



AREA VIABILITA'

Servizio Progettazione ed Esecuzione Interventi Viabilità III

S.P. 460. SISTEMAZIONE INCROCIO A RASO IN SPARONE.

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

UFFICI TECNICI DEL SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' III:

IL DIRIGENTE e RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Matteo TIZZANI

PROGETTISTA:

Ing. Graziano MAGNINO

DATA: Novembre 2011

SCALA: ---

NOME FILE:

REDATTO:

VERIFICATO:

OGGETTO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

TAVOLA N°:

DE.CSA

PARTE PRIMA	3
Definizione tecnica ed economica dell'appalto	3
Titolo I – Definizione economica e rapporti contrattuali	3
CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO	3
Art. 1. Oggetto dell'appalto	3
Art. 2. Ammontare dell'appalto	3
Art. 3. Modalità di stipulazione del contratto	3
Art. 4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili	4
Art. 5. Requisiti particolari in materia di impianti	4
CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE	4
Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto	4
Art. 7. Documenti che fanno parte del contratto	4
Art. 8. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto	5
Art. 9. Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere	5
CAPO 3. TERMINI PER L'ESECUZIONE	5
Art. 10. Consegna e inizio dei lavori	6
Art. 11. Consegna frazionata	6
Art. 12. Termini per l'ultimazione dei lavori	6
Art. 13. Proroghe	6
Art. 14. Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori	7
Art. 15. Sospensioni ordinate dal R.U.P.	7
Art. 16. Penali in caso di ritardo	7
Art. 17. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore	8
Art. 18. Inderogabilità dei termini di esecuzione	8
Art. 19. Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini	9
CAPO 4. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI	9
Art. 20. Lavori a misura	9
Art. 22. Eventuali lavori in economia	10
Art. 23. Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera	10
CAPO 5. DISCIPLINA ECONOMICA	11
Art. 24. Divieto di anticipazione	11
Art. 25. Pagamenti in acconto	11
Art. 26. Pagamenti a saldo	11
Art. 27. Ritardi nel pagamento	12
Art. 28. Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo	12
Art. 29. Cessione del contratto e cessione dei crediti	12
CAPO 6. CAUZIONI E GARANZIE	13
Art. 30. Cauzione provvisoria	13
Art. 31. Cauzione definitiva	13
Art. 32. Riduzione delle garanzie	13
Art. 33. Obblighi assicurativi a carico dell'impresa	13
CAPO 7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	14
Art. 34. Variazione dei lavori	14
Art. 35. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi	15
CAPO 8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA	15
Art. 36. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza	15
Art. 37. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere	16
Art. 38. Piano di sicurezza e di coordinamento	16
Art. 39. Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento	16

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Art. 40. Piano operativo di sicurezza	17
Art. 41. Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza	17
CAPO 9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	18
Art. 42. Subappalto	18
Art. 43. Responsabilità in materia di subappalto	19
Art. 44. Subaffidamento che non costituisce subappalto	20
Art. 45. Pagamento dei subappaltatori	20
CAPO 10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO	21
Art. 46. Accordo bonario	21
Art. 47. Definizione delle controversie	21
Art. 48. Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera	21
Art. 49. Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori	22
CAPO 11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	24
Art. 50. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione	24
Art. 51. Termini per l'accertamento della regolare esecuzione	24
Art. 52. Presa in consegna dei lavori ultimati	24
CAPO 12. NORME FINALI	25
Art. 53. Tracciabilità dei pagamenti	25
Art. 54. Spese contrattuali, imposte, tasse	25
Art. 55. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore	25
Art. 56. Obblighi speciali a carico dell'appaltatore	27
Art. 57. Custodia del cantiere	28
Art. 58. Cartello di cantiere	28

ABBREVIAZIONI

- Codice dei contratti (decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163);
- Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- Regolamento generale (decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti);
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 10 del Codice dei contratti e agli articoli 9 e 10 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207);
- DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266, nonché dagli articoli 6 e 196 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207;
- attestazione SOA: documento che attesta la qualificazione per una o più categorie, nelle pertinenti classifiche, rilasciato da una Società Organismo di Attestazione, in applicazione degli articoli da 60 a 96 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.
- «lista»: la lista delle lavorazioni e forniture previste per la esecuzione dell'opera o dei lavori, di cui all'articolo 119 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

PARTE PRIMA

Definizione tecnica ed economica dell'appalto

Titolo I – Definizione economica e rapporti contrattuali

CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1. Oggetto dell'appalto

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione dell'intervento di cui al comma 2.
2. L'intervento è così individuato:
 - a) denominazione conferita dalla Stazione appaltante: **"S.P. 460. SISTEMAZIONE INCROCIO A RASO IN SPARONE.**
 - b) ubicazione: **Comune di SPARONE**
3. Rientrano e sono comprese nell'oggetto dell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
4. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi; trova sempre applicazione l'articolo 1374 del codice civile.

Art. 2. Ammontare dell'appalto

1. L'importo dell'appalto "a misura", posto a base dell'affidamento è il seguente:

		Importi in euro
a)	Importo lavori	€ 113.722,04
b)	Oneri per attuazione piani di sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 7.299,91
a) + b) IMPORTO TOTALE		€ 121.021,95

2. L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori come risultante dall'offerta complessiva dell'aggiudicatario presentata in sede di gara che sostituisce l'importo di cui al comma 1, lettera a), definito "A MISURA" aumentato dell'importo dei costi per la sicurezza definito al comma 1, lettera b) e non oggetto dell'offerta secondo quanto disposto dall'art. 131, comma 3, del d.lgs. 12 aprile 2006, n. 163, e dal p.to 4. dell'ALL. XV del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Art. 3. Modalità di stipulazione del contratto

1. Il contratto è stipulato interamente "a misura" ai sensi dell'articolo 53, comma 4, periodi quarto e quinto, del Codice dei contratti, e dell'articolo 43, comma 7, del Regolamento generale. L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'articolo 132 del Codice dei contratti e le condizioni previste dal presente Capitolato speciale.

2. I **prezzi unitari offerti** dall'aggiudicatario in sede di gara costituiscono i prezzi contrattuali e sono da intendersi a tutti gli effetti come «elenco dei prezzi unitari»; essi sono applicati alle singole quantità eseguite.
3. I prezzi contrattuali di cui al comma 2 sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti.

Art. 4 - Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

1. Ai sensi della normativa vigente, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere «**OG3**». e non sono previsti lavori appartenenti a categorie scorporabili.

Art. 5. Requisiti particolari in materia di impianti

1. Per l'installazione, la trasformazione, l'ampliamento e la manutenzione degli impianti di cui agli artt. 1 e 2 del d.M. 37/2008, ove previsti, l'appaltatore, l'impresa associata o il subappaltatore devono possedere la prescritta abilitazione di regola rilevabile dall'iscrizione alla CCIAA. Le imprese installatrici sono tenute ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte. I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte. Le imprese installatrici sono altresì tenute al rilascio della dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti, così come prescritto dagli artt. 7 e 11 del d.M. 37/2008.

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del presente Capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari oppure all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente Capitolato speciale, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Art. 7. Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
 - a) il Capitolato generale d'appalto (D.M. 19/04/2000 n. 145) per quanto non abrogato dal D.P.R. 5/10/2010 n. 207, non in contrasto con il presente Capitolato speciale o non previsto da quest'ultimo;
 - b) il presente Capitolato speciale comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
 - c) tutti gli elaborati grafici e gli altri atti del progetto esecutivo, ad eccezione di quelli esplicitamente esclusi ai sensi del successivo comma 3;
 - d) l'elenco dei prezzi unitari come definito all'articolo 3;
 - e) il piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) di cui all'articolo 100 del d.lgs. n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, nonché l'eventuale documento di valutazione dei rischi da interferenze (DUVRI) di cui all'art. 26, comma 3, dello stesso decreto, ed altresì le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100, comma 5, del d.lgs. n. 81 del 2008, qualora accolte dal coordinatore per la sicurezza;
 - f) il piano operativo di sicurezza (POS) di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, all'articolo 89, comma 1, lettera h), del d.lgs. n. 81 del 2008 ed al punto 3.2 del suo allegato XV nonché

l'eventuale documento di valutazione dei rischi da interferenze (DUVRI) di cui all'art. 26, comma 3, dello stesso decreto,

- g) il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del Regolamento generale;
 - h) le polizze di garanzia previste per legge e dal presente Capitolato;
2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:
- a) il Codice dei contratti;
 - b) il Regolamento generale, per quanto applicabile;
 - c) il decreto legislativo n. 81 del 2008, con i relativi allegati.
3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
- a) il computo metrico e il computo metrico estimativo;
 - b) le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali, e da qualsiasi altro loro allegato.
 - c) le quantità delle singole voci elementari risultanti dalla «lista» di cui all'articolo 119 del Regolamento generale, predisposta dalla Stazione appaltante, compilata dall'appaltatore e da questi presentata in sede di offerta.

Art. 8. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. Ai sensi dell'articolo 106, commi 2 e 3, del Regolamento generale, l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Art. 9. Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere

1. L'appaltatore, ai sensi dell'art. 2 del D.M. 145/2000, deve avere domicilio nel luogo dove ha sede l'ufficio di direzione dei lavori; ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso la sede dell'Amministrazione Appaltante; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la Stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della Stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del presente Capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

CAPO 3. TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 10. Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, ovvero ai sensi dell'art. 11, c. 9 D.Lgs. 163/2006 dopo che l'aggiudicazione definitiva è divenuta efficace, in seguito a consegna risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione definitiva, fermo restando il risarcimento del danno (ivi compreso l'eventuale maggior prezzo di una nuova aggiudicazione) qualora eccedente il valore della cauzione, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta da parte dell'aggiudicatario. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'appaltatore è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
3. E' facoltà della Stazione appaltante procedere, nelle more della stipulazione formale del contratto, alla consegna dei lavori in via d'urgenza ai sensi dell'articolo 153 comma 1 e 4 del Regolamento nel rispetto di quanto disposto dall'art. 11, comma 9, 10bis e 10 ter D.Lgs. 163/2006. In tal caso il Direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente a norma dell'art. 154 comma 3 del Regolamento.
4. la Stazione appaltante si riserva di valutare se ricorrono le ipotesi per ordinare l'esecuzione immediata della prestazione ai sensi dell'art. 11, c.9 u.p. D.Lgs. 163/2006.

Art. 11. Consegna frazionata

1. Le disposizioni sulla consegna di cui all'art. 10 comma 2, anche in via d'urgenza ai sensi del comma 3, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 2 si applica limitatamente alle singole parti consegnate, qualora l'urgenza sia limitata all'esecuzione di alcune di esse.

Art. 12. Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni 150 (in lettere centocinquanta) naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Nel calcolo del tempo di cui al comma 1 si è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie difficoltà e degli ordinari impedimenti in relazione agli andamenti stagionali e alle relative condizioni climatiche.
3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori, se presente, che potrà anche fissare scadenze intermedie

Art. 13. Proroghe

1. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'articolo 12, può chiedere la proroga, presentando apposita richiesta motivata almeno 45 giorni prima della scadenza del termine di cui al predetto articolo 12.
2. In deroga a quanto previsto al comma 1, la richiesta può essere presentata anche qualora manchino meno di 45 giorni alla scadenza del termine di cui all'articolo 12, comunque prima di tale scadenza, qualora le cause che hanno determinato la richiesta si siano verificate posteriormente; la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza della tardività.
3. La richiesta è presentata al direttore di lavori il quale la trasmette tempestivamente al R.U.P., corredata dal proprio parere; qualora la richiesta sia presentata direttamente al R.U.P. questi acquisisce tempestivamente il parere del direttore dei lavori.
4. La proroga è concessa o negata dal R.U.P. entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta.
5. Nei casi di cui al comma 2 il termine di 30 giorni è ridotto a 10 giorni; negli stessi casi qualora la proroga sia concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'articolo 12, essa ha effetto retroattivo a partire da tale ultimo termine.
6. La mancata determinazione del R.U.P. entro i termini di cui ai commi 1, 2 o 5 costituisce rigetto della richiesta.

Art. 14. Sospensioni ordinate dal direttore dei lavori

1. Qualora cause di forza maggiore, condizioni climatologiche oggettivamente eccezionali od altre circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la direzione dei lavori d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale sentito l'appaltatore; costituiscono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 132, comma 1, lettere a), b), c) e d), del Codice dei contratti; per le sospensioni di cui al presente articolo nessun indennizzo spetta all'appaltatore.
2. Il verbale di sospensione deve contenere:
 - a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori;
 - b) l'adeguata motivazione a cura della direzione dei lavori;
 - c) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute.
3. Il verbale di sospensione è controfirmato dall'appaltatore, deve pervenire al R.U.P. entro il quinto giorno naturale successivo alla sua redazione e deve essere restituito controfirmato dallo stesso o dal suo delegato; qualora il R.U.P. non si pronunci entro 5 giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante.
4. Qualora l'appaltatore non intervenga alla firma del verbale di sospensione o rifiuti di sottoscriverlo, oppure apponga sullo stesso delle riserve, si procede a norma dell'articolo 190 cc. 2 e 5 del Regolamento generale.
5. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal R.U.P. o sul quale si sia formata l'accettazione tacita.
6. Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al R.U.P., qualora il predetto verbale gli sia stato trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione oppure rechi una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.
7. Non appena cessate le cause della sospensione il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa che, oltre a richiamare il precedente verbale di sospensione, deve indicare i giorni di effettiva sospensione e il conseguente nuovo termine contrattuale dei lavori differito di un numero di giorni pari all'accertata durata della sospensione.
8. Il verbale di ripresa dei lavori è controfirmato dall'appaltatore e trasmesso al R.U.P.; esso è efficace dalla data della sua redazione; al verbale di ripresa dei lavori si applicano le disposizioni di cui ai commi 3 e 4.
9. Le disposizioni di cui ai commi precedenti si applicano anche a sospensioni parziali e riprese parziali che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali; in tal caso il differimento dei termini contrattuali è pari ad un numero di giorni costituito dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra l'ammontare dei lavori sospesi e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 17.

Art. 15. Sospensioni ordinate dal R.U.P.

1. Il R.U.P. può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o particolare necessità ai sensi dell'art. 158 c.2 del Regolamento generale; l'ordine è trasmesso contemporaneamente all'appaltatore e al direttore dei lavori ed ha efficacia dalla data di emissione.
2. Lo stesso R.U.P. determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospendere i lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e al direttore dei lavori.
3. Per quanto non diversamente disposto, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal R.U.P. si applicano le disposizioni dell'articolo 14, commi 2, 4, 7, 8 e 9, in materia di verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, in quanto compatibili.

Art. 16. Penali in caso di ritardo

1. Ai sensi dell'articolo 145, comma 3, del Regolamento generale, nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari all'**1 per mille** dell'importo contrattuale.
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:

- a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi ai sensi dell'articolo 10, comma 2 oppure comma 3;
 - b) nell'inizio dei lavori per mancata consegna o per inefficacia del verbale di consegna imputabili all'appaltatore che non abbia effettuato gli adempimenti prescritti;
 - c) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
 - d) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'articolo 17.
 4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
 5. Tutte le penali sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
 6. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi 1 e 2 non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale la Stazione Appaltante procede ai sensi dell'art. 136 del Codice dei Contratti.
 7. L'applicazione delle penali non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 17. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore

1. Ai sensi dell'articolo 43, comma 10, del Regolamento generale, entro **15** (in lettere **quindici**) giorni dalla stipula del contratto, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere;
 - d) per motivate esigenze specifiche dei soggetti che utilizzano l'immobile in virtù della normativa vigente o di un titolo giuridico;
 - e) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - f) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza, eventualmente integrato ed aggiornato.
3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

Art. 18. Inderogabilità dei termini di esecuzione

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

1. Non costituiscono motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma esecutivo o della loro ritardata ultimazione o della sospensione dei lavori:
 - a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
 - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
 - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente Capitolato speciale;
 - f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
 - g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
 - h) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
 - i) le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008, fino alla relativa revoca.
2. Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, se l'appaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla Stazione appaltante medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.
3. Le cause di cui ai commi 1 e 2 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe, di sospensione dei lavori, per la disapplicazione delle penali, per l'iscrizione di riserve né per l'eventuale risoluzione del Contratto da parte dell'Appaltatore.

