalla Direzione dei Lavori e possedente i requisiti richiesti. L'Appaltatore dovrà consegnare al Direttore dei Lavori, per ogni mezzo di trasporto in arrivo sul cantiere, la bolla di provenienza del materiale effettuata presso la cava di prestito. Il campione di 5m³ di terra, depositato in cantiere prima dell'inizio dei lavori ed accettato dalla Direzione dei Lavori, sarà utilizzato per la verifica immediata della terra fornita dall'Appaltatore. Saranno rifiutate tutte le terre che si presentano difformi dal campione depositato sul cantiere, ed aventi caratteristiche diverse dei certificati delle prove di laboratorio eseguiti preliminarmente per l'accettazione.

L'Appaltatore dovrà, a totale sue spese, allontanare immediatamente dal cantiere tutte le terre non accettate dal Direttore dei Lavori, anche se queste sono già state posate in rilevato, rimanendo a totale suo carico e spese anche la demolizione di quanto già eseguito con tali terre.

La terra, per la costruzione dei rilevati, dovrà essere sminuzzata e qualora si presentasse in panconi o zolle eccessivamente grosse, queste dovranno essere ridotte mediante la benna dell'escavatore o con vanghe ed apposite mazze, in piccoli pezzi della grossezza massima di una noce.

Il contenuto d'acqua della terra da posare in rilevato dovrà essere prossimo a quello ottimo determinato mediante la prova di compattazione. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, la terra dovrà essere essiccata per aerazione, se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione.

La costruzione dell'argine in presenza di gelo o di piogge persistente non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione dei Lavori.

L'Impresa non potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque ne sia la causa, senza prima avergli dato una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradino, praticandovi anche dei solchi per garantire il collegamento del nuovo strato.

L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con le scarpate regolari, ben compattate, spianate e con la pendenza di progetto. Anche le sommità dell'argine e delle banche dovranno avere la pendenza prevista in progetto al fine di agevolare lo sgrondo delle acque piovane.

E' obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi ulteriore compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento dei materiali costituenti affinché, al momento del collaudo, i rilevati stessi abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Prescrizioni sui mezzi d'opera.

Il tipo e le caratteristiche dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore sarà libero di adottare tutti quei mezzi d'opera che riterrà più opportuno, purché dalla Direzione dei Lavori siano riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per i rilevati esistente oppure per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso d'opera, tali mezzi d'opera e/o le modalità di compattazione della terra risultassero praticamente difettosi e/o comunque non rispondenti alle esigenze dei lavori, l'Appaltatore dovrà ampliarli, modificarli e dove occorra anche cambiarli totalmente, e ciò a totali sue spese, senza che egli possa né invocare, a scampo di responsabilità, l'approvazione data e le modifiche suggerite dal Direttore dei Lavori, né pretendere compensi o indennità oltre i prezzi stabiliti in contratto.

Il trasporto lungo l'argine delle terre dovrà avvenire mediante mezzi meccanici adatti alla natura del terreno in loco e adeguati alle caratteristiche di compressibilità del terreno di fondazione.

In particolare il peso a pieno carico dei mezzi di trasporto dovrà essere tale da non essere pregiudizievole alla stabilità dei rilevati in costruzione.

L'Impresa dovrà, dunque, attrezzarsi al meglio in quanto non saranno accettate formazioni di piste, anche provvisorie, sui rilevati arginali, oppure quant'altro necessario per favorire l'utilizzo di mezzi che hanno impiego esclusivamente stradale.

Così dicasi anche per i mezzi d'opera necessari per gli scavi e la compattazione della terra, i quali dovranno essere adatti rispettivamente all'impiego su terreni paludosi, poco consistenti, ed alla compattazione di terre limose argillose impiegate per la formazione dell'argine.

A lavori ultimati, l'Appaltatore, a totale sue spese e carico, dovrà ripristinare lo stato dei luoghi interessati al transito dei mezzi di trasporto e d'opera, colmando i solchi, le buche ed il calo del terreno provocato dai mezzi con terra dello stesso genere di quella presente.

Prove di controllo costruzione argini/sbarramenti

L'Impresa è obbligata in ogni momento a prestarsi alle prove di controllo della qualità e della posa in opera della terra impiegata nella costruzione degli argini, previste nel presente Capitolato o prescritte a insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori.

Rimane inteso che il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione anche solamente di alcune delle prove di controllo elencate nel presente articolo, ogni qualvolta lo riterrà opportuno, e ciò su campioni prelevati direttamente sia in cantiere che anche nella cava di prestito per accertare eventuali difformità.

Prove di controllo della qualità della terra

Le caratteristiche e l'idoneità della terra impiegata per la costruzione degli argini sarà accertata mediante le seguenti prove di laboratorio condotte su campioni prelevati in cantiere:

- analisi granulometrica estesa (setacci+sedimentazione);
- determinazione contenuto d'acqua naturale;
- prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57;
- prova edometrica e triassiale limitatamente ai materiali coesivi e semi coesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova tipo Proctor standard (ASTM D-698 e AASHTO T-99) e compattati al 95% della densità massima (+ 2%);

In generale, le suddette prove di controllo verranno eseguite ogni 2000 m³ di terra fornita e posta in opera ed ogni qualvolta vari la natura o la provenienza della terra. Tutta la terra che in base alle prove di controllo risulti avere caratteristiche fisico-meccaniche, in relazione all'impiego per rilevati arginali, peggiori di quelle del campione accettato dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere rimossa ed allontanata immediatamente dal cantiere a totale cura e spese dell'Impresa.

Ogni prova di controllo, necessaria per verificare la qualità della terra fornita, sarà sempre a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

Prove di controllo della posa in opera della terra.

La corretta posa in opera della terra impiegata per la costruzione degli argini sarà accertata mediante le seguenti prove geotecniche condotte in sito:

- massa volumica in sito;
- controllo umidità.

A rullatura eseguita, la densità in sito dovrà avere una densità non minore dell'90% negli strati inferiori e del 95% in quelli superiori sulla *Proctor standard* determinata sui campioni di terra. Le suddette prove di controllo verranno eseguite almeno una ogni m³ 1000 di materiale messo in opera e in generale ogni qualvolta vari la natura o la provenienza della terra stessa.

Inoltre, il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione delle prove di controllo ogni qualvolta lo riterrà opportuno.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa dovrà provvedere immediatamente a totale sua cura e spese al raggiungimento dei parametri minimi previsti.

Ogni prova di controllo sarà a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

Art. 32. Distendimento delle materie di risulta dagli scavi

Le terre di risulta dallo scotico in genere, non riutilizzabile totalmente per l'inerbimento delle scarpate, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, od eccedenti, rispetto alla quantità occorrente per rilevati, dovranno essere utilizzate per la realizzazione delle arginature della Casse di Espansione denominate Laghi Primavera.

Art. 33. Scogliere in massi ciclopici per sistemazioni di difese radenti

Per la realizzazione della scogliera i massi saranno forniti a cura e spese dell'Impresa. I massi dovranno essere posti in opera mediante l'impiego di idonei mezzi meccanici al di sotto o superiormente rispetto al pelo dell'acqua, sulle sponde e sul fondo dei corsi d'acqua, secondo gli allineamenti e le livellette di progetto, in modo ordinato e profilato sulla sagoma esterna ed in maniera comunque conforme alle prescrizioni contenute negli appositi particolari costruttivi ed a quelle impartite all'atto esecutivo dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il

trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

La scogliera di difesa radente verrà posta in opera previa la realizzazione dello scavo d'imposta da realizzarsi secondo le dimensioni e con le pendenze di progetto. Successivamente si procederà alla posa in opera della scogliera.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0,50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia. I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

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

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Le scogliere saranno formate incastrando con ogni diligenza i massi del peso minimo compreso tra 0,5 e 1.5 t, gli uni con gli altri, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite in progetto o indicate dalla D.L.; i vuoti verranno intasati con materiali lapidei di pezzatura più piccola. Questo ultimo sarà in ragione generalmente non superiore al 15% del peso complessivo della scogliera stessa.

Successivamente alla realizzazione della scogliera si procederà al parziale rinterro della stessa utilizzando parte delle materie di risulta dallo scavo d'imposta delle stesse.

Per il rivestimento di scarpate con scogliera si seguiranno le modalità sopra descritte. Lo spessore del rivestimento non dovrà essere in ogni caso inferiore a 0.5 m. e seguirà il naturale declivio della scarpata da proteggere.

Qualora sia previsto l'impiego di appositi geotessili nontessuti con funzione di filtro da interporre tra la sponda in terreno naturale e la scogliera in massi ciclopici si dovrà porre particolare attenzione alla posa in opera dei blocchi lapidei sopra i geotessili in modo tale da non danneggiare gli stessi. I geotessili contessuti da impiegare dovranno essere del tipo agugliato con massa areica non inferiore a 600 g/m².

Nei tratti ove previsto, i massi dovranno essere intasati con conglomerato cementizio C12/15 avendo cura, per la formazione del paramento faccia a vista, di arretrare l'intasamento in calcestruzzo di circa 5 cm rispetto al piano del paramento stesso.

Nel caso di scogliera debolmente cementata l'uso del calcestruzzo sarà limitato alla sola base di appoggio dei massi.

Tra la gabbionata e il terreno sarà interposto un apposito filtro in geotessile tessuto non tessuto in poliestere a filo continuo di idonea porosità e grammatura non inferiore a 350 g/mq. Saranno realizzate sovrapposizioni longitudinali e trasversali non inferiori a 30cm e graffiatura con graffe di tondino di ferro. Si porrà la massima attenzione durante la fase di posa in opera e di riempimento a non sollecitare il geotessile in modo da lesionarlo.

I gabbioni dovranno essere posti in opera nei periodi di più accentuata magra del corso d'acqua, eventualmente provvedendo alla preventiva, parziale deviazione del corso d'acqua.

Art. 34. Geosintetici e geocompositi

Geotessili in tessuto non tessuto

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

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

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

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro.

Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

Georeti tridimensionali antierosione

Le georeti tridimensionali antierosione verranno utilizzate sulle scarpate arginali a fiume con lo scopo di favorire l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione erbacea, consentendo così di ridurre l'effetto dell'azione erosiva della corrente.

Le georeti andranno posate dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il terreno di posa dovrà essere livellato e liberato da vegetazione, radici, pietre e in generale oggetti appuntiti o sporgenti.

Prima di procedere alla posa sarà necessario creare al piede e in testa al pendio delle trincee di ancoraggio, di profondità non inferiore a 30 cm. La georete dovrà poi essere fissata in una delle due trincee con 1 picchetto per metro e potrà essere stesa indifferentemente dall'alto verso il basso o viceversa; dovrà essere posata nel senso della corrente con una sovrapposizione minima della georete di monte sulla georete di valle di 15 cm. La fascia di sovrapposizione dovrà essere fissata con 1 picchetto per metro, mentre dovranno essere previsti in media 3 o 4 picchetti intermedi per metro quadrato di superficie: il numero di picchetti intermedi dovrà essere portato ad una densità di 1 picchetto per metro quadrato in condizioni particolarmente sfavorevoli. I bordi liberi dovranno essere fissati con 1 picchetto per metro.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Geomembrane impermeabili

Le geomembrane impermeabili saranno utilizzate laddove risulti necessario impedire un moto di filtrazione all'interno dei rilevati arginali.

Le geomembrane andranno posate dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni e dovrà essere rivestito con uno strato in tessuto non tessuto di peso unitario non inferiore a 0,7 N/m² (70 g/m²).

I teli andranno fissati al terreno in testa e al piede della scarpata mediante picchetti di ancoraggio infissi entro apposite trincee di spessore non inferiore a 50 cm. I teli, se non previsto diversamente dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno collegati mediante saldatura meccanica sul posto. Il telo da saldare andrà steso sopra il telo già posato e i due lembi andranno giuntati mediante cucitrice manuale; terminata questa operazione, il telo superiore verrà ribaltato in modo da risultare nella corretta posizione e la giunzione verrà sigillata con mastice bituminoso.

Art. 35. Paratie e diaframmi

Generalità

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

Palancole infisse

1. Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso. Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia. Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca. A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide. Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca. Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata. Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

2. Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno. Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica. L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo. Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Paratie costruite in opera

1. Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo. Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

2. Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m. Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti. I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8 ÷ 16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta. Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto. I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della direzione dei lavori. Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci. L'allineamento planimetrico della benna di scavo del

diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

3. Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 36. Trasporto delle terre di risulta dagli scavi

Le terre di risulta dagli scavi, che devono essere reimpiegate nell'ambito dei lavori in particolare per la formazione di rilevati arginali, rinterri alle opere d'arte, tombamento di canali, dovranno essere prelevate, caricate su autocarro, trasportate nell'ambito dell'area di cantiere e scaricate secondo le indicazioni impartite dalla D. L.