Art. 19. Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo imputabile all'appaltatore nel rispetto dei termini per l'ultimazione dei lavori superiore a **60** (in lettere **sessanta**) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti.
2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 16, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
4. Sono dovuti dall'appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante in seguito alla risoluzione del contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidato a terzi. Per il risarcimento di tali danni la Stazione appaltante può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'appaltatore in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.

CAPO 4. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI***Art. 20. Lavori a misura***

1. La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

2. Non sono comunque riconosciute variazioni in aumento delle quantità e/o delle dimensioni rispetto ai disegni di progetto, se non preventivamente autorizzate dalla Direzione lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta alle condizioni stabilite dal presente Capitolato speciale e secondo i tipi indicati e previsti negli atti della perizia di variante.
4. La contabilizzazione verrà effettuata esclusivamente applicando alle quantità di opere eseguite ed alle forniture i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 2.
5. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, sono computati con i prezzi di cui all'elenco allegato al presente Capitolato speciale, con le quantità rilevabili ai sensi del presente articolo.

Art. 21. Eventuali lavori a corpo

1. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi dell'articolo 34, e per tali variazioni la direzione lavori, sentito il R.U.P. e con l'assenso dell'appaltatore, possa essere definito un prezzo complessivo onnicomprensivo, esse possono essere preventivate "a corpo".
2. Nei casi di cui al comma 1, qualora il prezzo complessivo non siano valutabile mediante l'utilizzo dei prezzi unitari di elenco, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 35. Il corrispettivo per il lavoro a corpo, a sua volta assoggettato al ribasso d'asta, resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dell'eventuale lavoro a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente Capitolato speciale e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
4. La contabilizzazione dell'eventuale lavoro a corpo è effettuata applicando all'importo del medesimo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.
5. La realizzazione di sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici per i quali sia previsto un prezzo contrattuale unico non costituiscono lavoro a corpo.
6. Gli oneri per la sicurezza, se stabiliti a corpo in relazione ai lavori di cui al comma 1, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita negli atti di progetto o di perizia, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 22. Eventuali lavori in economia

1. La contabilizzazione dei lavori in economia previsti dal contratto o introdotti in sede di varianti, è effettuata con le modalità previste dall'articolo 179 del Regolamento generale, come segue:
 - a) per quanti riguarda i materiali applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati contrattualmente;
 - b) per quanto riguarda i trasporti, i noli e la mano d'opera, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (qualora non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su queste due ultime componenti.
2. Ai fini di cui al comma 1, lettera b), le percentuali di incidenza delle spese generali e degli utili, ove non specificatamente dichiarate dall'aggiudicatario in sede di giustificazione delle offerte anormalmente basse, sono convenzionalmente determinate rispettivamente nella misura del 13% (tredici per cento) e del 10% (dieci per cento).
3. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, sono valutati alle medesime condizioni di cui al comma 1, senza l'applicazione di alcun ribasso.

Art. 23. Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

1. Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.
2. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 25, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
3. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

CAPO 5. DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 24. Divieto di anticipazione

1. Ai sensi dell'articolo 5, comma 1, del decreto-legge 28 marzo 1997, n. 79, convertito con modificazioni dalla legge 28 maggio 1997, n. 140, e dell'articolo 140, comma 1, del Regolamento generale, non è dovuta alcuna anticipazione. Nell'ambito del presente Capitolato non sono previste, per alcun materiale da costruzione, le modalità di pagamento disciplinate dall'art. 133 c. 1-bis D. lgs. 163/2006.

Art. 25. Pagamenti in acconto

1. Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 20, 21, 22 e 23, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della quota relativa degli oneri per la sicurezza e al netto della ritenuta di cui al comma 2, e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti, raggiungono un importo non inferiore a euro **50.000,00** (in lettere **cinquantamila**).
2. Ai sensi dell'articolo 4, comma 3, del Regolamento generale, a garanzia dell'osservanza delle norme in materia di contribuzione previdenziale e assistenziale, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento), da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.
3. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi delle condizioni di cui al comma 1:
 - a) il direttore dei lavori redige la contabilità ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 194 del Regolamento generale, che deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data di chiusura;
 - b) il R.U.P. emette il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'articolo 195 del Regolamento generale, che deve riportare esplicitamente il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori di cui alla lettera a), con l'indicazione della data di emissione.
4. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 (trenta) giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'appaltatore, previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.
5. Ai sensi dell'articolo 141, comma 3, del Regolamento generale, qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
6. Ai sensi dell'articolo 48-bis del d.P.R. 29 settembre 1973, n. 602, come introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge 24 novembre 2006, n. 286, e dell'articolo 118, commi 3 e 6, del Codice dei contratti, l'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata:
 - a) all'acquisizione d'ufficio del DURC, proprio e degli eventuali subappaltatori, da parte della Stazione appaltante, con le modalità di cui all'articolo 41, comma 1, lettera d);
 - b) qualora l'appaltatore abbia stipulato contratti di subappalto, che siano state trasmesse le fatture quietanziate del subappaltatore o del cottimista entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento precedente;
 - c) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 65 in materia di tracciabilità dei pagamenti;
 - d) alla sussistenza delle condizioni di cui al D.M. 18/01/2008 n. 40.
7. La stazione appaltante si riserva di trattenere dal certificato di pagamento le somme dovute dall'appaltatore al proprio personale dipendente, ai sensi e con le modalità previste dalla normativa vigente.,

Art. 26. Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al R.U.P.; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di cui al comma 3.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore entro il termine perentorio di 15 (quindici) giorni dalla richiesta del RUP; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.
3. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 25, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 90 (novanta) giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.
4. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

5. Il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 141, comma 9, del Codice dei contratti e dell'articolo 124, comma 3, del Regolamento generale, emessa nei termini e alle condizioni che seguono:
 - a) un importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni;
 - b) efficacia dalla data di emissione del certificato di pagamento con estinzione due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione
 - c) prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme agli schemi di legge.
6. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante entro 24 (ventiquattro) mesi dall'ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.
7. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

Art. 27. Ritardi nel pagamento

1. In caso di ritardo nel pagamento delle rate di acconto o del saldo, si applicano l'art. 133 del Codice dei Contratti e gli artt. 142 e 144 del Regolamento Generale. Gli interessi sono riconosciuti nella misura accertata annualmente con il decreto previsto dall'art. 133 c. 1 del Codice dei Contratti e comprendono il maggior danno ai sensi dell'art. 1224 c. 2 Codice civile.
2. Il pagamento in acconto e a saldo avverrà previa presentazione di regolare fattura fiscale ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.
3. Ai fini della corresponsione all'Appaltatore degli interessi per ritardato pagamento, i termini di cui agli artt. 25 e 26 del presente Capitolato e 143 del Regolamento generale, si intendono interrotti, per il periodo intercorrente tra la spedizione delle richieste di erogazione alla Cassa Depositi e Prestiti (o Regione Piemonte o altro soggetto finanziatore) e la ricezione del relativo mandato presso la competente sezione di Tesoreria Provinciale (circ. n. 1120/1983 Cassa Dep. Prest.).
4. I termini di cui al presente articolo si intendono sospesi nel periodo necessario all'acquisizione, d'ufficio o su iniziativa dell'appaltatore, del D.U.R.C.

Art. 28. Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

1. Ai sensi dell'articolo 133, commi 2 e 3 del Codice dei contratti, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile, fatto salvo quanto previsto ai commi 4, 5 6, 6 bis dell'art. 133 citato.
2. Fermo restando quanto previsto al comma 1, qualora, per cause non imputabili all'appaltatore, la durata dei lavori si protragga fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale, determinata con decreto ministeriale, da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2% (due per cento), all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.
3. La compensazione dei prezzi di cui all'art. 133 c. 4ss del d.lgs. 163/2006, o l'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 2, deve essere richiesta dall'appaltatore, con apposita istanza, entro 60 (sessanta) giorni dalla pubblicazione in Gazzetta dei relativi decreti ministeriali. Trascorso il predetto termine decade ogni diritto alla compensazione dei prezzi e all'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 2.

Art. 29. Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. E' ammessa la cessione dei crediti, ai sensi dell'articolo 117 del Codice dei contratti.

CAPO 6. CAUZIONI E GARANZIE

Art. 30. Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'articolo 75, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, agli offerenti è richiesta una cauzione provvisoria, con le modalità, alle condizioni e nei termini di cui al bando di gara o alla lettera di invito.

Art. 31. Cauzione definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 113, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 123 del Regolamento generale, è richiesta una garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva, da prestarsi con le modalità e gli importi specificati dalla normativa vigente e nel bando di gara o nella lettera di invito.
2. La garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% (settantacinque per cento) dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.
3. La garanzia, per il rimanente ammontare residuo del 25% (venticinque per cento), cessa di avere effetto ed è svincolata automaticamente all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione; lo svincolo e l'estinzione avvengono di diritto, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.
4. La Stazione appaltante può avvalersi della garanzia fideiussoria, a copertura degli oneri per il mancato o inesatto adempimento ivi comprese le spese dei lavori da eseguirsi d'ufficio nonché per il rimborso delle maggiori somme pagate durante l'appalto in confronto ai risultati della liquidazione finale; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale della Stazione appaltante senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.
5. La garanzia fideiussoria è tempestivamente reintegrata nella misura legale di cui al combinato disposto dei commi 1 e 3 qualora, in corso d'opera, sia stata incamerata, parzialmente o totalmente, dalla Stazione appaltante; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.
6. Ai sensi dell'articolo 146, comma 1, del Regolamento generale, in caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario la garanzia è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati con responsabilità solidale ai sensi dell'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti.
7. Ai sensi dell'articolo 113, comma 4, del Codice dei contratti, la mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria di cui all'articolo 34 da parte della Stazione appaltante, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

Art. 32. Riduzione delle garanzie

1. Ai sensi degli articoli 40, comma 7, e 75, comma 7, del Codice dei contratti, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'articolo 30 e l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'articolo 31 sono ridotti al 50 per cento per i concorrenti ai quali sia stata rilasciata, da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie europea UNI CEI ISO 9001:2008, di cui agli articoli 3, comma 1, lettera mm) e 63, del Regolamento generale.

Art. 33. Obblighi assicurativi a carico dell'impresa

1. Ai sensi dell'articolo 129, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 125, del Regolamento generale, l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto e in ogni caso almeno 10 (dieci) giorni prima della data prevista per la consegna dei lavori ai sensi dell'articolo 10, a produrre una polizza assicurativa che

- tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.
2. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alle ore 24 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione e comunque decorsi 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione per parti determinate dell'opera, la garanzia cessa per quelle parti e resta efficace per le parti non ancora collaudate; le garanzie assicurative sono efficaci anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore e devono essere prestate in conformità alle disposizioni di legge.
 3. La garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore; tale polizza deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:
 - a) prevedere una somma assicurata così distinta:
 - partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo del contratto stesso,
 - partita 2) per le opere preesistenti: euro 1.000.000,00
 - partita 3) per demolizioni e sgomberi: euro 1.000.000,00
 - b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.
 4. La garanzia assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi (R.C.T.) deve essere stipulata per una somma assicurata (massimale/sinistro) non inferiore ad euro 500.000,00.
 5. Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni:
 - a) in relazione all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione di cui al comma 3, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;
 - b) in relazione all'assicurazione di responsabilità civile di cui al comma 4, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante.
 6. Le garanzie di cui ai commi 3 e 4, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo o un consorzio ordinario, giusto il regime delle responsabilità solidale disciplinato dall'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti, e dall'articolo 128, comma 1, del Regolamento generale, la garanzia assicurativa è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati o consorziati.

CAPO 7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 34. Variazione dei lavori

1. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli 43, comma 8, 161 e 162 del Regolamento generale e dall'articolo 132 del Codice dei contratti.
2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori, recante anche gli estremi dell'approvazione da parte della Stazione appaltante, ove questa sia prescritta dalla legge o dal regolamento.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
4. Alle varianti disposte dalla Stazione Appaltante si applicano le disposizioni di cui all'art. 132 del Codice dei Contratti e agli artt. 161, 162 cc. 1 e 2, e art. 163 del Regolamento generale.
5. Non sono considerati varianti ai sensi del comma 1 gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al **10** per cento delle categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato.

6. Salvo i casi di cui al comma 3 primo periodo dell'art. 132 del Codice dei Contratti, è sottoscritto un atto di sottomissione quale appendice contrattuale ovvero atto aggiuntivo al contratto, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.
7. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 38 con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 39, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 40.

Art. 35. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 3.
2. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 3, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, con i criteri di cui all'articolo 163 del Regolamento generale.

CAPO 8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 36. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al d. lgs.n. 81 del 2008, l'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della redazione del verbale di consegna dei lavori qualora questi siano iniziati nelle more della stipula del contratto:
 - a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;
 - b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;
 - c) il certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, con l'indicazione antimafia di cui agli articoli 6 e 9 del d.P.R. n. 252 del 1998, oppure, in alternativa, ai fini dell'acquisizione d'ufficio, l'indicazione della propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;
 - d) i dati necessari ai fini dell'acquisizione d'ufficio del DURC da parte della Stazione appaltante, mediante la presentazione del modello unificato INAIL-INPS-CASSA EDILE, compilato nei quadri «A» e «B» oppure, in alternativa, le seguenti indicazioni:
 - il contratto collettivo nazionale di lavoro (CCNL) applicato;
 - la classe dimensionale dell'impresa in termini di addetti;
 - per l'INAIL: codice ditta, sede territoriale dell'ufficio di competenza, numero di posizione assicurativa;
 - per l'INPS: matricola azienda, sede territoriale dell'ufficio di competenza; se impresa individuale numero di posizione contributiva del titolare; se impresa artigiana, numero di posizione assicurativa dei soci;
 - per la Cassa Edile (CAPE): codice impresa, codice e sede cassa territoriale di competenza;
 - e) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008.
2. Entro gli stessi termini di cui al comma 1, l'appaltatore deve trasmettere al coordinatore per l'esecuzione il nominativo e i recapiti:
 - a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del Decreto n. 81 del 2008.
 - b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del Decreto n. 81 del 2008;
 - c) l'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 38, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 39;
 - d) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 40.
3. Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:
 - a) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di imprese ai sensi dell'articolo 37, commi 1, 14 e 15, del Codice dei contratti;

- b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui agli articoli 34, comma 1, lettere b) e c) del Codice dei Contratti, qualora il consorzio intenda eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;
 - c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori ai sensi degli articoli 37, comma 7, e 36, del Codice dei contratti, qualora il consorzio sia privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; qualora siano state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata in sede di gara o comunque preventivamente comunicata alla Stazione appaltante, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;
 - d) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.
4. L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui all'articolo 36, commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori ogni qualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

Art. 37. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere

1. Anche ai sensi, ma non solo, dell'articolo 97, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore è obbligato:
 - a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del Decreto n. 81 del 2008 e all'allegato XIII allo stesso decreto nonché le altre disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere;
 - b) a rispettare e curare il pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene, nell'osservanza delle disposizioni degli articoli da 108 a 155 del Decreto n. 81 del 2008 e degli allegati XVII, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV e XLI, allo stesso decreto;
 - c) a verificare costantemente la presenza di tutte le condizioni di sicurezza dei lavori affidati;
 - d) ad osservare le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, in quanto non in contrasto con le disposizioni di cui al comma 1.
2. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore garantisce che le lavorazioni, comprese quelle affidate ai subappaltatori, siano eseguite secondo il criterio «incident and injury free».
5. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 36, oppure agli articoli 38, 39, 40 o 41.

Art. 38. Piano di sicurezza e di coordinamento

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008, in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato d. lgs. n. 81 del 2008, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato, determinati all'articolo 2, comma 1, lettera b), del presente Capitolato speciale.
2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ai sensi dell'articolo 39.

Art. 39. Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento

1. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
 - b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori

eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

2. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
3. Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:
 - a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte;
 - b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
4. Nei casi di cui al comma 1, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
5. Nei casi di cui al comma 1, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti. Pertanto il riconoscimento dei maggiori oneri è subordinato all'approvazione della Stazione appaltante.