Nella movimentazione delle materie l'Impresa avrà Cura di adottare le massime cautele in ordine alla sicurezza sia per quanto concerne il transito sulle viabilità pubblica e privata sia per l'esecuzione dei lavori stessi.

Le terre in esubero daranno utilizzate per la realizzazione degli argini delle Casse Laghi Primavera.

Art. 37. Trasporto a discarica di materiali eterogenei

Le materie non oggetto di reimpiego all'interno del cantiere e delle quali è previsto l'allontanamento verranno portate a discarica a cura e spese dell'Impresa.

La localizzazione di tali discariche dovrà essere preventivamente indicata e comunicata per scritto alla Direzione dei Lavori.

Gli oneri per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni al trasporto ai sensi delle vigenti normative e sulla base dei contenuti del D.Lgs n° 152 del 03.04.2006 e relativi decreti di

Art. 38. Opere in calcestruzzo normale e armato

a) Casseforme

4. Normativa di riferimento

- UNI 7958/6.79 Prodotti finiti - Piatti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo - Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione
- UNI 6467/7.69 Pannelli di legno compensato e paniforti - Termini e definizioni
- UNI 6469 Pannelli di legno compensato e paniforti, composizione, caratteristiche e classificazione
- UNI 6470Id. Dimensioni, tolleranze e designazione
- UNI 6471Id. Classificazione secondo l'impiego

5. Generalità

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, potranno essere costruite con tavole di legno, oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche, la cui superficie potrà essere trattata con idonei prodotti disarmanti per agevolare il distacco del calcestruzzo.

L'impiego di detti prodotti dovrà essere attuato con cautela, secondo le prescrizioni del Produttore, previo benestare della Direzione di Lavori.

Le casseforme dovranno essere a tenuta (sufficientemente stagne) affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiaccia, ecc.).

Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

Il loro dimensionamento sarà fatto caso per caso, tenuto conto dei tassi di lavoro dei materiali impiegati e delle sollecitazioni a cui saranno sottoposti.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti competenti, ISPESL, ecc..

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezze, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce libera superiore a 6 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

I casseri in legno per strutture, parti importanti e a faccia vista, non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

Prima della esecuzione dei getti, i casseri verranno ispezionati e controllati dalla Direzione dei Lavori al fine di verificarne:

- la corrispondenza tra esecuzione e progetto;
- l'indefornabilità e resistenza al carico del calcestruzzo;
- l'idoneità dei materiali impiegati;
- la sicurezza di accesso e di lavoro per le maestranze.

6. Disarmo

Si fa riferimento a quanto disposto al paragrafo 6.1.5 del D.M. 27 luglio 1985 e successivi aggiornamenti.

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali.

Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, sentito il parere del Progettista delle Strutture.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo:

	CONGLOMERATO DI CEMENTO	
	Normale	Ad Alta Resistenza
Per sponde di casseri di travi e pilastri	3 gg	2 gg
Per armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Per puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc. e per solette di grande luce	24 gg	12 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Per le strutture portanti in conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi.

Per le strutture particolarmente complesse, i tempi di disarmo verranno stabiliti in accordo con il progettista delle strutture stesse e con la Direzione dei Lavori.

7. Classificazione delle casseforme

Le casseforme, in relazione al loro grado di finitura, conseguente all'aspetto estetico delle superfici dei getti che si desiderano ottenere, possono essere delle seguenti quattro classi:

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

Se non diversamente a particolarmente disposto, le casseforme dovranno essere corrispondenti almeno alla classe B.

Qualora il calcestruzzo fosse del tipo faccia a vista le casseforme dovranno essere corrispondenti alla classe A.

Per la classificazione degli stati superficiali dei getti, nonché per le relative caratteristiche e tolleranze vale quanto prescritto al paragrafo specifico.

b) Armature di acciaio

1. Normativa di riferimento

- Circ. Min. LL.PP. 14 Febbraio 1974 n. 11951 - Applicazione delle norme sul cemento armato
- Circ. Min. LL.PP. 31 Luglio 1971 n. 19581 - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 7 Collaudo statico
- Circ. Min. LL.PP. 23 Ottobre 1979 n. 1977 - Competenza amministrativa: Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 Legge 2 Febbraio 1974 n. 64
- Circ. Min. LL.PP. 1 Settembre 1987 n. 29010 - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 - D.M. 27 Luglio 1985 - Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare

- Circ. Min. LL.PP. 20 Luglio 1989 n. 1063/U.L. - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 20 - Autorizzazioni a laboratori per prove sui materiali
- Legge 26 Maggio 1965 n. 595 - Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
- D.M. 31 Agosto 1972 - Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche
- D.M. 9 Marzo 1988 n. 126 - Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi
- D.M. 3 Dicembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- Circ. Min. LL.PP. 16 Marzo 1989 n. 1063/U.L. - Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 art. 20 - Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- D.M. 11 Marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- D.M. LL.PP. Min. 4 Maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali
- Circ. Min. LL.PP. 25 Febbraio 1991 n. 34223 - Istruzioni applicative L. 2.2.1974 n. 64, art. 1 - D.M. 4.5.90.
- Istruzioni CNR 10018/85 - Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego
- D.M. 9 Gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi"
- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Legge 5.11.1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2.2.1974, n. 64 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. LL.PP. 14.02.1992 - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 12.2.1982 - "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982 n. 22631 contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 24.1.1986 - "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 3.12.1987 - "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate"
- D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6 - "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" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n.21597 contenente le istruzioni relative
- UNI EU 21 Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio e prodotti siderurgici
- UNI 6407 Tondi di acciaio per c.a. - Qualità, prescrizioni, prove, dimensioni, tolleranze
- UNI 8927/1286 Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale
- CNR-UNI 10020 Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata
- DM 14 gennaio 2008 Testo Unico sulle costruzioni

2. Tondo per c.a. normale: definizioni

Sotto la denominazione di tondo per cemento armato rientrano i seguenti tipi di armature:

- tondo a superficie liscia (laminato a caldo);
- tondo a superficie nervata ad aderenza migliorata (deformato a freddo).

3. Reti e tralicci: definizioni

Sotto la denominazione di reti di acciaio elettrosaldate rientrano le reti a maglia quadrata o rettangolare, fabbricate con fili tondi, lisci o nervati deformati a freddo, di diametro da 5 a 12 mm, saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie.

Le reti di norma verranno fornite in pannelli prefabbricati piani o arrotolati.

I tralicci elettrosaldati sono costituiti da correnti longitudinali (lisci o nervati di diametro da 5 a 12 mm) e da staffe di collegamento, forniti in lunghezze varie, secondo le richieste di progetto, saldati elettricamente nei punti incrocio tra correnti e staffe.

4. Armature per c.a.p.: definizioni

Le armature per cemento armato pre-compresso o post-compresso possono essere forniti sotto forma di:

- fili (fornitura in rotoli);
- barre (fornitura in fasci di elementi rettilinei);
- trecce (fornitura in rotoli o bobine);
- trefoli (fornitura in rotoli o bobine).

5. Condizioni di fornitura

Il tondo per cemento armato (in barre o assemblato in reti e tralicci) deve essere esente da difetti tali da pregiudicarne l'impiego: screpolature, scaglie, bruciature, ossidazione accentuata, ricopertura da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato, ecc.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applicano le norme UNI EU 21.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da almeno uno dei seguenti certificati:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;
- certificato di controllo;
- certificato di collaudo;
- verbale di collaudo.

6. Tolleranze dimensionali sulla massa

Diametro nominale (mm)		Tolleranze sulla massa (in %)
oltre	fino a	per forniture > 5 t
-	6	+/- 8
6	16	+/- 6
16	40	+/- 4

Per forniture < di 5 t le tolleranze devono essere aumentate di 1/3.

Diametro nominale (mm)		Tolleranze sulla massa (in %)	
oltre	fino a	< 5 t	> 5 t
-	6	- 6,5	- 5
		+ 13,5	+ 10
6	12	- 6,5	- 5
		+ 10,5	+ 8
12	32	- 6,5	- 5
		+ 8	+ 6

7. Messa in opera

E' vietato mettere in opera armature eccessivamente ossidate, corrosive o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Le armature che presentino superficie grassa e ricoperta da prodotti vernicianti, dovranno essere passate alla fiamma e quindi ben pulite.

La sagomatura, il diametro, la lunghezza, ecc., dovranno corrispondere esattamente ai disegni ed alle prescrizioni del progetto.

Le giunzioni e gli ancoraggi delle barre dovranno essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le barre piegate dovranno presentare nei punti di piegatura un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 diametri.

La staffatura, se non diversamente specificato in progetto, dovrà avere, di norma, un passo non superiore a 3/4 della larghezza del manufatto relativo. Le staffe dovranno essere sempre chiuse e ben ancorate alle barre longitudinali.

Laddove prescritto le barre dovranno essere collegate solidamente fra loro in modo da garantire la continuità elettrica e da permettere il loro collegamento alla rete generale di messa a terra.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature dovranno essere ispezionate ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per garantire la corretta ricopertura delle armature con il calcestruzzo (copriferro), dovranno essere posti in opera opportuni distanziatori di materiale plastico, agenti tra le barre e le pareti dei casseri.

8. Controlli sulle barre di armatura

Il prelievo dei campioni e metodi di prova saranno effettuati conformemente alla norma UNI 6407-69.

Controlli in stabilimento

Tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento debbono essere accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi.

La data del certificato non deve essere anteriore di tre mesi dalla data di spedizione.

Controlli in cantiere

Il controllo in cantiere è obbligatorio sia per acciai non controllati in stabilimento sia per acciai controllati.

Le domande di prove ai laboratori ufficiali dovranno essere sottoscritte dal Direttore dei Lavori e dovranno contenere indicazioni sulla fornitura di appartenenza.

Controlli sulle armature da precompresso

Si dovrà fare riferimento particolare all'allegato 3 della parte terza D.M. 27.7.1985.

9. Protezione delle armature

Nel caso di maltempo, di esposizione ad agenti aggressivi, ecc. le armature dovranno essere adeguatamente protette con teli impermeabili o con gli accorgimenti prescritti dalla Direzione dei Lavori.

c) Calcestruzzi

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 26.5.1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"
- D.M. 3 giugno 1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"
- D.M. 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche"
- Legge 5.11.1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2.2.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. LL.PP. 27.7.1985, n. 37 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. 31 ottobre 1986, n. 27996 contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 12.2.1982 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982, n. 22631 contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 24.1.1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative
- D.M. LL.PP. 3.12.1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate"
- D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6 "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" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n. 21597 contenente le istruzioni relative
- Calcestruzzo leggero, UNI 7548 del 6/76: definizione e classificazione
- DM 14 gennaio 2008 Testo Unico sulle costruzioni

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, dovrà fare particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ,
- durabilità delle opere (UNI 8981-UNI 9858),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133-83,

- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134),
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135),
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo - disgelo (UNI 7087-UNI 9858)
- impermeabilità (ISO DIS 7032-UNI 9858)

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) della caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui ai successivi punti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

2. MATERIALI

- *Cemento*

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento pozzolanico;
- cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;
- è ammesso inoltre il cemento Portland con tenore di alluminato tricalcico (C3A) $\leq 8\%$, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi pozzolanico o d'altoforno, in base alla quale vengono applicati i prezzi di elenco.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 e D.M. 3/6/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori che potrà richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E' ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Se non diversamente specificato, si dovranno impiegare calcestruzzi con le seguenti caratteristiche nella realizzazione delle strutture appresso indicate.

1	2	3	4	5	6
Strutture orizzontali ed in elevazione sopra la quota delle fondaz.	Rck \geq 250 kg/cm ² Rck \geq 300 kg/cm ² Rck \geq 350 kg/cm ² Rck \geq 400 kg/cm ²	\leq 0,50 Ptl.	2A/2B	S4/S5	
Fondazioni	Rck \geq 300 kg/cm ²	\leq 0,55 Ptl.	2A/2B	S4/S5	
Sottofondazioni	Rck \geq 250 kg/cm ²	\leq 0,55 Ptl.	2A/2B	S4/S5	

1 = Tipi di strutture

2 = Resistenza caratteristica garantita

3 = Rapporto acqua/cemento massimo

4 = Cemento

5 = Classe di esposizione minima

6 = Slump

▪ *Aggregati*

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 5.5).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 5.5 e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo cinque cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalenti in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattiva dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4 UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	CL- ≤ 0,05 %
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf ≥ 0,15 (Dmax=32mm) Cf ≥ 0,12 (Dmax=64mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m ³ 8000 di aggregati impiegati.		

Nella precedente tabella sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco, (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.). La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m³ 1000 di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D max) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- minore dello spessore del copriferro.

▪ *Acqua di impasto*

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

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 in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

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.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta) della Norma UNI 8520 parte 5).

I massimi rapporti acqua/cemento consentiti, riportati nella Tabella 5.4, potranno essere diminuiti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori in relazione al tipo di manufatto, all'impermeabilità e durabilità richieste al manufatto stesso.

▪ *Additivi*

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

▪ *Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti*

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 o la S5 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI 9858 (vedi tab. 5.6) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (Slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI 9418.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

Nella seguente tabella si riporta la classe di consistenza del calcestruzzo fresco secondo UNI 9858

Classe di consistenza	Slump (cm)	Denominazione corrente
S1	Da 1 a 4	Umida
S2	Da 5 a 9	Plastica
S3	Da 10 a 15	Semifluida
S4	Da 16 a 20	Fluida
S5	>21	Superfluida

▪ *Additivi aeranti*

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo - disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 5.7, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Nella tabella seguente si riporta il dosaggio richiesto di aria inglobata

D max Aggregati (mm)	% aria occlusa*
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo - disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

- **Disarmanti**

Dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alla norma UNI 8866 1° e 2° del gruppo 400 come precedentemente titolato.

3. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

4. RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura, secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI 6132, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} , accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati, dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per m^3), sarà sottoposto a prova presso Laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi, risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata, senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

5. DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo - disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 B.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo - disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%

coefficiente di permeabilità:

- prima dei cicli = 10 - 9 cm/s
- dopo i cicli = 10 - 8 cm/s

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

6. TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impianti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

- *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 del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

- *Posa in opera*

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile

giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, 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:

- malte e betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a cm 50 misurati dopo la vibrazione.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 K e 303 K.

▪ *Costipamento*

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

Costipamento per vibrazione

Le vibrazioni possono essere applicate al getto attraverso i casseri, oppure direttamente al getto stesso. La forma, le dimensioni e le posizioni di applicazione degli attrezzi vibranti, la frequenza e l'ampiezza delle vibrazioni impiegate, nonché l'entità della massa vibrante, devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della massa di calcestruzzo da vibrare, alle armature, agli inserti ed alla disposizione di questi nel getto, nonché alla composizione granulometrica del calcestruzzo.

La vibrazione del calcestruzzo va eseguita con particolari cautele al fine di evitare conseguenze dannose (ad es.: la vibrazione locale del getto fresco può generare inconvenienti nelle zone gettate in precedenza, in specie quando si usino le armature per trasmettere al getto le vibrazioni su zone più estese o quando la vibrazione è trasmessa al getto attraverso i casseri).

Analoga cautela va osservata per la durata di applicazione locale della vibrazione onde evitare ogni segregazione dei componenti dell'impasto; un indice dell'inizio di questo fenomeno è la comparsa di acqua sulla superficie del getto. In ogni caso, tale durata non deve superare i 100 secondi.

E' sconsigliato applicare le vibrazioni alle armature.

Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

- *Condizioni speciali di lavorazione*

- Getti a basse temperature ($< +2^{\circ}\text{C}$)

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a $+2^{\circ}\text{C}$, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i $+5^{\circ}\text{C}$ al momento del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentirne il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti procedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua d'impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi a indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto. Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà a contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio e possibilmente devono essere mantenute ad una temperatura prossima a quella del getto.

In ogni caso, il getto dovrà essere protetto dalla neve e dal vento.

- Getti a temperature elevate ($> 35^{\circ}\text{C}$)

Per effettuare il getto in ambienti a temperature elevate, devono essere presi tutti i provvedimenti atti a ridurre la temperatura della massa del calcestruzzo, in specie durante il periodo di presa.

Inoltre si dovrà evitare che il getto subisca una presa ed una evaporazione dell'acqua di impasto troppo rapida. Il calcestruzzo e i casseri dovranno essere irrorati in continuità e protetti dall'isolamento diretto e dal vento.

Comunque si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i $+35^{\circ}\text{C}$, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai $+75^{\circ}\text{C}$, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che il salto tra le due temperature non dovrà superare i 40°C .

- Getti in acqua

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

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua - cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

- Getti contro terra

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno).

I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

- Interruzione nel lavoro

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili water stop (PVC) per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto.

Le dimensioni, la sagoma ed il tipo dei profili water stop sono soggetti all'approvazione della D.L.

- Riprese del getto

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

Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

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

Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiere stirate.

- Bagnatura e protezione dei getti

Al fine di assicurare al calcestruzzo le più adatte condizioni termoigrometriche durante la presa e l'indurimento e fino a quando il calcestruzzo non abbia raggiunto il 70% della resistenza prevista nel progetto, si deve ricorrere all'umidificazione delle superfici del getto e/o alla posa di teli di protezione, in particolare quando il getto presenti grandi superfici esposte. Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

- *Stagionatura e disarmo*

- Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (*curing*), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (*curing*) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento, prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

- Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;

il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;

la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);

il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;

durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

- *Disarmo e scasseratura*

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

▪ *Protezione dopo la scasseratura*

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

▪ *Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco*

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (*bleeding*).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da mm 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

▪ *Provini*

a) prova del cono di cui all'App. E della UNI 6394-79;

b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393-72 e alla UNI 6394-69;

c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI 6395-72;

d) prova del contenuto d'acqua;

e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;

f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;

g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

▪ *Determinazione del diametro massimo degli inerti*

La determinazione del diametro massimo degli inerti verrà effettuata come segue:

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo la pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso).

La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore $p/P \times 100$, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio).

Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

7. STATI SUPERFICIALI DEL GETTO

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite.

Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

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

8. CLASSIFICAZIONE DEGLI STATI SUPERFICIALI

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

A (speciale);

B (accurata);

C (ordinaria);

D (grossolana).

Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

▪ *Planarità generale*

L'errore percentuale di planarità "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da:

$$d = h/L$$

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

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

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

Classe A - d = 0.4%

Classe B - d = 0.6%

Classe C - d = 1.0%

▪ *Planarità locale*

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze.

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

Classe A - e = 3 mm

Classe B - e = 6 mm

Classe C - e = 10 mm

▪ *Gradini dovuti al posizionamento dei casseri*

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

Classe A - f = 3 mm

Classe B - f = 6 mm

Classe C - f = 10 mm

▪ *Giunti tra elementi*

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati.

L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

Classe A - g = 0.3 L

Classe B - g = 0.5 L

Classe C - g = 0.7 L

con un valore max, però, rispettivamente di:

Classe A - 8 mm

Classe B - 10 mm

Classe C - 15 mm

- *Distanza fra i motivi decorativi*

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

Classe A - $r = 0.9 / 1.1$

Classe B - $r = 0.7 / 1.3$

Classe C - $r = 0.5 / 1.5$

9. TOLLERANZE

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

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

Art. 39. Opere murarie

a) Malte cementizie

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la composizione delle malte ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del Capo "Qualità e provenienza dei materiali", alle relative voci di elenco prezzi per i vari tipi di impasto, ed alle disposizioni impartite all'atto pratico dalla Direzione Lavori.

La dosatura dei componenti delle malte sarà realizzata con mezzi idonei a garantirne l'esatta misurazione; l'Appaltatore dovrà fornire tali mezzi e mantenerli efficienti a sua cura e spese. L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici oppure, per piccole quantità, a mano su piani perfettamente puliti.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.

I residui degli impasti che non avessero avuto per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere portati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune aerea, che potranno essere utilizzati nell'intera giornata del loro confezionamento.

b) Muratura di mattoni

I mattoni all'atto dell'impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a saturazione e dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessioni dello spessore di circa mm. 10 riempite completamente con malta e alternate in corsi ben regolarizzati e rettilinei.

c) Rinzaffi ed intonaci

Prima dell'esecuzione degli intonaci si avrà cura di pulire bene la superficie da intonacare rimuovendo tutta la polvere e, dove occorra, asportando le parti poco aderenti mediante spazzola di acciaio; ciò fatto si bagnerà convenientemente la parte in modo da renderla satura di acqua indi si eseguirà il rinzaffo, regolarizzando lo strato con un lungo regolo in modo da ottenere uno spessore costante ed una superficie piana.

Affinché l'intonaco non secchi troppo rapidamente, dando luogo a fenditure, lo si bagnerà frequentemente con acqua mediante pompe innaffiatrici se è applicato su pareti verticali o inclinate, mentre lo si coprirà con uno strato di sabbia umida per una settimana circa se è eseguito su una superficie orizzontale.

L'intonaco dovrà essere costituito da un primo strato di malta cementizia (rinzaffo) avente uno spessore di 15 mm., composto da malta di cemento magra (Kg 400 per mc. di sabbia) e da un secondo strato (arricciatura) avente uno spessore di 5 mm, composto da malta di cemento grassa (Kg. 600 per mc. di sabbia), da successiva spolveratura della superficie con cemento e superiore lisciatura a cazzuola.

La posa in opera del conglomerato sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa.

Art. 40. Tubazioni, cavi, e manufatti fognari

L'Appaltatore provvederà direttamente all'approvvigionamento di tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori ed alla loro messa in opera, rimanendo responsabile e garante che questi abbiano i requisiti prescritti ai relativi articoli del Capo III del presente Capitolato.

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le altre manovre sui materiali dovranno essere eseguite con la maggior cura possibile, in modo da evitare rotture, incrinature e danneggiamenti in genere dei materiali e del loro rivestimento.

In ogni caso tutti gli eventuali danni subiti dai materiali saranno a carico dell'Appaltatore, il quale dovrà sostenere le spese necessarie alla riparazione o sostituzione di quelli danneggiati, senza possibilità di rivalsa alcuna nei confronti della Stazione Appaltante.

Una volta che l'Appaltatore abbia approvvigionato sul cantiere i materiali occorrenti, ne rimarrà comunque unico responsabile a tutti gli effetti per la loro custodia contro le eventualità di furti, danneggiamenti ed atti vandalici.

L'Appaltatore dovrà dunque approntare apposite aree di cantiere recintate dove stoccare i materiali approvvigionati, alcuni dei quali (ad esempio guarnizioni, valvole ecc.) dovranno essere accatastate in ambienti che garantiscano riparo da luce, sbalzi termici ed umidità.

I materiali eventualmente danneggiati o trafugati, dovranno essere prontamente reintegrati dall'Appaltatore a sua cura e spese delle identiche marche e caratteristiche di quelli non più utilizzabili.

Particolare attenzione dovrà porre l'Appaltatore durante le operazioni di cablaggio dei tubi, affinché non vengano deteriorati i rivestimenti protettivi e danneggiate le testate dei tubi stessi.

Nelle operazioni di posa deve evitarsi nel modo più assoluto che all'interno della condotta si introducano corpi estranei di qualunque natura e tipo, od anche che venga danneggiata la superficie interna dei tubi.

A tal fine gli estremi della tubazione posata dovranno essere accuratamente sigillati durante l'interruzione del lavoro; inoltre è necessario che vengano presi adatti provvedimenti affinché nella eventualità di allagamento dello scavo, la tubazione non possa galleggiare.

Dopo il calaggio nello scavo gli eventuali spostamenti della condotta dovranno essere eseguiti con i mezzi più idonei, atti in particolare a non pregiudicare i rivestimenti, e rispettando comunque tutte le prescrizioni che saranno all'uopo impartite dalla Direzione Lavori.

All'interno di manufatti e cunicoli di protezione le condotte saranno poste su platee in cls. o sostegni in muratura con interposizione di materiale plastico dielettrico per la salvaguardia dei rivestimenti.

L'Appaltatore dovrà inoltre fornire gli attrezzi ed il materiale vario necessario per la completa esecuzione delle opere, nonché l'assistenza di uno o più operai durante i lavori di giunzione dei tubi, prove idrauliche e collegamenti alle reti esistenti (qualora tutte queste ultime operazioni vengano effettuate da personale dell'a Stazione Appaltante).

Le suddette prestazioni saranno retribuite con le apposite voci previste nell'Elenco Prezzi.

In questo caso l'Appaltatore, una volta presi in carico i materiali, ne rimarrà unico responsabile a tutti gli effetti per la loro custodia contro l'eventualità di furti, danneggiamenti ed atti vandalici fino al termine dei lavori, allorquando i materiali non impiegati dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore dovrà dunque approntare apposite aree di cantiere recintate dove stoccare i materiali presi in carico, alcuni dei quali (ad esempio guarnizioni, valvole ecc.) dovranno essere accatastate in ambienti che garantiscano riparo da luce, sbalzi termici ed umidità.

I materiali eventualmente danneggiati o trafugati a causa del non perfetto stoccaggio o dell'incuria dell'Appaltatore, dovranno da questi essere prontamente reintegrati a sua cura e spese delle identiche marche e caratteristiche di quelli non più utilizzabili.

A) POSA FOGNATURE IN PVC

La posa in opera e le giunzioni dei tubi debbono essere effettuate da personale specializzato. Qualora il personale incaricato alla posa della rete fognaria non dia, all'atto pratico, necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera questo dovrà essere sostituito con altro idoneo. La posizione esatta in cui devono trovarsi i raccordi sarà concordata con la Direzione Lavori.