Art. 40. Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque almeno 5 giorni prima della data prevista per la "consegna" dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Ai sensi dell'articolo 131 del Codice dei contratti l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 42, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato speciale, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In ogni caso trova applicazione quanto previsto dall'articolo 36, comma 4.
3. Il piano operativo di sicurezza (POS) costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) di cui all'articolo 38.
4. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del Decreto n. 81 del 2008, il piano operativo di sicurezza non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato Decreto n. 81 del 2008.

Art. 41. Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del Decreto n. 81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione appaltante o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

	PROVINCIA DI TORINO SERVIZIO PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI VIABILITA' III	PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO		

5. Ai sensi dell'articolo 118, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 42. Subappalto

1. Il subappalto o il subaffidamento in cottimo, ferme restando le condizioni di cui all'articolo 118 del Codice dei contratti, è ammesso nel limite del 30% (trenta per cento), in termini economici, dell'importo della categoria dei lavori, quest'ultima ricalcolata con riferimento al prezzo del contratto di appalto.
2. L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della Stazione appaltante, alle seguenti condizioni:
 - a) che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo; l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
 - b) che l'appaltatore provveda al deposito, presso la Stazione appaltante:
 - 1) di copia autentica del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni subappaltate; dal contratto di subappalto devono risultare, pena rigetto dell'istanza o revoca dell'autorizzazione eventualmente rilasciata:
 - che per i lavori e le opere affidate in subappalto l'Appaltatore praticherà i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento)
 - gli oneri della sicurezza spettanti e i corrispondenti apprestamenti facenti carico al subappaltatore e previsti dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al d. lgs. n. 81 del 2008;
 - l'inserimento delle clausole obbligatorie (in materia di tracciabilità dei flussi finanziari) ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 9, della legge n. 136/2010, pena la nullità assoluta del contratto di subappalto;
 - 2) di una dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di raggruppamento temporaneo, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione dev'essere fatta da ciascuna delle imprese partecipanti al raggruppamento, società o consorzio;
 - c) che l'appaltatore, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante, ai sensi della lettera b), trasmetta alla Stazione appaltante:
 - 1) la documentazione attestante che il subappaltatore è in possesso dei requisiti prescritti dalla normativa vigente per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
 - 2) una o più dichiarazioni del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli articoli 46 e 47 del d.P.R. n. 445 del 2000, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e assenza della cause di esclusione di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti;
 - 3) le informazioni di cui all'articolo 41, comma 1, lettera d), relative al subappaltatore ai fini dell'acquisizione del DURC di quest'ultimo;
 - d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 10 della legge n. 575 del 1965, e successive modificazioni e integrazioni; a tale scopo, qualora l'importo del contratto di subappalto sia superiore ad euro 154.937,07, l'appaltatore deve produrre alla Stazione appaltante la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al d.P.R. n. 252 del 1998; resta fermo che, ai sensi dell'articolo 12, comma 4, dello stesso d.P.R. n. 252 del 1998, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, qualora per l'impresa subappaltatrice sia accertata una delle situazioni indicate dall'articolo 10, comma 7, del citato d.P.R.
3. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del

subappalto. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo contrattuale o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della Stazione appaltante sono ridotti della metà. Qualora l'istanza non contenga tutti i documenti necessari all'accoglimento dell'istanza, in base alla normativa vigente, la Stazione Appaltante interromperà il termine, che inizierà nuovamente a decorrere dalla ricezione di quanto richiesto.

4. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:
 - a) ai sensi dell'articolo 118, comma 4, del Codice dei contratti, l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento); qualora al subappaltatore siano stati affidati parte degli apprestamenti, degli impianti o delle altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, i relativi oneri per la sicurezza relativi ai lavori affidati in subappalto devono essere pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori e il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;
 - b) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;
 - c) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;
 - d) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:
 - 1) la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici;
 - 2) copia del proprio piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti in coerenza con i piani di cui agli articoli 30 e 40 del presente Capitolato speciale;
5. Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili.
6. I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori, con l'eccezione di quanto previsto all'art. 170 c. 2 del Regolamento generale.
7. Qualora l'appaltatore intenda avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo n. 276 del 2003 (distacco di manodopera) dovrà trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:
 - a) di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);
 - b) di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;
 - c) che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.
8. La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra. Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in Capo al soggetto distaccante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti. La Stazione appaltante, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco qualora in sede di verifica non sussistano i requisiti di cui sopra.
9. Conformemente agli indirizzi approvati con deliberazione della Giunta Provinciale n. 243-71818 del 25.3.2003, non è consentita l'autorizzazione di subappalti in favore di un'impresa che abbia partecipato come concorrente, singolarmente o in associazione con altre imprese, alla medesima gara d'appalto.

Art. 43. Responsabilità in materia di subappalto

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
2. Il direttore dei lavori e il R.U.P., nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del Decreto n. 81 del 2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le

condizioni di ammissibilità e di esecuzione dei contratti di subappalto.

3. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dall'articolo 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).
4. Ai subappaltatori, ai sub affidatari, nonché ai soggetti titolari delle prestazioni che non sono considerate subappalto ai sensi dell'articolo seguente, si applica l'articolo 48, commi 5 e 6, in materia di tessera di riconoscimento.
5. Nel caso il DURC relativo al subappaltatore sia negativo per due volte consecutive, la Stazione appaltante contesta gli addebiti al subappaltatore assegnando un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste la Stazione appaltante pronuncia la decadenza dell'autorizzazione al subappalto.

Art. 44. Subaffidamento che non costituisce subappalto

1. È considerata subaffidamento la prestazione ovunque espletata e che preveda l'impiego di manodopera, quale la fornitura con posa in opera o il nolo a caldo o altra prestazione, che rientri in uno dei seguenti casi:
 - Importo subcontratto < 2% dell'ammontare dei lavori affidati, indipendentemente dall'incidenza del costo della manodopera.
 - Importo subcontratto < 100.000,00 euro, indipendentemente dall'incidenza del costo della manodopera.
 - Importo subcontratto > 2% dell'ammontare dei lavori affidati, se la manodopera ha incidenza < 50% dell'importo del subcontratto.
 - Importo subcontratto > 100.000,00, euro se la manodopera ha incidenza < 50% dell'importo del subcontratto.
2. Non possono essere oggetto di "subaffidamento", e rientrano nella disciplina del subappalto, le prestazioni riconducibili ai "lavori"; tali possono essere considerati, a titolo esemplificativo, i casi in cui il bene viene prodotto al di fuori di una produzione di serie oppure il bene viene trasformato in un'entità diversa.
3. Ricorrendo le condizioni di cui ai commi 1 e 2, l'appaltatore potrà affidare a terzi dette prestazioni, dandone semplicemente comunicazione alla Stazione Appaltante. Alla comunicazione di sub affidamento l'appaltatore ha l'obbligo di allegare quanto segue:
 1. Certificato di iscrizione alla Camera di Commercio;
 2. Documento Unico di Regolarità Contributiva relativo al cantiere cui si riferiscono le prestazioni, ovvero indicazioni di quanto previsto all'art. 36, c. 1, lett. D);
 3. Copia del contratto sottoscritto con il subaffidatario, il quale deve riportare la clausola relativa all'assolvimento degli obblighi previsti dall'art 3 della Legge 136/2010 s.m.i., al fine di garantire la tracciabilità dei flussi finanziari;
 4. Dichiarazione relativa alla tracciabilità dei flussi finanziari sottoscritta dal Legale Rappresentante della Società o dal Titolare dell'impresa individuale subappaltatrice, con copia fotostatica di un documento di identità del medesimo, contenente l'indicazione del conto corrente dedicato su cui verrà effettuato il pagamento della subfornitura da parte dell'appaltatore, nonché delle generalità e del codice fiscale delle persone delegate ad operare sul conto corrente dedicato previsto dalla L. 136/2010.
4. Ai sensi dell'articolo 118, comma 11, del Codice dei contratti e ai fini dell'articolo 42 del presente Capitolato speciale non è considerato subappalto l'affidamento di attività specifiche di servizi a lavoratori autonomi, purché tali attività non costituiscano lavori.

Art. 45. Pagamento dei subappaltatori

1. La Stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti, fatto salvo quanto disposto dall'art. 37, c. 11, 3° periodo del D. Lgs. 163/2006. L'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate e con l'indicazione, su ogni fattura quietanzata, degli estremi del conto corrente dedicato del subappaltatore, su cui è stato effettuato il pagamento.
2. Qualora l'appaltatore non provveda alla trasmissione delle fatture quietanzate dei subappaltatori o dei cottimisti entro il termine di cui al comma 1, la Stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore

dell'appaltatore.

3. Nei casi di cui all'art. 37, c.11, 3° periodo del D. Lgs. 163/2006, la Stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore l'importo delle prestazioni eseguite dallo stesso, con modalità analoghe a quelle previste dagli artt. 17 e 18 del presente Capitolato e previa attestazione dell'appaltatore relativa alle prestazioni eseguite dal subappaltatore.
4. Ai sensi dell'articolo 118, comma 6, del decreto legislativo n. 163 del 2006, i pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, oppure all'appaltatore qualora questi abbia subappaltato parte dei lavori, sono subordinati:
 - a) alla trasmissione alla Stazione appaltante dei dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC con le modalità di cui all'articolo 36, comma 1, lettera d), qualora modificati rispetto al DURC precedente;
 - b) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 53 in materia di tracciabilità dei pagamenti;
 - c) alle limitazioni di cui agli articoli 48, e 25, c. 7.
5. Ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, del d.P.R. n. 633 del 1972, aggiunto dall'articolo 35, comma 5, della legge 4 agosto 2006, n. 248, gli adempimenti in materia di I.V.A. relativi alle fatture quietanziate di cui al comma 1, devono essere assolti dall'appaltatore principale.

CAPO 10. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 46. Accordo bonario

1. Ai sensi dell'articolo 240, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporti variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10% (dieci per cento) di quest'ultimo, il R.U.P. valuta immediatamente l'ammissibilità di massima delle riserve, la loro non manifesta infondatezza e la non imputabilità a maggiori lavori per i quali sia necessaria una variante in corso d'opera ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti, il tutto anche ai fini dell'effettivo raggiungimento della predetta misura percentuale.
2. Il R.U.P., qualora non ritenga palesemente inammissibili e non manifestamente infondate le riserve, può promuovere la costituzione di una commissione, ai sensi dell'articolo 240, commi 7, 8, 9, 9-bis, 10, 12, 14 e 15, del Codice dei contratti, e immediatamente acquisisce o fa acquisire alla commissione, ove costituita, la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove nominato, del collaudatore, e formula una proposta motivata di accordo bonario.
3. Nei casi in cui sia costituita la commissione per la formulazione della proposta di accordo bonario, alla predetta commissione non sono conferiti poteri di assumere decisioni vincolanti per la stazione appaltante. La proposta di accordo bonario dovrà pertanto in ogni caso essere approvata dalla Giunta Provinciale per essere impegnativa per l'Ente.
4. Per le modalità di definizione dell'accordo bonario, i tempi e quant'altro non disciplinato dal presente capitolato, si richiama integralmente l'art. 240 del Codice dei Contratti.
5. Nelle more della risoluzione delle controversie, l'appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.

Art. 47. Definizione delle controversie

1. Il R.U.P. può promuovere la costituzione di una commissione ai sensi dell'art. 240, c. 7, 8, 9, 9-bis, 10, 12 e 14 del Codice dei Contratti, all'atto del ricevimento del collaudo per la definizione delle riserve pendenti. Si applica il comma 3 del precedente art. 46. qualora ritenga di non promuovere la costituzione della Commissione, il R.U.P. formula la proposta di accordo bonario.
2. Ove non si pervenga all'accordo bonario ai sensi dell'articolo 46 e l'appaltatore confermi le riserve, la Stazione appaltante può approvare il Collaudo e la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di Torino ed è esclusa la competenza arbitrale.

Art. 48. Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. L'appaltatore è obbligato ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel Contratto nazionale di lavori e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la località dove sono eseguiti i lavori

- ed in ragione della natura giuridica dell'Appaltatore.
2. E' altresì obbligato a rispettare e a far rispettare al subappaltatore, tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalle vigenti normative, con particolare riguardo a quanto previsto dall'art. 118, c. 6 del codice e dall'art. 90, c. 9 D. Lgs. 81/2008.
 3. Le parti convengono che in caso di mancato rispetto delle disposizioni di cui ai commi precedenti, nonché nel caso di cui all'art. 25 c.7, l'appaltatore manleva la Stazione appaltante dell'eventuale corresponsabilità.
 4. Ai sensi dell'articolo 4 del Regolamento generale, in caso di inottemperanza agli obblighi contributivi nei confronti di INPS, INAIL e Cassa Edile da parte dell'appaltatore o dei subappaltatori, rilevata da un DURC negativo, in assenza di adeguate giustificazioni o di regolarizzazione tempestiva, la Stazione appaltante provvede direttamente al pagamento dei crediti vantati dai predetti istituti, in luogo dell'appaltatore e dei subappaltatori, trattenendo le somme dai pagamenti delle rate di acconto e di saldo.
 5. In ogni momento il Direttore dei Lavori e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all'appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all'articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'appaltatore o del subappaltatore autorizzato.
 6. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 2008, nonché dell'articolo 5, comma 1, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati; la tessera dei predetti lavoratori deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tutti i lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento.
 7. Agli stessi obblighi devono ottemperare anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'appaltatore o degli eventuali subappaltatori (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni, collaboratori familiari e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio e, in tali casi, la tessera di riconoscimento deve riportare i dati identificativi del committente ai sensi dell'articolo 5, comma 1, secondo periodo, della legge n. 136 del 2010.
 8. La violazione degli obblighi di cui ai commi 5 e 6 comporta l'applicazione, in Capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 3 che non provvede ad esporla è punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a euro 300. Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all'articolo 13 del decreto legislativo 23 aprile 2004, n. 124.
 9. Ai sensi dell'articolo 6, comma 4, del Regolamento generale, qualora tra la stipula del contratto e il primo stato di avanzamento dei lavori di cui all'articolo 27, o tra due successivi stati di avanzamento dei lavori, intercorra un periodo superiore a 180 (centottanta) giorni, la Stazione appaltante acquisisce il DURC relativo all'appaltatore e ai subappaltatori entro i 30 (trenta) giorni successivi alla scadenza dei predetti 180 (centottanta) giorni.
 10. Tale DURC è rilevante ai fini dell'applicazione dell'art. 6, c. 8 del Regolamento generale.

Art. 49. Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Costituiscono grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali e, di conseguenza, causa di risoluzione del contratto, i seguenti casi:
 - a) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
 - b) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
 - c) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
 - d) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;
 - e) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
 - f) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

- g) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
 - h) mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al d. lgs. n. 81 del 2008 o ai piani di sicurezza integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal direttore dei lavori, dal R.U.P. o dal coordinatore per la sicurezza;
 - i) azioni o omissioni finalizzate ad impedire l'accesso al cantiere al personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale o dell'A.S.L., oppure del personale ispettivo degli organismi paritetici, di cui all'articolo 51 del Decreto n. 81 del 2008;
 - j) violazione delle prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti, in applicazione dell'articolo 53 del presente Capitolato speciale.
2. Nelle ipotesi elencate nonché negli altri casi di grave inadempimento contrattuale, la Stazione appaltante può procedere alla risoluzione contrattuale, applicando il procedimento di cui all'art. 136 del D. Lgs. 163/2006.
3. Il contratto è risolto di diritto:
- a) nei casi e con le procedure di cui all'art. 135 D. Lgs. 163/2006;
 - b) in caso di mancato utilizzo degli strumenti idonei a garantire la piena tracciabilità dei flussi finanziari, previsti dalla normativa vigente.
4. In caso di ottenimento del DURC dell'appaltatore, negativo per due volte consecutive, il R.U.P., acquisita una relazione particolareggiata predisposta dal direttore dei lavori, contesta gli addebiti e assegna un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste propone alla Stazione appaltante la risoluzione del contratto, ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti.
5. Nei casi di risoluzione del contratto o di esecuzione d'ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento ovvero via fax, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
6. Alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante oppure, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
7. In caso di fallimento dell'appaltatore la Stazione appaltante può avvalersi, senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dagli articoli 136 e 138 del Codice dei contratti.
8. Qualora l'esecutore sia un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 18 e 19 dell'articolo 37 del Codice dei contratti.
9. Nei casi di risoluzione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:
- a) applicando l'art. 140 cc. 1 e 2 D. Lgs. 163/2006 o, qualora non sia possibile, ponendo a base dell'affidamento del nuovo appalto o di altro affidamento ai sensi dell'ordinamento vigente, l'importo lordo dei lavori di completamento e di quelli da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti nonché dei lavori di ripristino o riparazione, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
 - b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
 - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
 - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
 - 3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.
10. La Stazione Appaltante si riserva di elaborare un nuovo progetto, anche parzialmente diverso da quello oggetto del

contratto risolto, e di porre a carico dell'appaltatore il maggior costo computato secondo i criteri di cui alla lett. B) del precedente comma, nonché il costo delle opere di ripristino e/o di riparazione o di completamento.