Per l'esecuzione delle giunzioni il tubo dovrà essere tagliato alla sua estremità liscia con sega a denti fini oppure con fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, sia per effettuare una giunzione elastica che per una rigida, dovrà essere smussata secondo un'angolazione precisata dal produttore (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore anch'esso indicato dal produttore.

I raccordi necessari (curve, derivazioni, innesti, ecc.) dovranno avere le stesse caratteristiche e rispettare le normative di riferimento delle condotte principali e dovranno essere innestate alla suddetta condotta con lo stesso criterio precedentemente descritto.

La nuova rete dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo le giunture. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia riconosciuto necessario dalla Direzione Lavori.

Prima dell'inizio dei lavori di posa delle condotte, l'Appaltatore dovrà produrre i calcoli statici della tubazione, sulla scorta degli elementi costruttivi indicati dalla ditta fornitrice dei manufatti ed in relazione alla situazione statica d'impiego.

Le condotte andranno posate al centro della sede stradale salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

B) POSA FOGNATURE IN CLS PREFABBRICATO

Si farà uso di tubi circolari, con base d'appoggio piana di lunghezza minima pari a 2,0 ml. Giunzioni a bicchiere con interposizione di anello di gomma per la tenuta idraulica. I tubi dovranno essere lisci internamente e di spessore tale da resistere ai carichi dovuti al reinterro ed ai sovraccarichi stradali fino ad uno spessore minimo del ricoprimento pari a 30 cm e comunque per le profondità di posa previste dagli elaborati di progetto, all'uopo è prescritta la rispondenza di tali manufatti alle norme DIN 4032 da verificarsi a cura della Ditta Appaltatrice con apposite prove di carico a rottura presso un laboratorio ufficiale designato dalla D.L..

I manufatti di cui sopra diritti senza asperità né crepe, saranno assemblati su platee di calcestruzzo armato, come da disegni allegati perfettamente spianate e lisce in modo da rendere agevoli le operazioni di montaggio di pezzi contigui.

Non è categoricamente ammesso l'uso dei cunei di qualsiasi natura per ripristinare eventuali avvallamenti della platea di fondazione, ma gli eventuali piani di posa dovranno essere realizzati esclusivamente in malta cementizia.

Il rinfiacco per le fognature con anello di tenuta in gomma, sarà effettuato per gli spessori di progetto, con strati successivi di sabbione di fiume o di cava, di 3 mm. di pezzatura max. scevro da arbusti e fogliame per gli spessori di progetto.

Per la movimentazione ed il montaggio dei manufatti è vietato servirsi di fori ubicati in chiave o sui fianchi dei condotti, dovendosi quest'ultimi presentare senza soluzione di continuità fin dal loro arrivo dalla fabbrica costruttrice.

D) POSA IN OPERA DI MANUFATTI VARI PER OPERE FOGNARIE

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria ecc.) nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione ed in tutte le opere conseguenti (tagli di struttura, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera o apparecchio che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altre Ditte; il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e l'assistenza del personale di altre ditte fornitrici del materiale o manufatto.

TUBAZIONI

Condotti in CLS circolari del diametro interno di mm 600 e 1200, costituiti da tubi in calcestruzzo vibrocompresso semplice e armato del tipo autoportante della lunghezza minima di ml 2,00 con giunti a bicchiere ed anello di tenuta in gomma, completo di platea in calcestruzzo di cemento dell'altezza di cm 20. Ove il ricoprimento sia inferiore a 1 m è previsto un rinfiacco e soletta in calcestruzzo di cemento C12/15 dello spessore di almeno cm 15; nei casi in cui il ricoprimento sia superiore a 1 m il rinfiacco sarà realizzato con misto granulometrico di fiume o cava calcarea.

Durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione della fognatura suddetta e/o alla loro ultimazione, la tubazione sarà sottoposta al collaudo di tenuta idraulica.

Art. 41. Valvole automatiche antiriflusso (clapèt)

Le valvole a *clapèt* sono formate da un telaio circolare che viene fissato alla condotta mediante alcune viti, da una cerniera superiore e da un elemento mobile in lamiera che ruota sulla cerniera superiore e che si chiude per contatto sul telaio se il battente allo scarico supera quello all'interno della condotta.

Le valvole a *clapèt* sono del tipo da alloggiarsi direttamente sulla testa delle condotte e saranno realizzate in poliestere rinforzato e gel-cot isoftalico, con metallerie in acciaio inox AISI 316, per accoppiamento su tubi di qualsiasi materiale (PVC , PEAD , PRFV, gres , ghisa , fibrocemento , ecc.) per mezzo di giunti multidiametrali MSC. Il è battente inclinato ha tenuta idraulica 1 bar con guarnizione di tenuta in EPDM.

Lo schema di montaggio prevede:

- 1) posizionamento del *clapèt* con il giunto MSC selezionato;
- 2) stringimento delle fascette del giunto.

La valvola a *clapèt* ha dimensioni idonee per la chiusura di tubazioni circolari con diametro DN=600 mm.

Art. 42. Prove e collaudi fognature

Tutte le condotte, prima della loro messa in esercizio, dovranno essere sottoposte a collaudo di tenuta idraulica che riguarderà sia la rete principale sia le camerette.

Se il tracciato della condotta consente di tenere gli scavi aperti è preferibile eseguire le prove idrauliche a tubi scoperti, così che eventuali perdite possono essere facilmente individuate e riparate; diversamente devono essere eseguite con tubi completamente o parzialmente interrati.

A discrezione della Direzione dei Lavori, per tratti di brevi dimensioni, si può accertare la tenuta della condotta sottoponendola alla pressione immettendo acqua nel tronco da collaudare dal pozzetto a monte fino a raggiungere la quota del pozzetto a valle.

Generalmente le prove idrauliche devono essere eseguite a campione su tratti di tubazione individuati tra due camerette d'ispezione successive da concordare con la Direzione dei Lavori. Le due estremità della condotta devono essere chiuse a mezzo di opportuni tappi e successivamente il tratto in oggetto deve essere messo in pressione ad un valore di 0,5 bar (5 metri di colonna d'acqua) con l'eccezione delle condotte in pressione che andranno collaudate ad una pressione 1,5 volte superiore a quella presunta di esercizio che sarà comunicata dalla Direzione dei Lavori e per un tempo non inferiore a 30 minuti.

E' opportuno che la condotta sottoposta a collaudo sia tenuta piena d'acqua per almeno 6 ore fino al livello del piano di campagna della cameretta di valle ed in ogni caso fino a raggiungere o superare di 50 cm. la quota dell'estradosso del tubo.

Il controllo di tenuta è fatto misurando la quantità di acqua persa in un tempo di 15 minuti, semplicemente con misure di livello nella cameretta od altro manufatto all'uopo costruito; le tolleranze ammesse dipendono dai materiali con i quali è stata costruita la condotta.

Non è ammessa nessuna diminuzione di livello nel caso in cui la rete sia costruita in materiale plastico (P.V.C. o Polietilene); per reti costruite in gres è ammissibile una tolleranza dell'ordine di 0,05 lt. ogni mq. di superficie interna mentre per le reti in cls. è ammissibile una tolleranza dell'ordine di 0,25 lt. ogni mq. di superficie interna.

Salvo casi particolari non è necessario procedere al collaudo degli allacciamenti.

Art. 43. Rinterri e riempimenti dei cavi

Prima di procedere al riempimento totale dello scavo si dovranno ripristinare o riallacciare a regola d'arte tutte le canalizzazioni di ogni genere incontrate nello scavo stesso.

Il riempimento dovrà essere eseguito per strati di circa 30, cm ognuno dei quali dovrà essere bagnato e costipato secondo i più moderni procedimenti di stabilizzazione dei terreni, adottando macchine vibrocostipatrici adeguate alle circostanze (del tipo "a ranocchia" o di altri tipi), che consentano di far raggiungere la massima densità agli inerti posti come riempimento.

Su strade pubbliche e private il riempimento verrà eseguito esclusivamente con sabbia comune, ghiaia di cava scevra da materiali terrosi, inerti ricavati dalla lavorazione di materiali recuperabili, misto cementato, o malta cementizia aerata, a seconda di quanto previsto negli elaborati progettuali o stabilito dagli Enti proprietari delle strade o da ordini specifici della Direzione Lavori.

L'impiego per il rinterro di materiali di risulta ovvero dei materiali accatastati nell'ambito del cantiere e provenienti dallo scavo medesimo, dovrà essere limitato ai terreni di campagna, oppure espressamente ordinato dal Direttore dei Lavori.

In presenza di terreni coltivati l'Appaltatore dovrà usare particolare cura nello scavo, in modo da conservare a parte il terreno vegetale di superficie, per ricollocarlo poi nella parte superiore del riempimento; comunque l'Appaltatore dovrà in questo caso accordarsi preventivamente con la proprietà, onde soddisfare le giuste esigenze di questa; dei suddetti maggiori oneri è stato tenuto debito conto nel quantificare i relativi prezzi di elenco.

Il rinterro di scavi attorno a manufatti sotterranei quali camerette di manovra, pozzetti ecc., dovrà essere eseguito con procedimenti analoghi a quelli usati per le condotte; nel caso in cui venga espressamente richiesto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire un drenaggio sulle pareti esterne, mediante la posa in opera di ghiaia in natura o di altro materiale nella quantità e nei modi richiesti dal Direttore dei Lavori.

Nel periodo intercorrente fra il rinterro degli scavi e il ripristino della pavimentazione stradale, l'Appaltatore dovrà provvedere alla tempestiva ricolmatura di eventuali avvallamenti del livello dei piani viabili, mediante riporto e sistemazione di materiali inerti di cava di idonea pezzatura, fintanto che il piano stradale si sia definitivamente stabilizzato. Con i prezzi di elenco relativi ai riempimenti sono previsti e compensati tali oneri, senza che per questo motivo l'Appaltatore possa pretendere alcuna rivalsa.

Il riempimento dei cavi potrà essere previsto in misto granulometrico o misto cementato secondo quanto previsto in progetto, secondo indicazioni e prescrizioni della DL, e prescrizioni degli Enti competenti (Comune, Provincia, ANAS, ecc.). Le specifiche tecniche sono le seguenti:

- **Formazione di fondazione o riempimento in misto granulometrico** di fiume o di cava, con pezzatura massima a richiesta della Direzione dei Lavori, compresi: fornitura, stesa, sagomatura, innaffiatura, cilindatura con rulli compressori statici da 16-18 t o vibranti equivalenti e quanto altro occorrente a dare il titolo ultimato a perfetta regola d'arte con compattazione a strati di cm 10-15. Le caratteristiche saranno quelle previste dalle norme CNR-UNI-10.006, fuso granulometrico tipo B, dimensioni setaccio 0.075mm. – 30 mm. Ultimata la compattazione, il modulo di deformazione M_d derivante dalla prova su piastra al primo ciclo di carico dopo 12 ore dalla compattazione, dovrà risultare non inferiore a $M_d=800 \text{ Kg./cm}^2$. Salvo quanto previsto in Elenco Prezzi.
- **Formazione di fondazione o riempimento in misto cementato** eseguita con miscela di inerti in idonei miscelatori, con aggiunta di cemento ed acqua in spessori di 20 cm, con impiego di misto granulare dimensioni crivello 71 mm - 0,075 mm granulometria CNR UNI10.006. La curva granulometrica dovrà essere continua ed uniforme e rispettare la granulometria sopra citata, gli inerti non dovranno essere di forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles non dovrà essere superiore a 30. Verrà impiegato cemento normale (portland, pozzolanico) di classe 325. A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti. La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente alla umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con una variazione compresa entro il 2,5% del peso della miscela. La percentuale in acqua e la percentuale esatta di cemento, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza indicate. Per lo studio della miscela verrà eseguita prova di resistenza a compressione ed a trazione su provini cilindrici confezionati in stampi CBR, previa vagliatura, secondo le richieste della D.L.. I provini dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cm^2 ed a trazione secondo prova brasiliana non inferiori a $2,5 \text{ Kg/cm}^2$ sulla media di 3 provini. L'addensamento dello strato dovrà essere realizzato con rullo a ruote vibranti, od in alternativa con rulli misti vibranti-gommati. A compattazione ultimata la densità in situ dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove AASHO T 180-57 nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione M_d al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e $2,5 \text{ Kg/cm}^2$, rilevato dopo 12 ore dalla compattazione dovrà essere non inferiore a 1200 Kg/cm^2 , salvo quanto previsto in Elenco Prezzi e prescrizione degli Enti competenti. Immediatamente dopo l'addensamento si dovrà provvedere alla stesa di mano di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 2 Kg/m^2 .

Art. 44. Strato di fondazione stradale

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

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

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

a) Caratteristiche del materiale

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

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2 / 3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 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 di cui al successivo comma 6);
- indice di portanza CBR_{ii}, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25 non minore di 50. E' 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 1, 2, 4, 5, salvo nel caso citato al comma 5 in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

b) Modalità esecutive

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

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

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

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette (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 ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati idonei mezzi compattatori in relazione alle caratteristiche dei luoghi in cui verrà realizzata la pavimentazione. La Direzione Lavori potrà, se lo riterrà opportuno, autorizzare anche il costipamento manuale.

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

ⁱ N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento

ⁱⁱ ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra

ⁱⁱⁱ AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100-x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. «Movimenti di terre», ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

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

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, fra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

Art. 45. Strato di sottofondazione stradale

La sottofondazione con funzione di strato drenante e anticapillare, avrà lo spessore di 50 cm, sarà costituita da una miscela di materiali granulari (ghiaia, ghiaietto, ghiaino) proveniente da materiale riciclato, ossia da scarti delle attività di costruzione e demolizione, tale da rispettare le prescrizioni della CNR UNI 10006-2002.

Il materiale dovrà avere granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 25% in peso e, comunque, con passante al setaccio 0.075 mm non superiore al 5%.

Il materiale dovrà avere plasticità nulla e risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, ecc.) e da resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato di bonifica con funzione drenante e anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche e determinazione dei limiti di *Atterberg*, da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m³ di materiale posto in opera.

Art. 46. Viabilità bianca

La viabilità vicinale di nuova realizzazione sarà costituita da uno strato di pietrisco 40/70, privo di materiale fino, e poggiante su apposito scavo di cassonetto formante un piano di posa privo di materie vegetali e livellato da costituire una superficie regolare.

Il pietrisco verrà costipato con adatto mezzo meccanico approvato dalla Direzione dei Lavori, il tutto per avere finito uno spessore minimo di 20-30 cm e comunque variabile sulla base dei disegni esecutivi e delle disposizioni impartite dalla D.L.

La viabilità vicinale esistente, oggetto di risanamento, sarà costituita mediante ricarica con uno strato di pietrisco 40/70, privo di materiale fino, e poggiante sul fondo stradale esistente precedentemente livellato da costituire una superficie regolare.

Art. 47. Pavimentazione viabilità bianca

La finitura superficiale delle viabilità vicinali sarà costituita da pietrisco e materiale d'aggregazione, assestati col rullo compressore e legati con acqua.

Sia il pietrisco che il materiale d'aggregazione devono provenire dalla frantumazione e vagliatura di rocce idonee. Il pietrisco deve essere costituito da elementi puliti, duri e durevoli, e deve essere privo di elementi piatti, sottili, allungati, teneri o alterati, e di particelle terrose o comunque dannose; la sua percentuale d'usura alla prova di Los Angeles non deve risultare superiore a 50 dopo 500 rivoluzioni. La granulometria del pietrisco e del materiale d'aggregazione viene così indicata dall'AASHO:

P_c = 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 35 mm, 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 di trattenuto al crivello da 25 mm).

Pietrisco:

- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 76 mm 100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 63 mm 90-100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 38 mm 25-60%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 19 mm 0-10%

Materiale d'aggregazione:

- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 10 mm 100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 0,42 (n.40) 85-100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 0,15 mm (n.100) 5-25%

Si prescrive per il pietrisco una resistenza a compressione di almeno 1.200 Kg/cm², un coefficiente *Deval* di almeno 12, e una granulometria assortita tra 25 e 71 mm o tra 40 e 71 mm.

Il pietrisco viene sparso uniformemente sul sottofondo accuratamente predisposto, in uno strato che al massimo deve avere l'altezza di 15 cm. Dopo il costipamento quest'altezza si riduce a 10 cm circa, per cui se lo strato di base deve risultare di 20 o 30 cm di spessore, occorre che la sua esecuzione venga fatta in due tempi.

Lo strato di pietrisco viene assestato con un rullo a tre ruote lisce, del peso di almeno 12 t.

La pressione esercitata dalle ruote posteriori del rullo non deve risultare inferiore ai 55-60 Kg per centimetro lineare di generatrice di contatto. La cilindratura va iniziata dai margini della carreggiata e proseguita verso il centro, in modo che ad ogni passata venga ricoperta anche una striscia larga almeno quanto metà di una ruota posteriore.

Durante la cilindratura il materiale sin dall'inizio viene bagnato con fini getti d'acqua a mezzo di carri botte o di lance. Quando lo strato si è sufficientemente assestato, sul pietrisco, a strati sottili, si comincia a spargere il materiale d'aggregazione, spingendolo negli interstizi a mezzo di scope.

Lo spargimento, la cilindratura e l'innaffiamento devono venire proseguiti sino a quando il materiale d'aggregazione e l'acqua formano una ganga in quantità tale da poter chiudere tutti i vani del pietrisco. La ganga che rifluisce deve essere di continuo distribuita sulla superficie a mezzo di spazzoloni mossi a mano. L'operazione deve ritenersi terminata quando tutta la superficie si presenta ben chiusa, coi singoli elementi di pietrisco bene accostati e fermi, e quando lo strato non cede più al passaggio del rullo.

Nell'Elenco Prezzi le singole voci componenti tale lavorazione sono compensate per metro cubo di materiale posto in opera reso compattato per cui gli spessori sopra riportati sono indicativi e possono essere variati di volta in volta sulla base delle disposizioni impartite dalla D.L..

Art. 48. Pali di fondazione

A. PALI BATTUTI GETTATI IN OPERA CON RIVESTIMENTO DEFINITIVO

Attrezzatura

L'infissione del rivestimento dovrà essere eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide fisse con perfetto allineamento verticale.

Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti. Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo:

- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

Il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'appaltatore, utilizzando le formule dinamiche oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, essendo noti le caratteristiche geometriche del palo, il materiale di costruzione e la portata limite richiesta dal progetto.

La massa battente del battipalo dovrà agire su un cuscino (cuffia o testa di battuta) di cui siano note le caratteristiche geometriche e di elasticità.

Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

- efficienza E del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzione);
- caratteristiche della cuffia (materiale e peso);
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

L'efficienza E dovrà essere sempre maggiore del 70%. Qualora richiesto dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà provvedere alla strumentazione del battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza E del battipalo.

Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio e di qualità, forma e spessore tali da sopportare tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno o all'infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento e la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di acqua all'interno per l'intera durata della battitura e oltre.

È ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino. È ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile con raccordi flangiati.

Mandrino

È prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. È ammesso l'impiego di mandrini a espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento. È ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura deve avvenire senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale. L'appaltatore deve comunicare alla direzione dei lavori il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già realizzati. È ammessa, se prevista dal progetto ovvero se approvata dalla direzione dei lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio, eseguendo dapprima la battitura in testa e prevedendo l'impiego del mandrino in seconda fase). Nel caso di utilizzo del mandrino, esso deve essere infilato nel rivestimento. Se previsto, il mandrino deve essere espanso e mantenuto del tutto solidale al tuboforma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto. L'inserimento del mandrino nel rivestimento deve essere eseguito, se necessario, con l'ausilio di un palo-pozzo di diametro superiore a quello dei pali di esercizio. Il palo-pozzo potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla direzione dei lavori, in funzione della sua ubicazione e delle sue caratteristiche. Si considererà raggiunto il rifiuto allorquando, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno avanzamenti non superiori a 10 cm per cento colpi di maglio. Per 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 corso della saldatura, deve essere mantenuto in posizione fissa da un'adeguata attrezzatura di sostegno. L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni: -raggiungimento della quota di progetto; -misurazione del rifiuto della battitura. In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori avrà facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.). L'appaltatore, previa comunicazione alla direzione dei lavori, potrà eseguire dei prefori di guida all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il preforo avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Il preforo potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

Armature

Le gabbie di armatura devono essere assemblate in stabilimento o a piè d'opera, in conformità ai disegni progettuali esecutivi e con le specifiche di questo capitolato. Esse saranno posizionate entro i rivestimenti, curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto. 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 superi il limite di 15 cm.

B. PALI BATTUTI GETTATI IN OPERA CON TUBO FORMA ESTRAIBILE

Attrezzatura

L'infissione del tubo-forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria. Per l'espulsione del fondello, posto a occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma, collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta. È ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo, con la sola esclusione di quanto non applicabile.

Armature

Valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Getto del calcestruzzo

Il getto di calcestruzzo avverrà secondo le modalità e le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo, con contemporanea estrazione e accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m. A questo scopo, ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere preceduta dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio. Lo scandaglio dovrà essere costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 kg, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

C. PALI VIBRO-INFISSI GETTATI IN OPERA CON TUBO FORMA PROVVISORIO

Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Infissione del tubo forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo forma e le modalità di infissione dello stesso, valgono le prescrizioni di per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile. L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo. La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso, la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile. Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo-forma e si darà luogo al getto, estraendo man mano, per vibrazione, il tubo-forma provvisorio. La vibrazione deve favorire l'assestamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm. L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

Controlli e documentazione

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti il palo, ovvero:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;
- tempo necessario per l'infissione;
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

D. PALI BATTUTI PREFABBRICATI

Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali può avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere. I pali prefabbricati in stabilimento dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato avente una resistenza caratteristica dopo stagionatura di $R_{ck} \geq 40$ MPa. Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti. I pali troncoconici avranno un diametro esterno rastremato di 1,5 cm per metro lineare e un diametro interno non superiore alla metà dell'esterno. I pali prefabbricati in cantiere invece saranno realizzati con calcestruzzo avente caratteristiche conformi alle prescrizioni per le opere in conglomerato cementizio fornite in questo capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido oppure a vapore. In ogni caso, i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture. Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite da uno o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate in gabbie e i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro. Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm e dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di due o più elementi. Il giunto dovrà essere costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire. Gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Protezione della punta

La punta dei pali dovrà essere protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60° , resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza e annegati nel calcestruzzo. In terreni poco compatti l'uso della puntazza potrà essere evitato. In terreni molto compatti invece la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua. In tal caso, la discesa del palo avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura. Le iniezioni d'acqua dovranno essere interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto esecutivo. Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori. Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, si potranno eseguire prefori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo. Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a $2/3$ della profondità di progetto. L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:

- arrivo alla quota di progetto;
- misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori ha facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

Il rifiuto si considererà raggiunto quando l'infissione corrispondente a dieci colpi di battipalo efficiente risulta inferiore a 2,5 cm.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione valgono le prescrizioni fornite per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

E. PALI TRIVELLATI CON FANGHI BENTONITICI

Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e alla consistenza dei terreni da scavare. Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni

ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché in relazione alle dimensioni (diametro e lunghezza) dei pali da eseguire.

Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

Perforazione

Se necessario, 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 plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione. La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto. Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket). Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi: -eiettore (air lifting); -pompa sommersa per fanghi; -pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immorsamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello, possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare. L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori. Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia. Il tubo sarà provvisto all'estremità superiore di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 m³ e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm, si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia. Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti. Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m. Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura). All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo. È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m³/ora. Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

Controlli e documentazione

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito a una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

F. PALI TRIVELLATI CON RIVESTIMENTO PROVVISORIO

Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

ESCAVATORI

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

MORSA MUOVI-COLONNA

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

VIBROMORSA

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

UTENSILE DI SCAVO

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello a elevata energia demolitrice.

Tubi-forma

La tubazione sarà 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 imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento. Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

G. PALI TRIVELLATI A ELICA CONTINUA

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

Attrezzature

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. L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella a 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 avvitemento. 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 dei lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Armatura

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 di cui al punto seguente.

Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere 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. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata a una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari a 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.

Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di 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 esecutivo, l'appaltatore dovrà

procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

H. PALI CON MORSA GIRACOLONNA

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 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 dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici. La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro. In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche a utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento a opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

I. MICROPALI

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà 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 direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

1. Micropali a iniezioni multiple selettive

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

- perforazione;
- allestimento del micropalo; -iniezione;
- controlli e documentazione.

Perforazione

La perforazione deve essere eseguita con sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo. 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: ≥ 10 m³/min;
- pressione: 8 bar.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione, si deve provvedere 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.

Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione. Dopo tali operazioni, si deve procedere immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina). La messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezione.

Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita utilizzando un'idonea miscela cementizia, in due o più fasi, di seguito descritte:

-formazione della guaina: 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 all'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;

-iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati: trascorso un periodo di 12-24 ore dalla formazione della guaina, si deve procedere all'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 a ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezioni si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione deve essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min e comunque con valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il volume teorico del foro e comunque conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. 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 di armatura;

-caratteristiche degli iniettori: per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

-pressione massima di iniezione: ≈ 100 bar;

-portata massima: ≈ 2 m³ ora;

-numero massimo pistonate/minuto: ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

-numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento a una planimetria);

-lunghezza della perforazione;

-modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;

-caratteristiche dell'armatura;

-volume dell'iniezione di guaina;

-tabelle delle iniezioni selettive indicanti, per ogni valvola e per ogni fase:

-data;

-pressioni di apertura;

-volumi di assorbimento;

-pressioni raggiunte.