11. Qualora i rapporti economici non possano essere definiti al momento della risoluzione o del successivo affidamento, saranno definiti all'atto del collaudo finale dell'intervento riappaltato, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore.

CAPO 11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 50. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno alla Stazione appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'articolo 16, in proporzione all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
3. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, oppure nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.
4. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione da parte della Stazione appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal presente Capitolato speciale.
6. Si richiamano gli obblighi, in capo all'Appaltatore, previsti dall'art. 224 del Regolamento generale.

Art. 51. Termini per l'accertamento della regolare esecuzione

1. Il certificato di regolare esecuzione è emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il certificato di regolare esecuzione si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di controllo o di collaudo parziale o ogni altro accertamento, volti a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente Capitolato speciale o nel contratto.
3. Qualora durante il collaudo venissero accertati i difetti di cui all'art. 227, comma 2, del Regolamento generale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire tutti i lavori che il Collaudatore riterrà necessari, nel tempo dallo stesso assegnato.
4. Nell'ipotesi prevista dal comma 3 dell'art. 227 del Regolamento generale l'organo di collaudo determinerà nell'emissione del certificato la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'appaltatore.

Art. 52. Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.
2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. L'appaltatore può chiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del R.U.P., in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente Capitolato speciale.

CAPO 12. NORME FINALI

Art. 53. Tracciabilità dei pagamenti

1. Ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 8, della legge n. 136 del 2010, gli operatori economici titolari dell'appalto, nonché i subappaltatori, devono comunicare alla Stazione appaltante gli estremi identificativi dei conti correnti dedicati, anche se non in via esclusiva, accesi presso banche o presso Poste italiane S.p.A., entro 7 (sette) giorni dalla stipula del contratto oppure entro 7 (sette) giorni dalla loro accensione se successiva, comunicando altresì negli stessi termini le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare sui predetti conti. L'obbligo di comunicazione è esteso anche alle modificazioni delle indicazioni fornite in precedenza. In assenza delle predette comunicazioni la Stazione appaltante sospende i pagamenti e non decorrono i termini legali per l'applicazione degli interessi legali, degli interessi di mora e per la richiesta di risoluzione di cui all'articolo 27.
2. Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento oggetto dell'appalto dovranno avvenire in conformità ai disposti della L. 136/2010 e s.m.i.

Art. 54. Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Ai sensi dell'articolo 139 del Regolamento generale sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - a) le spese contrattuali;
 - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.
3. Qualora, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali si determinino aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.) nella misura di legge; tutti gli importi citati nel presente Capitolato speciale si intendono I.V.A. esclusa.

Art. 55. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al Regolamento generale e al presente Capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:
 - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
 - b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;

- c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
- e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;
- f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
- g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
- h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, dell'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che la Stazione appaltante intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come dalla Stazione appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- i) la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte. E' a carico dell'Impresa appaltatrice, l'obbligo di effettuare una accurata e completa pulizia dei locali, tale da consentirne l'uso immediato; il mancato adempimento comporterà la non accettazione dei lavori stessi.
- j) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- k) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili, nonché la fornitura al Direttore Lavori, prima della posa in opera di qualsiasi materiale o l'esecuzione di una qualsiasi tipologia di lavoro, della campionatura dei materiali, dei dettagli costruttivi e delle schede tecniche relativi alla posa in opera;
- l) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;
- m) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere di spazi idonei ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati e illuminati;
- n) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- o) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente capitolato o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
- p) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi

causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;

- q) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.
 - r) la pulizia, prima dell'uscita dal cantiere, dei propri mezzi e/o di quelli dei subappaltatori e l'accurato lavaggio giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori, compreso la pulizia delle caditoie stradali;
 - s) il completo sgombero del cantiere entro 15 giorni dal positivo collaudo provvisorio delle opere;
 - t) richiedere tempestivamente i permessi e sostenere i relativi oneri per la chiusura al transito veicolare e pedonale (con l'esclusione dei residenti) delle strade urbane interessate dalle opere oggetto dell'appalto;
 - u) installare e mantenere funzionante per tutta la necessaria durata dei lavori la cartellonista a norma del codice della strada atta ad informare il pubblico in ordine alla variazione della viabilità cittadina connessa con l'esecuzione delle opere appaltate. L'appaltatore dovrà preventivamente concordare tipologia, numero e posizione di tale segnaletica con il locale comando di polizia municipale e con il coordinatore della sicurezza;
 - v) installare idonei dispositivi e/o attrezzature per l'abbattimento della produzione delle polveri durante tutte le fasi lavorative, in particolare nelle aree di transito degli automezzi.
2. Ai sensi dell'articolo 4 della legge n. 136 del 2010 la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività del cantiere deve essere facilmente individuabile; a tale scopo la bolla di consegna del materiale deve indicare il numero di targa dell'automezzo e le generalità del proprietario nonché, se diverso, del locatario, del comodatario, dell'usufruttuario o del soggetto che ne abbia comunque la stabile disponibilità.
3. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorti, rogge, privati, Comune, Gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

Art. 56. Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato:

- a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato non si presenti;
 - b) a firmare i documenti di cui all'art. 181, comma 3 del Regolamento generale sottopostigli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;
 - c) a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente Capitolato speciale e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
 - d) a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.
2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico.

L'appaltatore deve fornire alla stazione appaltante, su supporto informatico, in formato compatibile autocad (.dxf o .dwg), prima della fine dei lavori, i dati relativi al rilievo dei confini esistenti e delle opere eseguite, utili all'inserimento dell'opera in cartografia. L'appaltatore, inoltre, dovrà fornire il rilievo dei nuovi confini generati dalla nuova opera, collegato alla rete di punti fiduciali della zona, con file libretto delle misure in formato Pregeo 10, al fine di consentire alla Amministrazione la redazione dei tipi di frazionamento.

In mancanza di tale documentazione non potrà essere emessa la fattura relativa allo stato finale dei lavori.

L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

2. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.
3. L'Appaltatore deve rilasciare tutte le certificazioni e dichiarazioni prescritte dalle vigenti disposizioni di legge in materia di impianti, nonché una dichiarazione scritta di assunzione a proprio carico degli obblighi di garanzia relativamente a tutte le apparecchiature, le attrezzature, gli impianti, ecc... per i quali essa è dovuta in base alle norme vigenti.

Art. 57. Custodia del cantiere

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

Art. 58. Cartello di cantiere

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero **2** esemplari del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, nonché, se del caso, le indicazioni di cui all'articolo 12 del d.m. 22 gennaio 2008, n. 37.
2. Il cartello di cantiere è aggiornato periodicamente in relazione all'eventuale mutamento delle condizioni ivi riportate.

INDICE

1	CAPO I NORME GENERALI SUI MATERIALI	7
1.1	Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione	7
1.2	Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione	8
1.3	Utilizzo di materiali recuperati o riciclati	8
1.4	Terre e rocce da scavo	8
2	CAPO II QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI D'APPALTO	9
2.1	Art. 1 Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo	9
2.2	Art. 2 Caratteristiche dei vari materiali	9
3	CAPO III - NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI	10
3.1	Premessa	10
3.2	Art. 3 - Sondaggi e tracciamenti	10
3.3	Art. 4 - Scavi	11
3.3.1	Norme generali	11
3.3.2	Terre e rocce da scavo	11
3.3.3	Scavi di sbancamento	12
3.3.4	Scavi di fondazione	12
3.3.5	Scavi subacquei	12
3.4	Art. 5 - Demolizioni e rimozioni	13
3.4.1	Demolizione di murature e fabbricati	13
3.4.2	Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali	13
3.4.3	Rimozioni	14
3.5	Art. 6 - Rilevati	14
3.5.1	Definizione	14
3.5.2	Materiali per la formazione di rilevati	14
3.5.2.1	Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo	14
3.5.2.2	Caratteristiche dei vari materiali - Generalità	15
3.5.2.3	Materiali per la formazione di rilevati	16
3.5.2.4	Materiali aridi provenienti da impianti di recupero e di riciclaggio	18
3.5.3	Preparazione del piano di posa dei rilevati	25
3.5.3.1	Scotico, bonifica e gradonature	25
3.5.3.2	Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea	25
3.5.3.3	Strato di transizione (Rilevato - Terreno)	26
3.5.4	Prove di controllo sul piano di posa	29
3.5.5	Formazione del rilevato	30

3.5.5.1	Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali	30
3.5.5.2	Costruzione del rilevato	33
3.6	Art. 8 Pali di fondazione	36
3.6.1	Generalità	36
3.6.1.1	Prove tecnologiche preliminari	37
3.6.1.2	Preparazione del piano di lavoro	37
3.6.2	Micropali	38
3.6.2.1	Definizione, classificazione e campi di applicazione	38
3.6.2.2	Soggezioni geotecniche e idrologiche	38
3.6.2.3	Tolleranze geometriche	38
3.6.2.4	Tracciamento	39
3.6.2.5	Perforazione	39
3.6.2.6	Confezione e posa delle armature	39
3.6.2.7	Formazione del fusto del micropalo	40
3.6.2.8	Controlli e misure	42
3.6.2.9	Documentazione dei lavori	43
3.6.3	Pali trivellati di medio e grande diametro	43
3.6.3.1	Definizione	43
3.6.3.2	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche	43
3.6.3.3	Tolleranze geometriche	44
3.6.3.4	Tracciamento	44
3.6.3.5	Perforazione	44
3.6.3.6	Armature metalliche	47
3.6.3.7	Formazione del fusto del palo	47
3.6.4	Prove di controllo sui pali	49
3.6.4.1	Prove di carico in corso d'opera	49
3.6.4.2	Controlli non distruttivi	50
3.7	Art. 11 - Dreni	51
3.7.1	Dreni perforati nel terreno	51
3.7.1.1	Definizione e scopo	51
3.7.1.2	Perforazione	51
3.7.1.3	Fornitura e posa del tubo filtrante	52
3.7.1.4	Dispositivo di separazione tra il tratto filtrante ed il tratto cieco	52
3.7.1.5	Lavaggio e manutenzione dei dreni	53
3.7.1.6	Dreni in rocce lapidee	53
3.7.1.7	Dreni in terreni argillosi stringenti	54
3.7.2	Dreni prefabbricati a nastro	54
3.7.2.1	Definizioni e campo di impiego	54
3.7.2.2	Requisiti del nastro prefabbricato	54
3.7.2.3	Preparazione del piano di lavoro e posa del materasso drenante di collegamento	55
3.7.2.4	Installazione dei dreni	55
3.8	Art. 12 - Tiranti di ancoraggio nei terreni	56
3.8.1	Definizione e scopo	56
3.8.2	Prove tecnologiche preliminari	56
3.8.3	Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali	57
3.8.4	Materiali ed elementi costruttivi	57
3.8.4.1	Acciai e dispositivi di bloccaggio	57
3.8.4.2	Miscele di iniezione composizione e controlli	58
3.8.4.3	Elementi di protezione	59
3.8.4.4	Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione	60
3.8.5	Tolleranze geometriche	60

3.8.6	Perforazione	60
3.8.7	Assemblaggio e posa delle armature	61
3.8.8	Connessione al terreno	62
3.8.8.1	Iniezione semplice	62
3.8.8.2	Iniezione ripetuta in pressione	62
3.8.9	Tesatura e collaudo	63
3.8.10	Protezioni anticorrosive in opera	64
3.8.11	Documentazione dei lavori	65
3.9	Art. 13 Conglomerati cementizi semplici ed armati (normali e precompressi)	65
3.9.1	Materiali per il conglomerato cementizio	65
3.9.1.1	Cemento	65
3.9.1.2	Aggregati	66
3.9.1.3	Acqua di impasto	68
3.9.1.4	Additivi	68
3.9.2	Classi dei calcestruzzi	71
3.9.3	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	71
3.9.4	Controlli in corso d'opera	72
3.9.5	Resistenza e durezza dei calcestruzzi	73
3.9.6	Durabilità dei conglomerati cementizi	73
3.9.7	Tecnologia esecutiva delle opere	74
3.9.7.1	Confezione dei conglomerati cementizi	75
3.9.7.2	Trasporto	77
3.9.7.3	Posa in opera	77
3.9.7.4	Stagionatura e disarmo	79
3.9.7.5	Prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco	81
3.9.7.6	Armature per c.a.	81
3.9.7.7	Armatura di precompressione	82
3.10	Art. 15 - Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso	82
3.11	Art. 16 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	83
3.12	Art. 18 - Ripristino/adeguamento di elementi strutturali in conglomerato cementizio	84
3.12.1	Miscele per il ripristino di superfici degradate	84
3.12.1.1	Generalità	84
3.12.1.2	Materiali	84
3.12.2	Requisiti delle miscele	86
3.12.3	Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive	87
3.12.3.1	Generalità	87
3.12.3.2	Asportazione del calcestruzzo degradato	88
3.12.3.3	Trattamento ferri d'armatura	89
3.12.3.4	Posizionamento di armature aggiuntive	89
3.12.3.5	Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto	89
3.12.3.6	Preparazione delle superfici da ripristinare	90
3.12.3.7	Messa in opera delle miscele di ripristino	90
3.12.3.8	Frattazzatura	93
3.12.3.9	Stagionatura	93
3.12.4	Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento	94

3.12.5	Prove e controlli	96
3.13	Art. 22 - Acciaio per c.a. e c.a.p.	96
3.13.1	Generalità	96
3.13.2	Acciaio in barre ad aderenza migliorata controllato in stabilimento	97
3.13.3	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	97
3.13.4	Acciaio per c.a.p.	97
3.13.4.1	Fili, barre, trefoli	97
3.13.4.2	Cavo inguainato monotrefolo	98
3.13.4.3	Ancoraggi dell'armatura di precompressione	98
3.13.5	Acciai provenienti dall'estero	98
3.14	Art. 23 Acciaio per carpenteria	99
3.14.1	Generalità	99
3.14.2	Collaudo tecnologico dei materiali	99
3.14.3	Controlli in corso di lavorazione	100
3.14.4	Montaggio	101
3.14.5	Verniciature	102
3.14.5.1	Generalità	102
3.14.5.2	Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie	103
3.14.5.3	Preparazione delle superfici	104
3.14.5.4	Ciclo di verniciatura	104
3.15	Art. 28 - Strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati	105
3.15.1	Generalità	105
3.15.2	Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.	106
3.15.3	Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.	107
3.15.4	Muri di controripa in pannelli di c.a.v.	107
3.15.5	Muri di sostegno in terra armata	108
3.15.6	Strutture di sostegno a scomparti cellulari	108
3.15.7	Strutture di contenimento in elementi scatolari	109
3.15.8	Strutture di sostegno a paramento verde	109
3.16	Art. 29 - Misto granulare non legato per fondazione	110
3.16.1	Descrizione	110
3.16.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	110
3.16.3	Studio preliminare	111
3.16.4	Modalità esecutive	112
3.17	Art. 31 - Fondazione a legante idraulico	113
3.17.1	Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale	113
3.17.1.1	Descrizione	113
3.17.1.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	113
3.17.1.3	Studio della miscela in laboratorio	116
3.17.1.4	Formazione e confezione delle miscele	117
3.17.1.5	Posa in opera – tempo di maturazione	117
3.17.1.6	Protezione superficiale	118
3.17.1.7	Norme di controllo delle lavorazioni	118

3.18	Art. 33 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso	120
3.18.1	Leganti bituminosi di base e modificati	120
3.18.1.1	Leganti bituminosi semisolidi	120
3.18.1.2	Additivi	124
3.18.2	Conglomerati bituminosi a caldo	126
3.18.2.1	Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura	126
3.18.2.2	Conglomerato bituminoso per strati di base e binder ad alto modulo complesso	136
3.18.2.3	Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura	137
3.18.3	Controllo requisiti di accettazione delle pavimentazioni	139
3.18.3.1	Aderenza	139
3.18.3.2	Regolarità	140
3.18.3.3	Norma per la valutazione dello spessore degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale	141
3.19	Art. 34 - Drenaggi	141
3.19.1	Drenaggi tradizionali	141
3.19.2	Drenaggi a tergo delle murature	141
3.19.3	Drenaggi con filtro in "tessuto non tessuto"	142
3.20	Art.36 - Tubazioni, pozzetti, canalette, mantellate, cunette e fossi di guardia, cordonature	142
3.20.1	Tubazioni	142
3.20.1.1	Generalità	142
3.20.1.2	Tubi di PVC rigido	143
3.20.1.3	Tubi di polietilene	143
3.20.1.4	Tubi in calcestruzzo vibrocentrifugato	144
3.20.1.5	Posa in opera di tubi in generale – Norme varie	145
3.20.2	Pozzetti, chiusini, griglie	150
3.20.2.1	Pozzetti prefabbricati in c.a.v.	150
3.20.2.2	Pozzetti in muratura	151
3.20.2.3	Pozzetti in PEMD	151
3.20.2.4	Chiusini e griglie	154
3.20.3	Canalette	154
3.20.4	Rivestimento per cunette e fossi di guardia	155
3.20.5	Cordonature	155
3.21	Art. 38 - Opere in verde	155
3.21.1	Materiali per l'ingegneria naturalistica	155
3.21.2	Prescrizioni tecniche per l'esecuzione dei lavori	156
3.21.3	Scavi e rilevati in genere	156
3.21.4	Interventi di riqualificazione della vegetazione	158
3.21.5	Opere di ingegneria naturalistica	158
3.21.6	Inerbimenti	160
3.22	Art. 39 - Barriere di sicurezza	161
3.22.1	Generalità	161
3.22.2	Caratteristiche dei materiali	163
3.22.3	Barriere per banchine centrali e laterali	163
3.22.3.1	Barriere di sicurezza a doppia onda	163

3.22.3.2	Barriere di sicurezza a tripla onda	164
3.22.3.3	Barriere per opere d'arte	165
3.22.4	Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo New Jersey	165
3.22.4.1	Generalità	165
3.22.4.2	Caratteristiche di accettazione – prove di controllo	165
3.22.4.3	Protezione delle barriere New Jersey	165
3.22.5	Barriere di sicurezza in legno/acciaio	166
3.23	Art. 41 Segnaletica orizzontale e verticale	166
3.23.1	Segnaletica orizzontale	166
3.23.1.1	Generalità	166
3.23.1.2	Materiali e forniture in genere	166
3.23.1.3	Caratteristiche dei materiali per segnaletica orizzontale	167
3.23.2	Segnaletica verticale	167
3.23.2.1	Costruzione dei cartelli	167
3.23.2.2	Caratteristiche costruttive	169
3.23.2.3	Sostegni per cartelli	171
3.23.2.4	Fondazioni e posa in opera	172
3.23.2.5	Prescrizioni (art. 77.7 del Regolamento di esecuzione e attuazione del Codice della strada approvato con D.P.R. n. 495 in data 16.12.1992)	173
3.23.2.6	Caratteristiche delle pellicole	173
3.23.2.7	Individuazione delle pellicole retroriflettenti	173

1 CAPO I NORME GENERALI SUI MATERIALI

1.1 NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato speciale, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente l'articolo 167 del Regolamento generale e gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.
3. L'appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al d.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.
4. L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).
5. Qualora la direzione dei lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.
6. In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni comunitarie, nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la direzione lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.
7. Entro 60 gg. dalla consegna dei lavori o, in caso di materiali o prodotti di particolare complessità, entro 60 gg. antecedenti il loro utilizzo, l'appaltatore presenta alla direzione lavori, per l'approvazione la campionatura completa di tutti i materiali, manufatti, prodotti, ecc. previsti o necessari per dare finita in ogni sua parte l'opera oggetto dell'appalto.
8. L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

1.2 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE

1. I materiali provenienti da escavazioni e da demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.
2. I materiali di risulta da escavazioni e/o demolizioni devono essere conferiti a totale cura e spese dell'appaltatore presso la pubblica discarica di propria scelta da comunicare alla stazione Appaltante prima dell'inizio dei lavori, con successiva produzione della documentazione dimostrativa dell'avvenuto conferimento. In proposito si richiama il successivo art. 2.3.
3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 31 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.
4. E' fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi 1, 2 e 3, ai fini di cui all'articolo 58 della sezione I.

1.3 UTILIZZO DI MATERIALI RECUPERATI O RICICLATI

1. Il progetto non prevede categorie di prodotti (tipologie di manufatti e beni) ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera d), del decreto del ministero dell'ambiente 8 maggio 2003, n. 203.
2. I manufatti e i beni di cui al comma 1 sono i seguenti:
 - a. Muro in c.a. di sottoscarpa;
 - b. Allargamento stradale;
 - c. Barriere di sicurezza stradale
3. L'appaltatore è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.
4. L'appaltatore deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli articoli da 181 a 198 e agli articoli 214, 215 e 216 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

1.4 TERRE E ROCCE DA SCAVO

1. Sono a carico e a cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti.
2. E' altresì a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:

- a. siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del decreto legislativo n. 186 del 2006;
 - b. siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 186 del 2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10-sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2.
3. Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

2 CAPO II QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI D'APPALTO

2.1 ART. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo punto 2.2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera. Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

2.2 ART. 2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme. In particolare, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento

recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione. Nell'ambito di tale direttiva, il CEN ha elaborato le seguenti norme: -EN 12620 Aggregati per il calcestruzzo -EN 13043 Aggregati per miscele bituminose -EN 13055-1 Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte -EN 13055-2 Aggregati leggeri per miscele bituminose -EN 13139 Aggregati per malta -EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile -EN 13383 Aggregati per opere di protezione -EN 13450 Aggregati per massicciate ferroviarie. Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa. In caso di discrepanza o difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto nella Norma specifica. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà. Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti del D.M. del 14.01.2008 (c.d. NTU) relativi capitoli, ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

3 CAPO III - NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI

3.1 PREMESSA

L'Impresa dovrà comunque eseguire le opere in ottemperanza alle leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alla normativa sotto elencata:

- a) Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- b) Legge 2 febbraio 1974 n. 64 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- c) D.M. 14/01/2008 – "Norme tecniche per le costruzioni".

L'Impresa dovrà inoltre sottostare agli ordini che verranno impartiti dalla D.L. sulla base delle direttive che, in accordo con i Progettisti, riterrà di emettere. Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile della esecuzione delle opere.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione del prezzo contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito quanto previsto nelle Norme Tecniche.

3.2 ART. 3 - SONDAGGI E TRACCIAMENTI

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà

provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo. Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione della picchettazione completa del lavoro, provvedendo al rilievo di dettaglio dell'area di cantiere, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette ecc.. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo 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.

3.3 ART. 4 - SCAVI

3.3.1 Norme generali

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima. Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa di procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nulla è dovuto all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature. Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie. Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di Legge.

3.3.2 Terre e rocce da scavo

Oneri a carico dell'Impresa Le terre e le rocce da scavo non impiegate nell'ambito del cantiere secondo quanto previsto in progetto, vengono cedute all'Impresa al prezzo previsto in E.P.U., rimanendo a carico dell'Impresa tutti gli oneri per il carico, lo scarico, il trasporto del materiale ai siti di destinazione, secondo la Normativa vigente, e l'eventuale conferimento a discarica autorizzata del materiale non utilizzabile.

3.3.3 Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; gli scavi per la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati, la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

3.3.4 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione. Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno di adeguata capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate. Le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prescritta dalla Direzione Lavori ma in tal caso, non sarà pagato il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza. E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. L'Impresa dovrà provvedere al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature. Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

3.3.5 Scavi subacquei

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento. Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;

- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fuggatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi (Legge n. 319 del 10/5/1976 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento; all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento delle acque.

3.4 ART. 5 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

3.4.1 Demolizione di murature e fabbricati

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

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto. Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso. Le demolizioni dovranno essere eseguite sotto la sorveglianza di un preposto e condotte in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti. Ai sensi del art. 151 comma 2 del D.Lgs.81/08 la successione dei lavori di demolizione dovrà risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza. Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non arrecare danno a persone, strutture sottostanti e le proprietà di terzi. L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizione potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi. I materiali di risulta ritenuti idonei dalla Direzione Lavori potranno essere reimpiegati, fermo restando l'obbligo di allontanare e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

3.4.2 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di screpolature. Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto

granulometricamente stabilizzato.

3.4.3 Rimozioni

Per rimozione si intende:

- lo smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra, in pavimentazione in conglomerato cementizio;
- lo smontaggio di pali di illuminazione, pannelli di segnalazione, segnaletica verticale esistenti. Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

3.5 ART. 6 - RILEVATI

3.5.1 Definizione

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni. Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiranno il corpo del rilevato e che saranno oggetto della fornitura, saranno comunicate dalla Direzione Lavori all'Impresa, che dovrà tenerne conto ai fini del loro reimpiego a rilevato, restando impregiudicata per l'Impresa la possibilità di effettuare controlli a propria discrezione e spese. L'impresa dovrà garantire inoltre il controllo della deformazione dei corpi in rilevato che verranno realizzati, provvedendo alle verifiche dei cedimenti e delle deformazioni avendo predisposto una rete di capisaldi di controllo. L'Impresa, a seguito di eventuale ordine scritto della D.L. dovrà eseguire a sua cura e spese, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc.), atte a verificare con sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto. Salvo controindicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

3.5.2 Materiali per la formazione di rilevati

3.5.2.1 Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo punto 3.5.2.2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno

essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società. L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera. Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia. Solo dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio e/o della documentazione presentata, il materiale potrà essere trasportato a piè d'opera per essere impiegato nella costruzione, fermo restando che l'Appaltatore stesso sarà comunque responsabile, a tutti gli effetti, della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità - ove necessarie e come di seguito specificate- sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

3.5.2.2 Caratteristiche dei vari materiali - Generalità

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme. In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione. Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

-UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per

l'impiego in opere di ingegneria civile. Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa. In caso di discrepanza o difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto nella Norma specifica. L'Impresa dovrà comunque eseguire le forniture in ottemperanza alle leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento agli ordini che la Direzione Lavori le. Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di

legge, essa rimane unica e completa responsabile della fornitura oggetto dell'appalto. Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità di fornitura, dei materiali inerti; nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione della singola lavorazione contenuta nella lista delle lavorazioni, dovrà essere eseguito quanto previsto nelle Norme Tecniche.

3.5.2.3 Materiali per la formazione di rilevati

3.5.2.3.1 *Provenienza dei materiali*

Prima di fornire i materiali a piè d'opera nel cantiere, provenienti dagli scavi e/o dalle cave di prestito, l'Appaltatore medesimo dovrà comunque esperire una campagna di indagini atte a fornire alla Direzione Lavori una esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali prevedendo un numero adeguato di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m³). Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia o in materie sciolte, la fornitura sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e l'esecuzione delle prove di laboratorio; l'Appaltatore provvederà inoltre alla eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura (vedasi specifiche seguenti). Ove l'Appaltatore si approvvigionasse da proprie cave di prestito, prima di avviarne la coltivazione per l'impiego a rilevato dei materiali di scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quelli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione. Le cave di prestito, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le prescrizioni impartite dagli Enti concedenti le relative autorizzazioni in modo che, tanto durante la cavatura ed anche a cavatura ultimata non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica, ferma restando ogni responsabilità connessa a tale attività unicamente in capo all'Appaltatore. Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi, esterne al cantiere di consegna. Per le aree di deposito che eventualmente fossero messe a disposizione dalla D.L. all'interno dell'area di cantiere, l'Appaltatore rimane responsabile della loro conduzione e stabilità generale, avendo cura di garantire la sicurezza del personale e mezzi impiegati nelle operazioni di scarico, carico, trasporto e sistemazione.

3.5.2.3.2 *Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali*

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003, di cui all'allegata tabella.

3.5.2.3.2.1 *Materiali per rilevati stradali provenienti da cave o da scavi*

Dovranno essere forniti, nelle quantità necessarie alla realizzazione dell'opera così come descritto dal Progetto definitivo, materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, e non

saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane. La fornitura di materiale lapideo proveniente da frantumazione è ammessa solamente se il materiale presenta caratteristiche di natura non geliva, stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e comunque tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm; si escludono forniture di elementi prevalentemente bidimensionali o marcatamente scistososi, così come di rocce di natura flyshoidale.

I materiali forniti dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

3.5.2.3.2.2 Fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

La fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 è ammessa limitatamente all'utilizzo per Stabilizzazione con calce e/o cemento.

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≥ 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0.425 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 30	≥ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0.075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0.425 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40	≥ 40	
Indice di plasticità	≤ 6	-	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≥ 10	≤ 10	≥ 10	≤ 10	≥ 10	≥ 10	
											IP ≤ 11, 30	IP ≤ 11, 30	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia e breccia, ghiaia e breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa e argillose				Limati poco compressibili	Limati forte- mente compressibili	Argille poco compressibili	Argille forte- mente compressibili moderate- mente plastiche	Argille forte- mente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota forma- zione, derivanti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di soffondamento in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente						Da scartare come soffondamento
Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, appariva sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scompare comprimendo il campione fra le dita.													

Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003

3.5.2.3.2.3 Trasporto e scarico dei materiali forniti in cantiere

I materiali forniti in cantiere dovranno essere scaricati nei modi e nelle aree che verranno indicate dalla D.L., evitando ogni danneggiamento dei rilevati o comunque di opere già realizzate, o di strati di sottofondo. Il materiale dovrà essere consegnato con precentuali di umidità prossime a quelle ottimali di impiego: in caso il contenuto di umidità fosse eccessivo ai fini dell'impiego a rilevato, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'asciugatura dello stesso in cava o in cantiere con operazioni di erpicazione e di aereatura. Il deposito in cumuli, ove previsto e consentito dalla D.L., dovrà essere condotto in modo da garantire sempre la massima stabilità del cumulo stesso.

3.5.2.3.2.4 Prove di controllo ed autorizzazioni

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali sarà accertata mediante le seguenti prove di laboratorio, che verranno condotte con la frequenza minima di cui alla tabella seguente:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di

- passante al setaccio 0,425 UNI 2332;
- prova di compattazione UNI EN 13286-2:2005 ed esecuzione di:
 - o analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
 - o prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova UNI EN 13286-2:2005 e compattati al 95% della densità massima (+2%).

Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare i punti di prelievo e il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste. La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità dei siti di provenienza. Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori. La serie di prove sui primi 5000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripartizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti a materiali di identica provenienza.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Frequenza delle prove:

	primi 5000 m ³	successivi m ³
Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003	500	5000
Costipamento UNI EN 132862:2005	500	5000
Controllo umidità	1000	5000
Resistività	500	5000
PH	500	5000
Solfati e cloruri	500	5000
Solfuri	500	5000

3.5.2.4 Materiali aridi provenienti da impianti di recupero e di riciclaggio

Nel caso sia previsto nella costruzione dei rilevati stradali l'impiego totale o parziale di materiali provenienti da impianti di riciclaggio, dovranno essere applicate le disposizioni di cui ai commi seguenti.

3.5.2.4.1 Descrizione

Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.. I materiali provenienti da attività di costruzione o demolizione sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, intonaci, allettamenti, materiali lapidei provenienti da cave autorizzate o da attività di taglio e lavorazione. I materiali di scarto provenienti da processi industriali sono prevalentemente costituiti da scorie, loppe d'alto forno, esclusivamente di nuova produzione e, comunque, non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno. I materiali di riuso possono venire miscelati tra loro ed anche con terre naturali, in modo da favorirne il riutilizzo nelle costruzioni stradali con i conseguenti benefici economici ed ambientali.