-caratteristiche della miscela utilizzata:

-composizione;

-peso specifico;

-viscosità Marsh;

-rendimento volumetrico o decantazione;

-dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

2. Micropali a semplice cementazione

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

-perforazione;

-allestimento del micropalo;

-cementazione;

-controlli e documentazione.

Perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui all'articolo precedente.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui all'articolo precedente, si provvederà a inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

Cementazione

La cementazione può avvenire per:

-riempimento a gravità: 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 il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorrere a 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; -riempimento a bassa pressione: 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 un'idonea testa a tenuta, alla quale si invierà aria in pressione ($0,5 \div 0,6$ 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 fatturazione idraulica degli strati superficiali.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento a una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume della miscela o della malta;
- caratteristiche della miscela o della malta.

Tolleranze ammissibili

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm;
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico: $\pm 2\%$;
- lunghezza: ± 15 cm;
- diametro finito: $\pm 5\%$;
- quota testa micropalo: ± 5 cm.

Art. 49. Prove di carico sui pali di fondazione

A. PROVE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- 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.

Tali prove devono essere spinte a un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

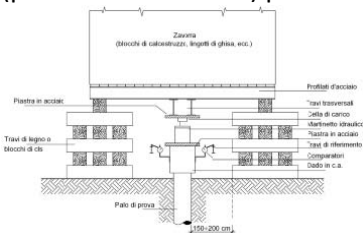
In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500. Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto, se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali. Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

B. PREPARAZIONE DEI PALI DA SOTTOPORRE A PROVA

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico. L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato. Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.



Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato

C. PROVE DI CARICO VERTICALI

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati. La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni. I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi. La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi: - carico/cedimento; - tempo/carico; - tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

Verbale di prova di carico su palo di fondazione

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;

- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

Art. 50. Controlli d'integrità dei pali di fondazione

Criteria generali

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

Prove di eco sonico

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che deve essere impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.). Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) e a pali trivellati in terreni coerenti. La prova consiste nel sollecitare la testa del palo - resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone - con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco. La lunghezza del palo oggetto di controllo o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo stesso, è determinata dalla relazione:

$2L = t \cdot V$ dove L = lunghezza del palo V = velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo t = tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al palo.

Prova di ammettenza meccanica verticale

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.), il vincolo d'interfaccia laterale e il grado di incastro alla base, nonché la rigidità elastica del sistema palo terreno. La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe essere libera e accessibile.

Metodo Cross-hole

Per l'esecuzione del controllo cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35÷42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo. Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico. Con metodo cross-hole è possibile indagare soltanto la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde. Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio deve 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 devono

essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione devono 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 e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali. Al termine del carotaggio, si deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto della direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione. 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'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

Art. 51. Recinzioni

Le recinzioni saranno costituite come da disegno e ove non specificato da rete metallica zincata e plastificata alta 2.0 m. e del peso non inferiore a 2 kg/m², montata su pali metallici zincati a T (sezione mm 35x35x5,5) aventi interasse di m. 2.5 e dotati di saette di controvento zincate ad U (sez. mm 25x12x4) ad interasse di 25 m e in corrispondenza di angoli o cambiamenti di direzione.

I montanti verranno alloggiati in appositi blocchi di base delle dimensioni minime di m 0,3x0,3x0,5 realizzati in conglomerato cementizio, lo stesso dicasi per l'alloggiamento delle saette di controvento.

Art. 52. Cancelli metallici

I cancelli metallici hanno larghezza utile minima di m 4 ed altezza di m 2 e saranno realizzati in profilati metallici saldati e poi zincati a caldo, a doppia anta e del peso non inferiore a 300 kg cadauno cancello.

Il materiale avrà caratteristiche minime tipo Feb 360 e sarà trattato, oltre la zincatura, con una mano di aggrappante e due mani di colore verde RAL 6003.

Il peso di ogni singolo cancello, compresi i montanti, non dovrà essere inferiore a 300 kg, l'apertura sarà del tipo a doppia anta con serratura tipo yale.

I disegni con la proposta realizzativa dei cancelli e le specifiche del materiale utilizzato dovranno essere sottoposte alla D.L. per la preventiva approvazione prima della realizzazione dei medesimi.

Il cancello verrà sorretto da due montanti metallici laterali fondati su apposita trave di collegamento in cls delle dimensioni minime di cm. 50x50 della lunghezza di m. 5 armata con 4 Ø 16 correnti e staffe Ø 8/30 posata su magrone di cls dello spessore non inferiore a cm. 10.

I montanti saranno ancorati con tirafondi in modo da poter procedere al loro smontaggio senza dover demolire la trave di fondazione.

La battuta inferiore del cancello, realizzata con profilato ad L, verrà appoggiata su detta trave.

Art. 53. Demolizioni e rimozioni

Nelle demolizioni e rimozioni l'Impresa deve adottare tutte le precauzioni necessarie per salvaguardare le opere circostanti.

Qualora, per mancanza delle necessarie precauzioni, venissero oltrepassati i limiti delle demolizioni prescritte, le parti indebitamente distrutte dovranno essere ricostruite e rimesse in pristino a cura e spese dell'Appaltatore.

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

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui dall'art.71 all'art.76 del D.P.R. gennaio 1956 n.164 con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione la Stazione appaltante.

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

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

Modalità esecutive

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

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

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

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

Per quanto riguarda le demolizioni, saranno considerati calcestruzzi armati conglomerati con armatura superiore a 300 N/m^3 (30 kgf/m^3).

Art. 54. Tracciamenti

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc., sottoponendolo alla Direzione dei Lavori per il controllo; soltanto dopo l'assenso di questa potrà darsi inizio alle opere relative.

L'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla dimensione delle opere, alla inclinazione delle scarpate, ecc.. A suo tempo l'Impresa dovrà pure installare, le modine necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e ripristinando quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Quantunque i tracciamenti siano verificati dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa tutte le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Prima di dare inizio ai lavori oggetto del presente appalto, l'Impresa appaltatrice deve altresì procedere a sua cura e spese alla posa di capisaldi, oltre quelli eventualmente già fissati, e procedere inoltre al loro collegamento con la rete topografica esistente. I singoli punti del tracciato di tutte le opere dovranno essere fissati chiaramente sul terreno ed essere facilmente rintracciabili.

I capisaldi fondamentali dovranno essere collocati con speciale cura in zone di rispetto di sicura ed assoluta stabilità in quanto essi serviranno ai necessari riscontri in fase di costruzione delle opere e successivamente saranno utilizzati per il controllo della stabilità delle opere stesse anche a lavori ultimati.

Per il controllo dei detti capisaldi e di altri che la Direzione dei Lavori dovesse prescrivere, nonché per il controllo delle poligonali e triangolazioni di rilievo, l'Impresa dovrà procedere a ripetute operazioni ed a livellazioni di precisione. Tali elementi di rilievo ed i tracciati delle opere saranno verificati dalla Direzione dei Lavori, pur restando

all'Impresa la responsabilità della loro esattezza.

Per le operazioni di verifica che la Direzione dei Lavori riterrà opportuno l'Impresa sarà obbligata a mettere a disposizione i necessari strumenti topografici di precisione, materiali e personale, senza corrispettivo di alcun compenso.

Dovrà curare inoltre che il funzionamento del cantiere non intralci in alcun modo lo svolgimento delle operazioni suddette.

L'Appaltatore è inoltre responsabile della esatta conservazione in sito dei capisaldi e punti di tracciato restando obbligato al ripristino, a totale suo carico, nel caso di qualsiasi spostamento od asportazione degli elementi che li individuano; essa sarà poi responsabile di qualsiasi conseguenza che possa comunque derivare da manomissione di detti capisaldi e da qualsiasi negligenza nella osservanza degli obblighi sopra specificati.

Art. 55. Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e veicolare sulle strade interessate dai lavori secondo quanto previsto nel piano di sicurezza allegato al progetto ed aggiornato sulla base delle indicazioni del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica per l'eventuale deviazione del traffico ed alla sua sorveglianza, secondo quanto imposto da norme di Legge e/o in ottemperanza di disposizioni delle Autorità competenti.

In ogni caso, a cura e spese dell'Appaltatore, dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'ininterrotto esercizio dei cavi, delle condutture e dei sottoservizi di qualsiasi genere interessate dai lavori.

Gli scavi saranno effettuati anche per tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti.

L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterrati avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa in opera di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'Impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti.

Dovrà inoltre provvedere in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

L'Impresa è tenuta a sue cure e spese a richiedere i permessi occorrenti per l'occupazione di aree pubbliche alle Autorità competenti.

Art. 56. Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio precompresso per strutture e pareti perimetrali

1. Normativa di riferimento

- Legge 5.11.1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2.2.1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. LL.PP. 27.7.1985, n. 37: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. 31 ottobre 1986, n. 27996 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 12.2.1982: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982, n. 22631 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 24.1.1986: "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 3.12.1987: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6: "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" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n. 21597 contenente le istruzioni relative.

- Circolare n. 1422 del 6.2.1965 del Ministero Lavori Pubblici Istruzioni per il rilascio della dichiarazione di idoneità tecnica di sistemi costruttivi e strutture portanti prevista negli artt. 1 e 2 della legge 5 novembre 1964, n. 1224, con particolare riferimento alle strutture prefabbricate.
- Circ. Min. LLPP 14 febbraio 1974 n. 11951. Applicazione delle norme sul cemento armato in riferimento alla legge 5.11.71 n. 1086.
- Circ. Min. LLPP 9 gennaio 1980 n. 20049. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.
- Circ. Min. LLPP 30 giugno 1980 n. 20244. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circ. Min. LLPP 24 maggio 1982 n. 22631 Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni.
- Norme Tecniche CNR - 14 dicembre 1983 n. 10025/84 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.
- Norme Tecniche CNR, n. 10012/85 Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni.
- Circ. Min. LLPP 31 ottobre 1986 n. 27996. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 27.7.85.
- Circ. Min. LLPP 1 settembre 1987 n. 29010. "Legge 5.11.71 n. 1086 - D.M. 27.7.85" Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.
- Circ. Min. LLPP 16 marzo 1989 n. 31104. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 14 febbraio 1992. Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione, delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

2. Definizioni

Quanto contenuto nel presente Paragrafo si riferisce a manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, costruiti in stabilimento (in serie "dichiarata" o serie "controllata") o a piè d'opera.

3. Generalità

▪ Analisi strutturale

Le verifiche si applicano sia alla struttura presa nel suo insieme che a ciascuno dei suoi elementi costruttivi; esse debbono essere soddisfatte sia durante l'esercizio sia nelle diverse fasi di produzione, stoccaggio, trasporto e montaggio.

La profondità dell'appoggio deve essere tale da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno.

4. Tolleranze

Si individuano due gruppi di tolleranze:

- la tolleranza di produzione;
- la tolleranza di montaggio.

I limiti di tolleranza devono essere chiaramente indicati in funzione del tipo di struttura e delle caratteristiche tecniche di fabbricazione.

5. Casseforme

Le casseforme devono garantire la rispondenza alle tolleranze dimensionali del progetto.

6. Maturazioni

Per la maturazione di tipo artificiale e/o naturale si devono eseguire particolari controlli sulla resistenza dei manufatti. A tutti gli elementi di serie omogenee deve venire applicato un ciclo di maturazione e di disarmo tale da garantire l'ottenimento delle caratteristiche prefissate.

7. Stoccaggio

Le aree di stoccaggio devono essere organizzate in modo da non assoggettare gli elementi a sollecitazioni parassite. La permanenza in stoccaggio, se necessaria, dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo al trasporto.

8. Trasporto

Non può essere effettuato il trasporto finché la stagionatura dell'elemento non assicuri il raggiungimento delle caratteristiche di resistenza richieste in relazione alla modalità del trasporto stesso.

L'elemento deve posare sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.

9. Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di appoggio dell'elemento prefabbricato, devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso.

10. Posizionamento

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti.

11. Sigillature

Sono previste sigillature tra i pannelli prefabbricati, e tra pannelli ed altre strutture con mastice non essiccante e non corrosivo a base di *tiokol*, per giunti orizzontali, verticali, inclinati o curvi. In opera il mastice (tipo *polevomastic*, o simili) deve sopportare allungamenti, in senso trasversale, fino al 30%, senza rotture e senza perdere le proprie qualità adesive, essere inattaccabile dai solventi, acidi diluiti, oli minerali e vegetali, acqua e luce solare, mantenere le proprie caratteristiche entro una escursione termica da -50 a +100 gradi centigradi e non espandersi.