3.5.2.4.2 Qualificazione fisico-meccanica

L'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento. I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi:

- impiego nello strato di sottofondo, fino alla profondità di circa 1,00 m a partire dal piano di posa della sovrastruttura;
- impiego per strati di rilevato, per bonifiche del piano di posa e similari.

Per le miscele a più largo spettro, provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, si applica la Tabella 1.1 seguente, nel caso meno restrittivo dell'impiego degli stessi nel corpo del rilevato si usa la Tabella 1.2.

Tabella 1.1	Materiali per strato di sottofondo	
Parametro	Modalità di prova	Limiti
Cls, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	>80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4mm	<10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,2% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,4% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<15% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	NP
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>100% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Perdita Los Angeles	Uni EN 1097/2:2008	<45
Rapporto tra passante setaccio 0,425 e 0,075 mm	CNR 23/71	>1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo $\pm 2\%$ Wott	CNR 69/78	Differenza P0.075post – P0.075ante $\leq 5\%$
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-4:2008	<35
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-3:2008	<35

Tabella 1.2		Materiali per corpo del rilevato	
Parametro		modalità di prova	Limiti
Cls, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Vetro e scorie vetrose		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
Conglomerati bituminosi		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<25% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,3% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,6% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio		Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI		CNR 75/1980	<25% in massa
Indice di plasticità		UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	<6
Passante crivello 71 UNI		CNR 23/71	>85% in massa
Passante setaccio 4 mm		CNR 23/71	<60% in massa
Dimensione massima		Misura diretta	< 140 mm
Trattenuto crivello 71UNI *		Frantumazione	Assenza di vuoti interni
* Nota: in caso di presenza di mattoni forati, blocchi forati e simili. va eseguita la frantumazione per il riuso fino ad avere il 100% di passante al crivello 71 UNI.			

Per gli inerti provenienti prevalentemente da attività industriali, con reimpiego diretto di una specifica tipologia di scarti, valgono invece le specificazioni riportate nella Tabella 2.1 per il sottofondo, e nella Tabella 2.2 per il corpo del rilevato.

Ai fini dell'impiego nel corpo stradale, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Tabella 2.1	Scarti industriali per sottofondo	
parametro	modalità di prova	limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>80% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,5% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789212:2005	Non plastico
Perdita Los Angeles	UNI EN 1097/2	<45
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	100%
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<20% in massa
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo ± 2 % Wott	CNR 69/78	Differenza P0.075post -- P0.075ante $\leq 5\%$

Tabella 2.2	Scarti industriali per corpo rilevato	
parametro	modalità di prova	limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<1% in massa
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Dimensione massima D max	UNI EN 933/1	140 mm
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789212:2005	<4

3.5.2.4.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose

e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 per cento. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere $\leq 0,5$ per cento.

3.5.2.4.4 Formazione e stoccaggio delle partite

Le singole partite di prodotto, o lotti, se non impiegabili direttamente, devono essere stoccate a carico dell'Appaltatore sulle aree che verranno poste a disposizione dalla D.L., in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m³. L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:

- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante. Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

3.5.2.4.5 Accettazione

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle forniture e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della partita proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente. Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

3.5.2.4.6 Posa in opera

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo

livellatrici o macchine equivalenti. Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori. L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati. Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

3.5.2.4.7 Controlli prestazionali

I controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, salvo diverse prescrizioni motivate in sede esecutiva, sono conformi a quelli previsti per le terre naturali. Ogni 1.000 m³ di materiale fornito, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico – meccanica riportati nelle tabelle precedenti.

3.5.2.4.8 Campo prova

Un prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta dall'Appaltatore quando il volume fornito dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m³ o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dalle specifiche di Tabelle precedenti. Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione Md (CNR 146/92) che dovrà risultare non inferiore a 20 Mpa nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 da N/cm²; le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti.

L'onere della sperimentazione ricade completamente sull'Appaltatore, che dovrà mettere a disposizione della D.L. i necessari mezzi di stesa e compattamento meccanico e quant'altro necessario per dare il rilevato finito e testabile.

3.5.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati

3.5.3.1 Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica. Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori. L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane. Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa. Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese. Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate e delle aiuole sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza. Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche, caposaldi per rilievi topografici ed eventuali altri strumenti di misura. La posa in opera della strumentazione e dei caposaldi e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori. La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm. La fornitura dei volumi di rilevato comprende anche le quantità necessarie al raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, calcolate sulla base dei risultati dello studio geotecnico di progetto. Sarà onere dell'Appaltatore provvedere a reintegrare gli ulteriori volumi di rilevato necessari al raggiungimento della quota di progetto.

3.5.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di

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

-30 MPa, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ MPa, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m, e comunque per lo strato di rilevato posto a 2,00 m al disotto del piano di appoggio della pavimentazione;

-50 MPa, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ MPa, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m e comunque per lo strato di rilevato posto a 1,00 m dal piano di appoggio della pavimentazione.

-80 MPa, nell'intervallo compreso tra $0,15 \div 0,25$ da MPa, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea. Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature. La variazione di detti valori di portanza al variare della quota dovrà risultare lineare. Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto. Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

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

- almeno pari al 90% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in trincea.

3.5.3.3 Strato di transizione (Rilevato - Terreno)

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in generale allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, verrà eseguita

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di teli di geotessile tessuto o non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

3.5.3.3.1 *Strato granulare anticapillare*

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante. Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm (se non diversamente riportato nelle tavole di progetto), deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 20 e 80 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%. Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati. Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 1000 m³ di materiale fornito in opera. La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 932-1:1998. I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori. Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

3.5.3.3.2 *Geotessile tessuto*

I geotessili previsti in progetto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Geotessile tessuto flessibile realizzato in polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 55 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 18% in direzione longitudinale e al 15% in direzione trasversale (ISO 10319). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di 10×10^{-3} m/s (EN ISO 11058).

Geotessile tessuto realizzato in polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 80 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 20% in direzione longitudinale e al 18% in direzione trasversale (ISO 10319). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di 6×10^{-3} m/s (EN ISO 11058).

Geotessile tessuto con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile dovrà essere realizzato in polivinilalcol (PVA) ad elevato modulo e basso creep nella direzione dell'ordito ed in polipropilene nella direzione della trama. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 250 kN/m nella direzione longitudinale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% (ISO 10319). Il modulo elastico al 5% di allungamento, in direzione longitudinale, dovrà essere non inferiore a 5000 kN/m. In terreni con valori di pH compresi tra 4 e 12, il geotessile non dovrà subire alcuna riduzione della resistenza

longitudinale. Tale caratteristica dovrà essere supportata da opportuni certificati di prova. La permeabilità del materiale dovrà essere almeno $15 \text{ l/m}^2/\text{s}$ (UNI EN ISO 11058:2002). Il geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore.

Geotessile tessuto flessibile con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile sarà realizzato in polivinilalcol (PVA) nella direzione dell'ordito ed in polipropilene nella direzione della trama. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 400 kN/m nella direzione longitudinale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% (UNI EN ISO 10319:2008). Il modulo elastico al 5% di allungamento, in direzione longitudinale, dovrà essere non inferiore a 8000 kN/m . In terreni con valori di pH compresi tra 4 e 12, il geotessile non dovrà subire alcuna riduzione della resistenza longitudinale. Tale caratteristica dovrà essere supportata da opportuni certificati di prova. La permeabilità del materiale dovrà essere almeno $10 \text{ l/m}^2/\text{s}$ (UNI EN ISO 11058:2002).

Geotessile tessuto con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile sarà realizzato in poliestere ad elevato modulo e basso creep nella direzione dell'ordito ed in poliammide nella direzione della trama. Dovrà essere resistente ai raggi UV (perdita trascurabile della resistenza dopo un periodo di esposizione minimo di 4 settimane), ai microrganismi e alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 1000 kN/m nella direzione longitudinale e a 100 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 10% ed al 20% rispettivamente (UNI EN ISO 10319:2008). Il geotessile dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 500 kN/m al 6% di allungamento (UNI EN ISO 10319:2008). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di $3,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (UNI EN ISO 11058:2002). Le giunzioni potranno essere realizzate mediante sovrapposizioni o cuciture. Non sono ammesse cuciture nella direzione di rinforzo.

Ogni geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

3.5.3.3.3 Geogriglie

Le geogriglie previste in progetto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Geogriglia flessibile per il rinforzo dei terreni. La geogriglia sarà realizzata in polivinilalcol (PVA) nella direzione dell'ordito ed in poliammide (PA) nella direzione della trama, coperte con rivestimento polimerico inerte, resistente ai raggi UV e a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere intrecciate con le fibre trasversali in modo da impedire lo spostamento delle stesse in corrispondenza dei nodi. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 55 kN/m nella direzione longitudinale e a 25 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% nella direzione longitudinale (ISO 10319).

La geogriglia dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 15 kN/m al 2% di allungamento e di 24 kN/m al 3% di allungamento (UNI EN ISO 10319:2008). Geogriglia flessibile per il rinforzo dei terreni. La geogriglia dovrà essere realizzata in polivinilalcol (PVA) nella direzione dell'ordito ed in poliammide (PA) nella direzione della trama, coperte con rivestimento polimerico inerte, resistente ai raggi UV e a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere intrecciate con le fibre trasversali in modo da impedire lo spostamento delle stesse in corrispondenza dei nodi. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 80 kN/m nella direzione longitudinale e a 25 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% nella direzione longitudinale (UNI EN ISO 10319:2008). La geogriglia dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 22 kN/m al 2% di allungamento e di 34 kN/m al 3% di allungamento (UNI EN ISO 10319:2008).

Ogni geogriglia dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere. La geogriglia dovrà essere marcata CE in conformità alla normativa europea. Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma UNI EN ISO 10320:2002.

3.5.4 Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S = 0÷1 m	S = 1÷2 m	S > 2m
prove di carico su piastra: una ogni	1500 m ²	2000 m ²	3000 m ²
prove di densità in sito: una ogni	1500 m ²	2000 m ²	2000 m ²

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

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

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m³.

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

3.5.5 Formazione del rilevato

3.5.5.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata" e "terra verde rinforzata";

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003, di cui si allega tabella.

3.5.5.1.1 Rilevati stradali

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o alternativamente terreni trattati a calce e/o a cemento con i criteri di cui al precedente paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** o materiali provenienti da impianti di riciclaggio con i limiti di cui al precedente punto 3.5.2.4, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm. ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane, di diametro superiore ai 15 cm. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm. Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello stato compattato.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione UNI EN 13286-2:2005 Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm. costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

3.5.5.1.2 Rilevati in "Terra Armata" e "Terra verde rinforzata"

Si ottengono per inserimento fra gli strati di un rilevato di elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc..) Ai fini del mantenimento in efficienza del massiccio sono indispensabili speciali caratteristiche dei materiali adottati. Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5. Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa. In ogni caso vanno rispettate le seguenti condizioni:

- a) Il terreno di riempimento sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 80 μ (0,08 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore al 15%.
- b) I terreni con percentuale passante al vaglio da 80 μ superiore al 15%, potranno essere accettati se:

- b-1) la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 μ (0,015 mm) è inferiore al 10 %;
 - b-2) la percentuale sulle prove realizzate per sedimentazione rimane compresa tra il 10 % e il 20 % e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi, è superiore a 25°.
- c) Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 250 mm.

Il rilevato può essere alleggerito con strati di misto granulare o sabbia e argilla espansa se e come indicato nei disegni costruttivi. L'inerte leggero avrà le seguenti caratteristiche: granulometria minore di 25 mm, peso di volume umido compreso tra 7 e 8 kN/m³.

Resistività

Il valore di resistività del materiale saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C sarà superiore a 1.000 Ohm×cm per opere a secco e 3.000 Ohm×cm per opere inondabili.

Attività ioni idrogeno

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato sarà compreso tra 5 e 10.

Contenuto in sali solubili

Il contenuto di cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm×cm e non dovrà eccedere i seguenti valori:

Opere a secco	Opere in acqua dolce	Opere a secco	Opere in acqua dolce
(Cl ⁻) 200 mg/kg	(Cl ⁻) 100 mg/kg	(SO ₄ ⁼) 1000 mg/kg	(SO ₄ ⁼) 500 mg/kg

Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili). Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometrica e chimica, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati. La posa del materiale di riempimento seguirà strettamente il montaggio di ciascuna fila di pannelli; in corrispondenza di ogni livello di armature il materiale sarà steso e compattato dopo la posa ed il fissaggio delle stesse. Ad ogni fila di pannelli, corrispondono due strati di rilevato in modo da compattarne strati che non superino i 40 cm circa. La stesa del materiale dovrà essere eseguita sistematicamente per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Durante le fasi di lavoro, e ad opera ultimata, si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 4%. La pendenza sarà contrapposta al paramento. La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascuno strato non inferiore a 90% del valore fornito dalla prova UNI EN 132862:2005 mod. , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% o secondo quanto indicato sui disegni costruttivi. La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm$ 1,5% ca.) a quello ottimale

determinato mediante la prova UNI EN 13286-2:2005 mod. 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 e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Prima che venga messo in opera uno strato di terreno, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti. La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione. L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa. L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori. Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature: durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli. La serie di prove sui primi 5000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato. Armatura di rinforzo per terra rinforzata

Biorete antierosione, per la protezione temporanea contro l'erosione delle scarpate e per favorire il rinverdimento. La stuoia biodegradabile dovrà essere interamente realizzata in fibre di juta, intrecciate in modo da conformare una rete tessuta a maglia aperta di circa 15x10 mm. La resistenza ultima a rottura longitudinale dovrà essere pari a 15 kN/m, con un allungamento dell'8%. Il peso unitario sarà di circa 500 gr/m². Sui valori sopraindicati è ammessa una tolleranza del +/- 12%. La biorete dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le prescrizioni progettuali e le procedure indicate dal fornitore. Cassero a perdere da porre sul fronte delle terre rinforzate in rete elettrosaldata. Terreno vegetale per uno sp. medio di 0,30 cm. Idrosemina su tutto il paramento con miscela di sementi in quantità di almeno 40 gr/m² e additivi (concimi, collanti, equilibratori idrici) ottimizzata sulla base delle condizioni climatiche e di espressione del sito.

Armatura metallica per terra armata Le armature laminate e profilate debbono essere in acciaio, del tipo S355J0. Le reti metalliche sono a doppia torsione a maglie esagonali, tipo 8x10 (conformi UNI EN 10223-3:1999), con valori elevati di resistenza a trazione (fino a 47 kN/m) senza fenomeni di creeping; gli elementi di acciaio interrati, di qualsiasi tipo, debbono essere protetti da zincatura a caldo, di spessore minimo garantito di 70 micron, in ragione di circa 5 g di zinco per dm di superficie sviluppata, o debbono essere inossidabili. I fili sottili, componenti le reti, debbono essere protetti da uno strato di PVC dello spessore di 0,5 mm.

3.5.5.2 Costruzione del rilevato

3.5.5.2.1 Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e nel contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 40 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre stabilizzate a calce e/o cemento, o con materiali provenienti da impianti di recupero.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno, ponendo la massima cura al controllo delle deformazioni del paramento medesimo.

3.5.5.2.2 Compattazione

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova UNI EN 13286-2:2005 mod. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aereazione, 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 e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; 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. In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a

tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m. dai parametri della terra armata o flessibili in genere. A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici. Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di ordinare, a ridosso delle murature dei manufatti, la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV 32.5N o 32.5R in ragione di 25÷50 kg/m³ di materiale compattato. La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare. La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max UNI EN 13286-2:2005 mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse autostradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato. Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

3.5.5.2.3 Condizioni climatiche

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

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

3.5.5.2.4 Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, alla esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo. In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli. Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-

meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo: i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8 passate). Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, di deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre. In taluni casi si potrà ricorrere: a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e al prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere. Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile e successivamente riempito d'acqua.