12. Controllo e collaudi

I controlli sui materiali dovranno essere in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

I manufatti prodotti in serie dovranno essere conformi alle caratteristiche geometriche e dimensionali indicate nella documentazione depositata presso il Ministero dei Lavori Pubblici, ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Fermo restando il disposto delle norme tecniche sulle opere in c.a., c.a.p. e acciaio relative al collaudo statico, su strutture prefabbricate già assemblate e poste in opera si devono eseguire opportune indagini atte a verificare la rispondenza dell'opera ai requisiti di progetto.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, dovranno accertare il comportamento statico dei prefabbricati nel complesso strutturale.

13. Caratteristiche dei materiali costituenti le strutture prefabbricate in c.a.

▪ *Calcestruzzo*

Manufatti prodotti in stabilimento in cemento armato normale vibrato.

Rck \geq 400

Manufatti prodotti in stabilimento in cemento armato precompresso.

Rck \geq 500

▪ *Acciaio per armatura lenta*

Feb44 k di tensione ammissibile 2600 Kg/cm² nel rispetto del prospetto 2 del D.M. 14.2.92.

▪ *Acciaio armonico per cemento armato precompresso.*

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.

Durante l'allestimento dei cavi di acciaio non dovranno essere piegati; i fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante.

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

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 mm 6, avvolta intorno ad ogni cavo, con passo di 80÷100 cm.

Le filettature delle barre dovranno essere protette 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.

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al punto 2.2.8.2 della parte 1ª del D.M. 27 Luglio 1985.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE saranno considerati appartenenti alla categoria degli acciai controllati in stabilimento, purché l'azienda produttrice abbia depositato presso il Ministero dei LL.PP. idonea certificazione riconosciuta con decreto dello stesso Ministero sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP. (D.M. 27 Luglio 1985).

14. Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in cemento 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 fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua o ottenuta da una miscela di cemento, additivi ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas aggressivi.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di Legge (D.MM. 1.4.1983), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.:

- la fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni impasto all'uscita delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata (± 3 secondi, nel tempo di scolo del cono, purché non si scenda al di sotto dei 15 secondi). 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;
- è richiesto l'uso di acqua potabile per l'impasto, in ragione del 30%-38% in peso rispetto al peso dei materiali solidi;
- l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità. È proibito l'impasto a mano; il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di *Marsh* modificato;
- la ritenzione di acqua a cinque minuti dall'impasto dovrà essere superiore al 90% (norma ASTM C 91);
- l'essudazione non dovrà essere superiore all'0,2% del volume;
- il ritiro dovrà essere assente almeno di 400 micron di lunghezza a due giorni (Norma UNI 8147);
- il tempo d'inizio non dovrà essere inferiore a tre ore (a trenta gradi centigradi);
- è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Egualmente 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 ore;
- l'iniezione dovrà avere carattere di continuità, e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a cause di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio;
- è preferibile l'impiego di cemento tipo 325 (usando il 425 solo per gli impieghi in inverno).
 - *Misura della fluidità con cono di March modificato*

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere la forma e le dimensioni che seguono: cono con diametro di base 15,5 cm altezza 29 cm; ugello cilindrico diametro interno 1,0 cm, altezza 6 cm, riempimento fino al 1 cm dal bordo superiore. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo del contenuto del cono, diviso per due.

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo sarà compreso tra 15 e 25 s subito dopo l'impasto e tra 25 e 35 s a 30 minuti dall'impasto (operando alla temperatura di 20°C).

- *Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding)*

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, diametro cm 6, riempita con 6 cm di boiaccia). 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.

ESTRATTO DAL D.M. 1.4.1983 (PUNTI 6.2.4.2.1/2/3/4); OMISSIS

La resistenza a trazione per flessione a 8 giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm² [40 KGF cm²].

- a) dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi;

- b) immediatamente prima della iniezione di malta, i cavi saranno puliti;
- c) l'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni la pompa deve avere capacità sufficiente perché i cavi di diametro inferiore a 10 cm. La velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 10 atm;
- d) la pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrapposizioni;
- e) non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- f) quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto;
- g) per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore;
- h) la malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quello della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 5 atm fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto;
- i) la connessione fra ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo e tale che non possa aversi entrata d'aria;
- l) appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta se necessario.

▪ *Operazione di iniezione*

- a) dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. E' essenziale che l'impasto sia esente da grumi;
- b) immediatamente prima della iniezione di malta, i cavi saranno puliti;
- c) l'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a cm 10 la velocità della malta sia compresa fra m 6 e m 12 al minuto, senza che la pressione superi 10 bar;
- d) la pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni;
- e) non e' ammessa l'iniezione con aria compressa;
- f) quando possibile 1^a iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto;
- g) per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore;
- h) la malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 5 bar fintanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto,
- i) la connessione fra ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria;
- l) appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta se necessario.

▪ *Condotti*

- a) I punti di fissaggio dei condotti debbono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante;
- b) ad evitare sacche di aria dovranno essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo;
- c) i condotti debbono avere forma regolare, preferibilmente circolare.

La loro sezione deve risultare maggiore di:

$$A_0 = 2 \cdot \sum_1^N A_i$$

in cui A_i è l'area del singolo filo o treccia, trefolo o barra ed N il loro numero; in ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm².

- d) si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

▪ *Iniezioni*

Fino al momento della iniezione nei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossigenazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione salvo casi eccezionali di ritaratura nei quali debbono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5 gradi centigradi nelle 48 ore seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui si sia accertata la non aggressività, contenete dal 6 al 10% di aria occlusa.

Se si prevede gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura, e mantenerla calda per almeno 48 ore in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5 gradi centigradi.

Dopo il periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi dal ghiaccio o brina. É vietato il lavaggio a vapore.

Art. 57. Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di mm 6 e del peso non inferiore a Kg/m^2 3,00. Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spessore dovrà essere non inferiore a cm 7 e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piaalla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a kg/m^3 500 di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Nell'appalto è compreso e compensato anche l'onere di sigillature dei giunti da eseguirsi con bitume a caldo e sabbia per la profondità di almeno 5 cm.

Art. 58. Opere metalliche e lavori in ferro

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensione, secondo i disegni in progetto e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, con particolare attenzione nelle saldature.

I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, ecc., dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere finiti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezioni o inizio d'imperfezioni.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi e a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo Ella responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita la zincatura e, dove richiesto, la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

Art. 59. Opere a verde

Le piante fornite in cantiere potranno essere poste in opera solo dopo che siano stati riconosciuti dalla Direzione dei Lavori di buona qualità, in relazione alla natura del loro impiego.

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

Art. 60. Formazione tappeto verde

1. Movimento e sistemazione delle terre

Secondo quanto ordinato in fase esecutiva dalla Direzione Lavori, l'intera area e parti di essa potranno essere ricaricate con terreno vegetale che dovrà provenire da un primo scoticamento di terreno agrario in coltivazione per uno spessore di circa 30 cm, privo di sostanze inerti, pietre e radici; tale terreno sarà steso secondo le quote indicate dalla Direzione Lavori e non dovrà essere compresso da ruote o cingoli di mezzi semoventi. Il primo spianamento e gli eventuali movimenti di terra dovranno essere completati dallo spostamento, anche a mezzo di carriole, di quelle quantità di terra indispensabili per dare al terreno le quote e le sagome desiderate, curando una certa uniformità nelle pendenze, in modo da non permettere ristagni d'acqua. Tali operazioni devono intendersi tutte comprese nell'articolo dell'elenco prezzi relativo alla "Stesa e modellazione di terra di coltura". A impianto ultimato si livella e si dissoda il terreno. Sono inoltre da eliminare i sassi e i rifiuti vari sopra i 3 cm. Di diametro, le parti di piante difficilmente degradabili e le infestanti perenni. Le conche di irrigazione devono rimanere intatte

2. Aratura, fresatura e formazione di tappeto verde

Qualora le condizioni del terreno lo richiedano e se ordinato dalla D.L., in primo luogo si procederà all'eventuale spargimento di stallatico, torba o altro materiale adatto, onde migliorare la struttura e la qualità del terreno (materiali forniti a parte e disposti a piccoli mucchi ben distribuiti nell'area interessata dai lavori) allo scasso in

profondità, cioè il terreno dovrà essere lavorato fino ad una profondità di almeno 30 cm mediante aratura; si provvederà quindi, sempre se ritenuto necessario dalla D.L., ad uno spietramento grossolano che può essere eseguito a mano o a macchina (tali operazioni devono intendersi tutte comprese negli articoli dell'elenco prezzi relativi alla "Aratura o vangatura meccanica del terreno").

Si procederà quindi alla fornitura e spargimento, nella quantità di 100 g/m² di concime organico- minerale e ad un'accurata fresatura effettuata con almeno due passaggi incrociati, spinta fino ad una profondità di almeno cm 15, che avrà la funzione di sminuzzare finemente le zolle e di mescolare il concime allo strato superficiale di terra.

Dopo la fresatura si completerà l'operazione colturale con una minuziosa rastrellatura per perfezionare il livellamento del terreno, sbriciolando le zolle ed eliminando al massimo anche le piccole pietre e gli altri elementi estranei.

La semina per la formazione del tappeto verde, deve essere effettuata con un buon miscuglio di graminacee, studiato nelle specie e percentuali con la D.L., in relazione al luogo e all'esposizione del terreno.

La quantità di seme occorrente sarà di g. 25÷35 per metro quadrato di superficie per i prati di parchi, giardini ed aree verdi, aiuole stradali; l'operazione di semina deve essere eseguita a spaglio, a mano o con seminatrice, in condizioni di bel tempo e con grande accuratezza, per avere una distribuzione il più possibile uniforme, ma con intensità maggiore sui bordi.

Effettuata la semina, bisogna procedere ad una leggera copertura del seme, che può essere ottenuta a mano con il rastrello, o a macchina con erpici molto leggeri; seguirà poi una leggera rullatura o battitura a rovescio di badile; onde accostare la terra al seme e favorire la risalita dell'umidità dagli strati sottostanti; necessita, infine, praticare un'innaffiatura con getto polverizzato, onde eviterà il formarsi della crosta superficiale che potrebbe compromettere l'uniformità della germinazione. Non appena l'erba avrà raggiunto l'altezza di 8-12 cm. deve essere effettuato il primo taglio con una tosatrice meccanica a lame rotanti ben affilate, ad un'altezza non inferiore a 4-5 cm; l'erba così tagliata va raccolta con una semplice rastrellatura ed asportata; tali operazioni termineranno con una leggera rullatura, che favorirà con il taglio l'accestimento delle graminacee (tali operazioni sono tutte comprese negli articoli dell'elenco prezzi relativi alla "Formazione di tappeto erboso, compresi fresatura o lavorazione similare del terreno...").

Localizzazioni di progetto, quantità, esecuzioni speciali e verifiche: come nel disciplinare tecnico-prestazionale e negli elaborati grafici e descrittivi, analisi e prezziari contrattuali e ulteriori disposizioni della D.L.

Art. 61. Semina

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venire erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella alla pagina seguente.

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievo di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera 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 venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume 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 e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi,

concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

È compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento 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'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

Art. 62. Opere successive all'impianto: Manutenzione totale per garanzia di attecchimento

Manutenzione totale e garanzia di attecchimento delle specie poste a dimora o seminate compresa la sostituzione delle piante non vegete, in modo da consegnare, alla fine del periodo di garanzia (due stagioni vegetative), tutte le piante costituenti l'impianto, in buone condizioni vegetative.

Art. 63. Irrigazione tramite autobotte

Con connessione ai punti di distribuzione della rete di irrigazione drenante predisposta con la messa a dimora, compreso garanzia di attecchimento della durata di due anni, di arbusti alberie cespugli a macchie o a siepe, compresa l'eventuale apertura e la chiusura della formella, con volumi minimi di adacquamento di l 40/m². L'approvvigionamento dell'acqua è a carico del committente con punto di rifornimento entro il raggio di 3 km, per parchi e giardini, n.2 irrigazioni annuali, oltre la prima compresa all'impianto, per due anni.

Art. 64. Segnaletica verticale

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione, dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

a) Pellicole

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

- Disciplinare Tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31.3.1995.
- Certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UN1 EN 9000, ai produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

- Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.
- Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.
- I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.
- In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare D.M. 31.03.95 solo in un regime di sperimentazione autorizzata.
- Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.A. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei Trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;
- Laboratorio prove materiali della Società Autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri Stati membri della Comunità Europea;
- Altri laboratori accreditati SINAL per le prove previste dal disciplinare tecnico 31/3/1995.

I produttori delle pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, o le persone giuridiche o loro legali rappresentanti, per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualità presso il laboratorio prescelto, dovranno allegare alla domanda una dichiarazione autenticata che i campioni consegnati per le prove derivano da materiale di loro ordinaria produzione dovrà accertarsi della esistenza e regolarità della dichiarazione e allegarne copia al certificato di conformità delle pellicole retroriflettenti di cui costituiscono parte integrante.

I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformità delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada. Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Il Ministero dei lavori pubblici - Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale - ha la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero dei Lavori Pubblici provvederà a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

Definizioni

- *Pellicola di classe 1*

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere, requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

- *Pellicola di classe 2*

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III deve mantenere almeno '80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

- *Pellicole sperimentali*

Come punto 3.2, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale).

- *Pellicole retroriflettenti*

Le pellicole retroriflettenti da usare per la realizzazione dei lavori oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Min.LL.PP del 31.03.1995 e dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli siti di tutte le prove prescritte dal suddetto Disciplinare.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di classe 1 e 2) sia effettivamente integrato con la struttura del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

- *Pellicola di classe 2 speciale grandangolare*

Ad altissima risposta luminosa con durata 10 anni, munita di certificazione per la classe 2, ma avente caratteristiche prestazionali superiori alla pellicola di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M.31.03.1995.

Detta pellicola retroriflettente deve possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, come riportato nella seguente tabella che evidenzia le caratteristiche fotometriche delle stesse:

	ANGOLO DIVERG.	ANGOLO ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°		80	65	20	10	4
	30°		50	40	13	5	2,5
	40°		15	13	5	2	1
1,5°	5°		20	16	5	2,5	1
	30°		10	8	2,5	1	0,5
	40°		5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova rilasciato da un istituto riconosciuto e previsto dal D.M. 31.03.1995 attestante che la pellicola retroriflettente rispetta i valori riportati nella suddetta tabella, deve essere fornito dalla sola ditta aggiudicataria.

Potrà essere richiesto che tale pellicola sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitarne la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 15° (venti gradi).

La misurazione si intende effettuata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "KRUS" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°C.

In tal caso le caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

- *Pellicole stampate*

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente ai precedenti paragrafi.

- *Pellicole di tipo A*

Pellicole retroriflettenti termoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

- *Pellicole di tipo B*

Pellicole retroriflettenti autoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

- *Limite colorimetrico*

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

- *Fattore di luminanza*

Rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

- *Coefficiente areico di intensità luminosa*

Quoziente che si ottiene dividendo l'intensità luminosa (I) del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E_i) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

1

Simbolo: $R' = \frac{I}{E_i \times A}$

(E₁) x A

Unità di misura: cd/ lux x m²

- *Angolo di divergenza*

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

- *Angolo di illuminazione*

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

b) Caratteristiche colorimetriche fotometriche e metodologie di misura

Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

- *Prescrizioni*

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nei diagrammi colorimetrici standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

TAB. I – Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2.

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)					Fattore di luminanza minimo ----- PELLICOLE
	1	2	3	4	CL. 1	CL.2
<i>BIANCO</i> X Y	0.350 0.360	0.300 0.310	0.285 0.325	0.335 0.375	≥ 0.35	≥ 0.27
<i>GIALLO</i> X Y	0.545 0.454	0.487 0.423	0.427 0.483	0.465 0.534	≥ 0.27	≥ 0.16
<i>ROSSO</i> X Y	0.690 0.310	0.595 0.315	0.569 0.341	0.655 0.345	≥ 0.03	
<i>VERDE</i> X Y	0.007 0.703	0.248 0.409	0.177 0.362	0.026 0.366	≥ 0.03	
<i>BLU</i> X Y	0.078 0.171	0.150 0.220	0.210 0.160	0.137 0.038	≥ 0.01	
<i>ARANC.</i> X Y	0.610 0.390	0.535 0.375	0.506 0.404	0.570 0.429	≥ 0.15	
<i>MARR.</i> X Y	0.455 0.397	0.523 0.492	0.479 0.373	0.588 0.394	$0.03 \leq B \leq 0.09$	
<i>GRIGIO</i> X Y	0.350 0.360	0.300 0.310	0.285 0.325	0.335 0.375	$0.12 \leq B < 0.18$	
<i>NERO</i> X Y					≤ 0.03	

• *Metodologia di prova*

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA

• *Prescrizioni*

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tab. III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

TAB. II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/ -1 m/ -2)						
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	70	50	14.5	9	4	25	1.0
	30°	30	22	6	3.5	1.7	10	0.3
	40°	10	7	2	1.5	0.5	2.2	0.1
20'	5°	50	35	10	7	2	20	0.6
	30°	24	16	4	3	1	8	0.2
	40°	9	6	1.8	1.2	0.1	2.2	0.1
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.1	1.2	0.1
	30°	2.5	1.5	0.5	0.3	0.1	0.5	0.1
	40°	1.5	1.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1

TAB. III - Pellicole di Classe 2 a normale risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/ -1 m/ -2)						
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	250	170	45	45	20	100	12
	30°	150	100	25	25	11	60	8.5
	40°	110	70	15	12	8	29	5
20'	5°	180	120	25	21	14	65	8
	30°	100	70	14	12	8	40	5
	40°	95	60	13	11	7	20	3
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.2	1.5	0.2
	30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.1	1.0	0.1
	40°	1.5	1.0	0.3	0.2	0.1	1.0	0.1

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella III.

• *Condizioni di prova*

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A(2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione $d/2$;
- la misura dell'illuminamento E/i in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: $= E_r \cdot d$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove come sopra specificato

Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova

Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 ± 2 gradi C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa.

Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

Spessore, incluso l'adesivo

• Prescrizioni

Classe 1 non superiore a mm. 0,25

Classe 2 non superiore a mm. 0,30

• Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro.

La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

Adesività

• Prescrizioni

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

• Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm. 20x40.

Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

Flessibilità

• Prescrizioni

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

• Metodologie di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

• Prescrizioni

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi).

Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

• *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova.

L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al punto 5.1. i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A": esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;
- ciclo di prova: 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;
- sorgente luminosa: lampada allo xenon da 6500 W;
- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;
- irraggiamento sul campione: controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;
- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni:
- 63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);
- umidità relativa: 65 +/- 5%;
- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate al punto 5.5.1. con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III.

Resistenza alla nebbia salina

• *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

• *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 90x120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 +/- 2 gradi C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza all'impatto

- *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

- *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100.

Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

Resistenza al calore

- *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;

- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

- *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm.15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3° per 24 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza al freddo

- *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe I;

80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Resistenza ai carburanti

- *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;

- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

- *Metodologia di prova*

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60x120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isottano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

- *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

- *Metodologie di prova*

La prova si esegue come indicato al punto 5.10.2 utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio.

Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Caratteristiche del contrassegno di individuazione

- *Prescrizioni*

Il contrassegno di individuazione di cui al capitolo 5 deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

- *Metodologie di prova*

- *Verifica della inasportabilità*

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola. 5.12.2.2 Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione.

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico. Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

- *Verifica della durata*

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, di cui al paragrafo 5.5., il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

Individuazione delle pellicole retroriflettenti

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e della spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

- *Rinforzo perimetrale*

Ogni segnale dovrà essere rinforzata lungo il suo perimetro da una bardatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5.

- *Traverse di rinforzo e di collegamento*

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- *Traverse intelaiature*

Dove necessario sono prescritte per, cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacchi a morsetta per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per, singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni. La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

- *Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni*

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

▪ *Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)*

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salmi protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fonda e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutra con speciale smalto sintetica.

ATTACCHI

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

SOSTEGNI A PORTALE

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavallette saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiega e la superficie di targhe da installare.

E' a carico dell'impresa inoltre ogni altro onere per la preventiva presentazione alla D.L. della relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, nonché dal computo del peso teorico che dovrà trovare riscontro con gli accertamenti che saranno effettuati dalla D.L. per la determinazione del peso effettivo.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura. La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritta, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad apposti tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di cm. 550.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

FONDAZIONI E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposita basamento delle dimensioni minime di cm. 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosata a quintali 2,5 di cemento tipa 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentata per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusiva carica e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

SEGNALETICA COMPLEMENTARE

▪ Occhi di gatto

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente della stessa colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento Art. 153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN 1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colori

- colore:

a) colore dell'insero rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;

b) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;

- certificato relativo alle prove di impatto;

- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;

- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;

- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediata annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse dell'Amministrazione.

Art. 65. Segnaletica orizzontale permanente

MATERIALI PREFORMATI RETRORIFLETTENTI

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'Art.40 del D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'Art. 137 all'Art.155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16.9.1996.

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alta potere antisdrucchiolo e di microsferine in vetro "TIPO A" o in ceramica "TIPO B e C" (o equivalente) con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsferine, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autoadesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

TIPO A (fasce di arresto, zebraure, scritte)

- *Antisdrucchiolo*

Il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 60 SRT (*British Portable Skid Resistance Tester*).

- *Rifrangenza*

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza nei quali la luminanza specifica (SL) è espressa in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

L'angolo di osservazione sarà di 2,29° e l'angolo di incidenza sarà di 1,29°.

Per colore bianco mcd/lux/mq = 500

- *Spessore*

Una volta applicato non potrà sporgere più di 3 mm dal piano viabile.

- *Microsfere*

Le microsferine in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrangenza uguale o superiore a 1,9

- *Composizione*

I laminati dovranno avere nella parte superiore uno strato di resina poliuretanicale tale da assicurare un durevole ancoraggio delle microsferine in vetro e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere tale da assicurare una elevata resistenza alla spina torsionale che può essere esercitata dai veicoli in curva.

La Ditta produttrice del suddetto materiale dovrà essere in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

GARANZIE SUI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI

Ai sensi dell'Art. 14 lettera E del D.Lgs 358/2 così come espresso dal D.P.R. 573/94 e della circolare Ministero LL.PP. 16-5- 1997 n.2353 per garantire le caratteristiche richieste dal presente Capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato attestante che il preformato retrorifrangente è prodotto da Azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000
- certificato comprovante il valore di rifrangenza
- certificato comprovante il valore di antiscivolosità

Art. 66. Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti:

Le barriere ed i parapetti metallici dovranno avere caratteristiche tali da resistere agli urti dei veicoli, sotto qualunque angolo di incidenza, e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualunque punto. In particolare dovranno rispettare le norme contenute nella Circolare Min. LL.PP. 11 luglio 1987, n. 2337 nonché le disposizioni di cui al "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera dovranno essere di acciaio di qualità non inferiore a Fe E 350 G (UNI EN 10147), zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia (Z 600) ed avere le seguenti caratteristiche minime:

- nastro: spessore non inferiore a 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva maggiore od uguale a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm, modulo di resistenza non inferiore a 25 kgf/cm²;
- paletti di sostegno: profilo a "C" di dimensioni non inferiore a 80 X 120 X 80 mm, spessore non inferiore a 5 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per quelle laterali;
- distanziatori: altezza 300 mm, profondità non inferiore a 150 mm, spessore minimo 2,5 mm salvo l'adozione per le autostrade di distanziatori di tipo europeo;
- bulloneria: a testa tonda ed alta resistenza;
- piastrina: copriasola antisfilamento di dimensioni 45 X 100 mm e spessore 4 mm.

I parapetti avranno spessore dei montanti non inferiore a 6 mm, distanziatori ad anima rinforzata con nervature e tubo corrimano con diametro esterno non inferiore a 48 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm. In ogni caso dovranno rispondere alle norme previste al punto 3.11. del D.M. LL.PP. 4 maggio 1990.

Le barriere saranno classificate in relazione all' »indice di severità" come definito all'art. 4 dell'All. 1 al D.M. n. 223/92. Per i vari tipi di strade, come da vigenti norme del CNR ed in rapporto al tipo di traffico, come definito all'art. 7 del D.M. citato, la classe di barriere da impiegarsi dovrà essere non inferiore a quelle indicate nella tabella accanto riportata.

Classificazione delle barriere

Classe Indice di severità (kNm)

- A1 tra 5 e 15
- A2 tra 15 e 50
- A3 tra 50 e 150
- B1 tra 150 e 300
- B2 tra 300 e 600
- B3 tra 600 e 1000

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo realizzato in opera, dovranno essere identificabili con il nome del produttore, la classe di appartenenza e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Tipo di strada	Tipo di traffico	Classe
Strada extraurbana tipi B, C.....	I	A1
	II	A3
	III	B1
Strada urbana di scorrimento e strada extraurbana tipo V, VI, A	I	A2
	II	B1
	III	B2
Strada urbana primaria	I	A2
	II	B2
	III	B3
Strada extraurbana tipi I, II, III, IV	I	A3
	II	B2
	III	B3

Art. 67. Staccionata in legno

Le staccionate saranno costituite dai seguenti elementi: montanti metallici in acciaio rivestiti in legno lamellare, fissati alla fondazione in c.a. mediante piastre zincate e barre filettate zincate, resinate con ancorante chimico strutturale; pannello centrale con struttura portante in legno lamellare fissato in appoggio ai montanti ed assicurato mediante elementi metallici. Il parapetto non sarà attraversabile, in ogni suo punto, da una sfera di raggio 10 centimetri.