L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

3.5.5.2.5 Prove di controllo ed autorizzazioni

Prima che venga messo in opera uno strato successivo ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti. La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione. L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno. E' comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio ufficiale. Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter

esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste. Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori. Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli. La serie di prove sui primi 5000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripartizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato. Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo, nei limiti sopra indicati, devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m³)

Tipo di prova	Rilevati autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati di precarico Riempimenti, Banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato cm 30		primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³				
Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento UNI EN 13286-2:2005 mod.	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22/1976	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 146/1992	*	*	500	2000	1000	5000	-	-
Controllo umidità UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
PH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*
* Su prescrizioni della Direzione Lavori; ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.								

3.6 ART. 8 PALI DI FONDAZIONE

3.6.1 Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

- micropali;

- -pali trivellati.

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988 e al D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.

3.6.1.1 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova (pali pilota). I pali prova saranno eseguiti in ragione dello 1% del numero totale dei pali con un minimo di due pali prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Tali prove dovranno essere fatte in conformità al punto 6.4.3.7.1 (prove di progetto sui pali pilota) del D.M. 14/01/2008. I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto. In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come dalla Normativa vigente, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; prove di controllo non distruttive ed a ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità della modalità esecutiva, sempre secondo quanto previsto dalla Normativa vigente. Nel caso l'Impresa, proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese, alle prove tecnologiche sopra descritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive. Il costo delle prove sarà a carico dell'Impresa.

3.6.1.2 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua o di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la formazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

3.6.2 Micropali

3.6.2.1 Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro non maggiore di 250 mm. con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) riempimento a gravità;
- tipo b) riempimento a bassa pressione;
- tipo c) iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a) per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipi b) e c), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa. In particolare la modalità tipo c) è da seguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 300 kN) anche in terreni poco addensati.

3.6.2.2 Soggezioni geotecniche e idrologiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrologiche locali. La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

3.6.2.3 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm., salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazioni dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

3.6.2.4 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, 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 Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

3.6.2.5 Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotoperussione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro. Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo. Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite naturale o polimeri biodegradabili, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori. Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: $0,05 \div 0,08$;
- cemento/acqua: $0,18 \div 0,23$.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dei detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore. L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

3.6.2.6 Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

3.6.2.6.1 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali e spirale aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la

giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 2,0 cm, disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m.

3.6.2.6.2 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio tipo S355 (ex Fe510), senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenuti mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in filo d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 2,0 cm., posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

3.6.2.7 Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

3.6.2.7.1 Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato. Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento. Nel caso

l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera i 50 mm.; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

3.6.2.7.2 Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5÷6 m. di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

3.6.2.7.3 Iniezione ripetuta ad alta pressione

L'iniezione avverrà con valvole tipo “manchette” disposte in numero di due al metro lineare.

Le fasi realizzative sono di seguito elencate:

- I. riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
- II. lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III. avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- IV. lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- V. avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
 - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
 - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0.7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

3.6.2.7.4 *Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali*

Rapporto acqua/cemento: $< 0,5$.

Resistenza cubica: $R_{ck} \geq 30 \text{ Mpa}$.

L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm., per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5 R tipo II A-L per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5 R tipo III o IV;
- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5 R tipo II A-L per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5 R tipo III o IV.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

3.6.2.8 Controlli e misure

Il controllo della profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di sottopinto, verrà misurata in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq 0,10 \text{ m}$; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding), mediante buretta graduata di diametro $\geq 30 \text{ mm}$. Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm. di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo. Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione. Le

modalità di prova dovranno essere conformi alle Normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

3.6.2.9 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "a");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "b");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

3.6.3 Pali trivellati di medio e grande diametro

3.6.3.1 Definizione

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercussione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente. L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

3.6.3.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici o di polimeri biodegradabili. Nel caso di terreni uniformemente argillosi e per profondità non eccedenti i limiti indicati successivamente, la perforazione potrà essere eseguita "a secco", quindi in assenza di fango bentonitico o di polimeri, sempreché le condizioni permettano di escludere qualunque ingresso di acqua nel cavo. Durante la perforazione occorrerà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;

- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

3.6.3.3 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%. Le tolleranze sul diametro nominale D , verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $-0,01 \times D$ " e " $0,1 \times D$ ";
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $-0,01 \times D$ " e " $0,1 \times D$ ".

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

3.6.3.4 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo. Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

3.6.3.5 Perforazione

3.6.3.5.1 Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti. Marcature disposte ad intervalli regolari ($1 \div 2$ m) sugli organi di manovra degli utensili

di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

3.6.3.5.2 Perforazione a secco senza rivestimento

E' ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata $> 0,03$ MPa) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro.

Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo. I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;
- elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

3.6.3.5.3 Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi $2,0\div 2,5$ m. connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale. L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno. La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- secchione ("buche") manovrato da un'asta rigida o telescopica;

in entrambi i casi si dovrà conseguire la disaggregazione del terreno e la estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disagregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico o di polimeri biodegradabili) con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

3.6.3.5.4 Perforazione in presenza di fango bentonitico o polimeri biodegradabili

La perforazione sarà eseguita mediante benna mordente; il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango o polimero all'atto dell'estrazione. Il livello del fango o polimero nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione. Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m. e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m. all'atto dell'estrazione dell'utensile del foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale. Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici (se utilizzati), secondo la legislazione vigente. Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

3.6.3.5.5 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate attrezzature fresanti. L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

3.6.3.5.6 Controlli

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive. In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti. Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

3.6.3.6 Armature metalliche

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche ed essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 5 cm. Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diam. 12÷15 cm. - larghezza > 6 cm.) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4m. Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm. inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm. per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm. Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm. con inerti inferiori ai 2,0 cm, a 10 cm. con inerti di classe superiore. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine. Messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

3.6.3.7 Formazione del fusto del palo

3.6.3.7.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Si impiegheranno almeno tre classi di inerti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una granulometria che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller). La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm. Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 Mpa. Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta. La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.; per le modalità da seguire nello "Slump Test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto successivamente. Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un opportuno additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed alla approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione

di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 mc/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 mc/h per pali di diametro $\geq$ 800 mm. La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultati dal più oneroso dei limiti sopra indicati. Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

3.6.3.7.2 Posa in opera del conglomerato cementizio

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m. di un tubo in acciaio avente diametro interno 20÷25 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m³ e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro. Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico o polimeri biodegradabili, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm. dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm. di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica. All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m. di palo. Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m. e massima di 6 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

3.6.3.7.3 Controlli

L'impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc. di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 10 m³ di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e

del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere riconosciuto l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

3.6.4 Prove di controllo sui pali

3.6.4.1 Prove di carico in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto; le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 6.4.3.7.2 (prove di verifica in corso d'opera) del D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni. 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. Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno 28 giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione. Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120 gradi attorno al palo, interposti tra la testa del palo e una struttura portamicrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico. I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione. La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico). In taluni casi la

Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabilite dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova. Il costo delle prove sarà a carico dell'Impresa.

3.6.4.2 Controlli non distruttivi

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, senza comprometterne l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

3.6.4.2.1 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro ≥ 800 mm. Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali. I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori. Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno pari ad almeno due per pali aventi diametro ≤ 1200 mm e pari ad almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Il costo delle prove sarà a carico dell'Impresa.

3.6.4.2.2 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del

foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

3.6.4.2.3 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m. di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

3.7 ART. 11 - DRENI

3.7.1 Dreni perforati nel terreno

3.7.1.1 Definizione e scopo

Si designano con il termine di dreni perforati quelli ottenuti inserendo nel terreno, grazie ad una trivellazione, un tubo almeno in parte filtrante. Salvo esplicito diverso avviso si farà nel seguito riferimento a terreni sciolti e non a rocce lapidee. I dreni hanno lo scopo di captare venute localizzate o di limitare al valore richiesto dal progetto la quota massima della piezometrica della falda avente sede nei terreni attraversati.

Le caratteristiche del sistema drenante (tipo, interasse, lunghezza e disposizione dei dreni) saranno stabilite in progetto. Per tale tipo di opere si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11/03/1988 e dal D.M. 14/01/2008.

3.7.1.2 Perforazione

La perforazione dovrà essere condotta con un unico calibro per tutto il tratto filtrante; si ammetterà un calibro maggiore per il solo tratto eventualmente equipaggiato con tubo cieco, se ciò risulta utile per il raggiungimento della lunghezza totale richiesta. In ogni caso durante la

perforazione dovrà essere garantita la stabilità del foro anche mediante un rivestimento metallico provvisorio fino alla posa del tubo filtrante. Si potranno adottare attrezzature a rotazione o a rotopercussione e circolazione di acqua (preferibilmente) oppure di aria; non è ammessa la circolazione di fango bentonitico. Al termine della perforazione il foro interamente rivestito dovrà essere sgombrato dai detriti residui mediante lavaggio con il fluido di circolazione. La rigidità delle aste di perforazione dovrà essere tale da consentire di mantenere le deviazioni dell'asse del foro rispetto alla retta di progetto entro un cono avente 1 grado 30' di semiapertura e vertice alla bocca del foro. L'ordine d'esecuzione sarà tale da evitare la perforazione contemporanea di dreni posti ad interassi < di 10 m.

3.7.1.3 Fornitura e posa del tubo filtrante

Il tubo filtrante sarà dotato di fessure calibrate di apertura adeguata alle caratteristiche del terreno, disposte lungo l'intera circonferenza oppure su un settore di 240 gradi; in quest'ultimo caso le giunzioni dei tubi dovranno essere marcate e gli spezzoni di tubo dovranno essere assemblati in modo da mantenere per tutta la lunghezza il settore non fessurato nella medesima posizione rispetto all'asse del dreno, a cavallo della generatrice inferiore del tubo. I tubi saranno costituiti da materiale plastico non alterabile; ed avranno diametro interno compreso tra 50 e 90 mm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori; saranno scanalati longitudinalmente e dovranno avere spessori e resistenze tali da garantire la corretta posa in opera nelle diverse condizioni di applicazione e la invariabilità geometrica nel tempo; in ogni caso lo spessore non sarà inferiore a 4,5 mm. La differenza tra il diametro esterno del tubo filtrante (esclusi i manicotti di giunzione) e il diametro interno del perforo o dell'eventuale rivestimento provvisorio dello stesso, non dovrà essere superiore a 20 mm.

3.7.1.4 Dispositivo di separazione tra il tratto filtrante ed il tratto cieco

Ove richiesto, il tubo sarà dotato degli accessori atti a permettere la separazione del tratto filtrante da quello cieco, mediante la cementazione dell'intercapedine che rimane tra tubo e perforo lungo il tratto cieco.

A questo scopo si predisporranno:

- n. 2 valvole a manicotto a distanza di 100 e 150 cm circa dal punto di giunzione tra il tubo filtrante ed il tubo cieco;
- un tubolare di tela juta (o tessuto di consimile trama) avente 30÷40 cm. di diametro e 200 cm di lunghezza posto sulla parte terminale più profonda del tubo cieco e pieghettato in modo da aderirvi ("sacco otturatore"). Il tubolare di tela sarà strettamente legato alle estremità e ricoprirà le due valvole a manicotto di cui sopra;
- una o più valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

Le operazioni di cementazione saranno eseguite ponendo in opera una miscela acqua/cemento con rapporto a/c = 0,5 mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio.

La sequenza operativa sarà la seguente:

- posa del doppio otturatore in corrispondenza della valvola inferiore. La seconda valvola compresa entro il sacco servirà in caso di mancato funzionamento della prima;
- iniezione di un volume di miscela corrispondente a quello del sacco otturatore interamente riempito; la pressione di iniezione, espressa in MPa dovrà risultare compresa tra $0,02 \times \gamma \times Z$ (dove Z è la differenza di quota tra la valvola inferiore e la bocca del foro e γ è il peso specifico del terreno) ed un valore che assicuri un adeguato margine di sicurezza rispetto alla pressione che provoca la lacerazione del tubolare o il suo sfilamento dalle legature alle estremità;
- spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena al di sopra del sacco otturatore ed iniezione di miscela cementizia fino al suo rifluimento a bocca foro;
- solo nel caso che franamenti o rigonfiamenti del terreno impediscano la risalita a giorno della miscela, l'operazione potrà essere proseguita tramite la valvola (o le valvole) ulteriormente disposte lungo il tratto cieco.

3.7.1.5 Lavaggio e manutenzione dei dreni

Subito dopo l'installazione del tubo (o subito dopo l'ultimazione delle operazioni di cementazione di cui al paragrafo precedente ciascun dreno dovrà essere abbondantemente lavato con acqua. Allo scopo si dovrà inserire entro il tubo una lancia con tratto terminale metallico, munito di ugelli a direzione radiale e di pattini che ne consentano lo scorrimento lungo il tubo senza danneggiarlo. Il lavaggio con acqua verrà iniziato con la lancia inserita fino in fondo al tubo; esso verrà proseguito fino ad ottenere che l'acqua riemergente alla bocca del tubo sia limpida, ritirando poi gradualmente la lancia. L'operazione di lavaggio dovrà essere ripetuta una o più volte durante il periodo iniziale di esercizio dei dreni e, nel seguito, fino al collaudo delle opere qualora le operazioni di ispezione e controllo ne rivelassero un parziale intasamento ad opera delle frazioni più fini del terreno attraversato.

Il primo lavaggio, il flusso dell'acqua emunta in esercizio ed i lavaggi successivi dovranno conseguire lo scopo di selezionare granulometricamente il terreno nelle adiacenze del tubo filtrante, in modo da creare un ulteriore filtro rovescio naturale che consenta a regime l'esercizio del dreno senza trasporto di materia solida.

3.7.1.6 Dreni in rocce lapidee

I dreni in rocce lapidee fessurate potranno essere costituiti da:

- semplici perforazioni non rivestite;
- perforazioni equipaggiate con tubi bucherellati (diametro dei fori $4 \div 7$ mm) ed avvolti da calze di non tessuto;
- perforazioni equipaggiate con tubi microfessurati.

Si useranno le prime in presenza di rocce con fessure non occupate da detriti fini, le seconde nel caso di fessure contenenti riempimenti argillosi e le ultime nel caso si incontrino detriti di granulometria prevalentemente compresa nel campo dei limi e delle sabbie.

3.7.1.7 Dreni in terreni argillosi stringenti

Verranno equipaggiati con tubi bucherellati e rivestiti di calza in non-tessuto; non saranno sottoposti ad ulteriori lavaggi dopo l'installazione. Per le rimanenti operazioni vale quanto indicato ai paragrafi precedenti.

3.7.2 Dreni prefabbricati a nastro

3.7.2.1 Definizioni e campo di impiego

Si definiscono dreni prefabbricati a nastro quelli costituiti da un elemento in materiale termoplastico, perforato ed ondulato, altamente drenante, avvolto in geotessili in polipropilene non tessuto a filo continuo di elevata permeabilità. L'installazione nel terreno dei dreni avverrà mediante un contenitore metallico ("mandrino"), di dimensioni trasversali poco superiori a quelle del nastro, che verrà infisso a pressione in direzione verticale (o, più raramente, inclinata) fino alla profondità richiesta. Successivamente verrà estratto il mandrino, abbandonando in posto il dreno in esso contenuto. Allorché la natura del terreno superficiale o la presenza di ostacoli non consentano la penetrazione del mandrino, si potrà ovviare facendo precedere l'esecuzione di un preforo (generalmente a rotopercolazione) per l'attraversamento del tratto in cui è impedita l'infissione. Scopo dei dreni è quello di provvedere, in seno a strati compressibili di bassa permeabilità (limi ed argille normalmente consolidati), vie di espulsione dell'acqua interstiziale aventi bassa resistenza idraulica e disposte ad interassi ravvicinati, in modo da ridurre a termini accettabili (alcuni mesi), il tempo di consolidazione primaria degli strati interessati sotto i carichi statici loro imposti.

3.7.2.2 Requisiti del nastro prefabbricato

Il nastro prefabbricato dovrà essere del tipo previsto e approvato dalla Direzione Lavori. Dovrà avere un'anima di materia plastica (P.V.C., polietilene, polipropilene) sagomata in modo da costituire un insieme di canali paralleli longitudinali, aperti lateralmente verso l'involucro filtrante.

L'involucro filtrante potrà essere costituito da un geotessile non tessuto in polipropilene a filo continuo opportunamente trattato, in modo da garantire resistenza e durata nel tempo adeguate all'impiego.

Dovranno essere precisati e garantiti i seguenti parametri caratteristici, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori:

- a) capacità di trasporto acqua alla pressione laterale, esercitata sull'involucro in geotessile, di 0,3 MPa: $\geq 850 \text{ m}^3/\text{anno}$;
- b) permeabilità radiale all'acqua dell'involucro in geotessile, alla pressione di 0,002 MPa, non inferiore a 0,8 cm/s.

3.7.2.3 Preparazione del piano di lavoro e posa del materasso drenante di collegamento

Preventivamente all'installazione dei dreni il piano di campagna dovrà essere scoticato, asportando ogni residuo di terreno vegetale e regolarizzando la superficie.

Sul piano così preparato si porrà in opera un materasso drenante formato da uno strato di sabbia medio-grossa dello spessore previsto in progetto, avente curva granulometrica compresa entro i limiti seguenti:

APERTURA Vaglio UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN	MAX
0,075	0	3
0,40	0	10
2,00	15	45
5,00	35	75
10,00	70	100

Si procederà quindi, in accordo con la Direzione Lavori, al tracciamento della maglia dei dreni, installando un picchetto di legno di appropriate dimensioni nella posizione di ciascun dreno da installare.

3.7.2.4 Installazione dei dreni

La sezione trasversale del mandrino dovrà essere la minima compatibile con la rigidità necessaria per consentire l'infissione.

All'estremità inferiore il dreno dovrà essere collegato al mandrino con una piastra di ancoraggio a perdere, in grado di assolvere alle seguenti funzioni:

- impedire l'ingresso di terreno nel mandrino;
- vincolare l'estremità inferiore del dreno alla base del mandrino durante l'infissione;
- vincolare l'estremità inferiore del dreno al terreno, durante l'estrazione del mandrino.

L'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le caratteristiche seguenti delle attrezzature che propone di impiegare:

- massima spinta verso il basso che può essere esercitata sul mandrino durante l'infissione;
- massima profondità raggiungibile;
- esigenze specifiche del piano di lavoro per assicurare la movimentazione delle attrezzature di infissione;
- sezione trasversale del mandrino e dimensioni della piastra di ancoraggio, che dovranno essere le minime compatibili con la loro funzionalità.

Nel caso che la manovra di infissione a pressione debba essere preceduta dal preforo, l'Impresa dovrà sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori il tipo di attrezzatura prescelto per il preforo e le modalità operative proposte. La posizione effettiva di ciascun dreno non dovrà scostarsi più di 10 cm. da quella di progetto; per i dreni che non rispettassero questa tolleranza dovranno essere eseguiti dreni aggiuntivi a cura e spese dell'Impresa, nelle posizioni

che saranno indicate dalla Direzione Lavori, in misura non superiore ad un dreno aggiuntivo per ogni dreno non correttamente installato.

3.8 ART. 12 - TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI

3.8.1 Definizione e scopo

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione ed atti a trasmettere forze al terreno; essi dovranno rispondere alle norme prescritte dal D.M. 14/01/2008.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione) che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto i tiranti si distinguono in:

- provvisori, se la durata della funzionalità non supera i trenta mesi;
- permanenti, se la durata della funzionalità eguaglia o supera i trenta mesi.

3.8.2 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura e spese, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero non dovrà essere comunque inferiore a:

- 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 30,
- 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 31 e 50,
- 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100,
- 7 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200,
- 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500,
- 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova, e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto, con le raccomandazioni "A.I.C.A.P." su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (Maggio 1993) e con il D.M. 14/01/2008. I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive. Nel caso

l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante di prova.

3.8.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali. La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto. Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti. Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 gradi F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO_2 disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH_4 dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/l o > 6000 mg/Kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori ai 50 kw;
- l'opera risulti situata a distanza ≤ 300 m dal litorale marino.

In ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Impresa dovrà certificarne l'idoneità.

3.8.4 Materiali ed elementi costruttivi

3.8.4.1 Acciai e dispositivi di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio e i sistemi di bloccaggio dovranno essere conformi alla Norma EURO NORM EN 1537-2002 e in accordo con la Norma EURO NORM EN 10138 (Design of prestressing steel) ed eventuali successivi aggiornamenti. I tiranti ed i dispositivi di bloccaggio, al momento del loro arrivo in cantiere dovranno essere corredati dalla certificazione d'origine riferita ad ogni loro componente (trefoli, guaine se previste in acciaio, piastre). Qualora così non fosse la fornitura non verrà accettata ed immediatamente allontanata, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso. In corso d'opera si eseguiranno controlli sui tiranti, prelevando anche campioni di guaina protettiva se prevista in acciaio e di piastre, nella misura di un prelievo per ogni fornitura giunta in cantiere.

3.8.4.2 Miscele di iniezione composizione e controlli

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento tipo II 42,5R in presenza di ambiente non aggressivo: Kg. 100;
- -acqua: 40 ÷ 45 kg;
- filler calcareo o siliceo: 0 ÷ 30 kg;
- -bentonite: 0 – 4 kg;
- eventuali additivi (fluidificanti, antiritiro).

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI EN 206-1 del 2006. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI n.2332 (apertura 0,075 mm.) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

Non sono ammessi additivi acceleranti di presa.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- -fluidità Marsch da 10" a 35";
- -essudazione < 2%;
- peso specifico della miscela che non potrà discostarsi per più di 0,05 g/cm³ rispetto a quello ottimale definito in sede progettuale;
- resistenza a compressione a ventotto giorni > 35 MPa.

Di tali miscele dovrà essere presentato alla Direzione Lavori, per riceverne l'approvazione, uno studio preliminare riportante le modalità di confezione, miscelazione ed iniezione della miscela stessa e comprovante l'effettiva corrispondenza a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive. La prova di fluidità, la prova di essudazione e la misura del peso specifico della miscela, dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa ed in ogni caso ripetute dopo l'iniezione di 50 ancoraggi. Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisca risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni dovranno essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche. Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante prelievi in ogni tirante. La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (> 20 giri/s) o a ciclone. Le apparecchiature, necessarie alla esecuzione delle prove per le miscele di iniezione impiegate, dovranno essere a disposizione in cantiere durante le lavorazioni ed avranno caratteristiche analoghe a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche. Le prove per il controllo della resistenza e compressione delle miscele utilizzate dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso Laboratori ufficiali. Relativamente alle modalità di esecuzione per il controllo della fluidità e della essudazione della miscela di iniezione si farà riferimento a quanto indicato nelle presenti Norme Tecniche.

3.8.4.2.1 Misura della fluidità con cono di MARSH modificato

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile e 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 1 cm dal bordo superiore. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo del cono, diviso per 1,77. 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 293 K).

3.8.4.2.2 Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding)

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, ϕ = 6 cm, riempita con 100 cm³ 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.

3.8.4.3 Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente e alla durata del tirante sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- Classe 1, per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- Classe 2, per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero, sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm. e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm. ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore ad 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo e tra armatura e guaina dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

3.8.4.4 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione. La forma dei distanziatori dovrà quindi esser tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione. I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m. nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interassi di $2,0 \div 2,5$ m. in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature. I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) di caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

3.8.5 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

-il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;

- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto.
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di + 2 gradi;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto. La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

3.8.6 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza d'acqua. Il perforo potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Impresa dovrà provvedere ad

eseguire idonei ponteggi ed impalcature. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite o polimeri biodegradabili. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa, o di rocce marnose tenere, la fase finale del lavaggio sarà eseguita con sola aria.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante. In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

3.8.7 Assemblaggio e posa delle armature

Per l'impiego di armature a trefoli (di norma in acciaio controllato in stabilimento con fili aventi $f_p(1)k \geq 1570$ MPa e $f_{ptk} \geq 1765$ MPa) gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere. Ove, per particolari motivi, fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa, ed in prossimità del luogo di impiego, una adeguata attrezzatura per confezionare correttamente gli ancoraggi stessi. In tal caso i componenti, ed in particolare l'acciaio dovranno essere immagazzinati convenientemente, possibilmente al coperto, in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza. Dovrà essere inoltre accuratamente evitato il contatto con il terreno o altri materiali che possono danneggiare l'ancoraggio. Pertanto la confezione degli ancoraggi dovrà avvenire sempre su apposito banco e non a terra. La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi principali:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni ai trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;

- montaggio degli eventuali distanziatori, necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio, nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

Per l'impiego di ancoraggi con armature a barre, per i quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via via che la barra viene infilata nel foro avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

3.8.8 Connessione al terreno

3.8.8.1 Iniezione semplice

Si eseguirà riempiendo con la miscela precedentemente descritta, sia l'intercapedine tra la guaina ed il foro che di tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante; tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato. L'iniezione semplice si adotterà: in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori. Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti ed osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finchè interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione sia rispettata.

3.8.8.2 Iniezione ripetuta in pressione

Si adotterà in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 500 MPa. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezione residue di $0,8 \div 1,5$ MPa, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante ed a instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito. L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante. Il tubo potrà essere disposto:

- coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina

- lungo la fondazione;
- esterno all'armatura, in acciaio, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- coassiale all'armatura, ma interno alla guaina grecata di protezione, e dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno; altre valvole, interne alla guaina, servono per il riempimento dell'intercapedine guaina/armatura.

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

I) Riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del foro; al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvole.

II) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti le seguenti quantità:

Diam. foro (mm)	da 90 a 120	da 121 a 170	da 171 a 220
Vmax (litri/valvola)	45	65	90

Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).

Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo.

III) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, osservando gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali, nella fase II):

- il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 7 Kg/cmq.

IV) L'iniezione può essere ripetuta ulteriormente, sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti, qualora ciò risultasse necessario per il raggiungimento della desiderata capacità portante del tirante.

Al termine delle operazioni di connessione al terreno del tirante si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni e privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

3.8.9 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo (N_c) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (N_s), verificando che gli allungamenti misurati siano nei limiti previsti in progetto e/o compatibili con le misure sugli ancoraggi preliminari di prova.

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento $N_0 = 0,10 N_{es}$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da N_0 a N_c e si misurerà il corrispondente allungamento (ΔI).

Si manterrà il valore per un periodo di tempo (ΔT) almeno pari a:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata $> 0,2$ MPa);
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata ≤ 2 MPa).

Al termine del periodo (ΔT) si misurerà nuovamente l'allungamento (ΔJ).

Si scaricherà quindi il tirante fino al valore N_0 , misurando l'allungamento permanente (ΔK) rispetto alla prima applicazione di N_0 .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

- I) $\Delta J - \Delta I \leq 2\% DT$, dove "DT" è l'allungamento teorico dell'ancoraggio dato dalla relazione $DT = N_c \times L_t / E_s \times A_s$, in cui: " L_t " è la lunghezza teorica della parte libera del tirante; " A_s " è l'area della sezione trasversale della armatura ed " E_s " è il modulo di elasticità dell'acciaio;
- II) $\Delta k < 1,3$ volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione I) non risultasse soddisfatta si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte ΔT . In tal caso, l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere $\leq 1\% DT$. I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate dalla Direzione Lavori sentito il Progettista. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a cura e spese dell'Impresa. A tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto. Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio. Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti, di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (N_{es}).

Esse dovranno essere tarate presso un Laboratorio ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori richiedere a cura e spese dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

3.8.10 Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante. L'iniezione del tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura, o di fasi eventuali di

ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze. La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivo antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni. Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

3.8.11 Documentazione dei lavori

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

3.9 ART. 13 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)

3.9.1 Materiali per il conglomerato cementizio

3.9.1.1 Cemento

I cementi dovranno essere provvisti di marcatura CE, essere conformi alla norma UNI EN 197-1 (D.M. 13.9.1993) ed avere le caratteristiche tipologiche e di resistenza riportate negli elaborati progettuali. A cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate 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, D.M. 3-6-1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 tonn. o frazione).

In caso di ambienti chimicamente aggressivi, oltre a rispettare le prescrizioni della UNI EN 197-1 si deve far riferimento anche alle norme UNI 9156 sui cementi resistenti ai solfati e alle

UNI 9606 sui cementi resistenti alle acque dilavanti. Per strutture massicce di calcestruzzo, per le quali si utilizzeranno cementi speciali a calore di idratazione molto basso si farà riferimento alla UNI EN 14216.

Per i requisiti per le proprietà delle ceneri volanti utilizzate come aggiunte di tipo II nel calcestruzzo strutturale si farà riferimento anche alla UNI EN 450-1.

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante. Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. E' facoltà della Direzione Lavori 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.

3.9.1.2 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e appartenenti alla categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima. Per i metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati si farà riferimento alla EN 932-1, per le loro caratteristiche geometriche alle EN 933-1, per le caratteristiche meccaniche e fisiche alle EN 1097, per le proprietà termiche e l'alterabilità alle EN 1367 e per le caratteristiche chimiche alle EN 1774. Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi, privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 10 A). A cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, 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 10 A e comunque almeno una volta all'anno. 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. Nella tabella 10 A 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 5000 mc 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 Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ 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 5 mm. di lato.

Tabella 10 A Caratteristiche degli aggregati

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 all'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 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ $\leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB $\leq 0,6$ cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo stressato	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	Assenti
Presenza di sostane 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 reattività dell'aggregato - metodo chimico; Potenziale attività 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	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	Cl $\leq 0,05 \%$

solubili			
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	$C_f \geq 0,15 (D_{max}=32mm)$ $C_f \geq 0,12 (D_{max}=64mm)$
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 8000 m ³ di aggregati impiegati.		

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 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro.

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

3.9.1.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

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.). 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 della 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).

3.9.1.4 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 devono essere provvisti di marcatura CE e dovranno essere conformi alle norme UNI EN 934-2, UNI 10765. Per i metodi di prova si farà riferimento alla UNI EN 480-2. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

3.9.1.4.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare i calcestruzzi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti o superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. 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. Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruro di calcio. 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%).

3.9.1.4.2 Additivi aeranti

Per i conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a ciclo di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D max) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7. 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 costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Tabella 15 B Dosaggio richiesto di aria inglobata

D max aggregati (mm)	% aria occlusa (Tolleranza $\pm 1\%$)
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

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con

il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

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

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

3.9.1.4.3 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, dopo la maturazione a 28 giorni.

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.

3.9.1.4.4 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 approvare preventivamente tipo e dosaggio.

3.9.1.4.5 Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra. 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 più aggiunte, 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. La silice amorfa ad elevatissima superficie specifica si divide in due classi di prodotti, dette Classe A e Classe B così come previsto dalla norma NFP 18-502. Le caratteristiche tecniche previste per le due classi di riferimento dovranno essere le seguenti:

Parametro	Classe	
	A	B
SiO ₂	> 85%	70÷85%
CaO	<1,2%	<2,0%

SO ₃	<2,5%	<2,5%
Na ₂ O + K ₂ O	<4,0%	,0%<
Cl	<0,2%	<0,2%
Area specifica B. E. T:	20÷35 m ² /g	10÷20 m ² /g
Massa volumica assoluta	2,1÷2,3 kg/l	2,1÷2,4 kg/l

La silicafume di classe B potrà essere utilizzata per i conglomerati cementizi proiettati all'aperto; la silicafume di classe A dovrà essere utilizzata per tutti i conglomerati cementizi, compresi quelli proiettati in sotterraneo.

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove previsto l'impiego del silicafume, il rapporto fra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 giorni la silice non dovrà essere presa in considerazione).

3.9.2 Classi dei calcestruzzi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, le classi di resistenza caratteristica cubica e di esposizione del conglomerato cementizio di cui alle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 sono quelle indicate negli elaborati progettuali.

3.9.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5-11-1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonchè delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'Art. 21 della predetta legge (D.M. del 1-4-1983 e successivi aggiornamenti). 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, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} (UNI EN 12390, UNI EN 12390-4);
- -durabilità delle opere (UNI EN 197 - UNI 11104 - UNI 8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS (UNI EN 197 - UNI EN 12350-2);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi (UNI EN 197 – UNI 11104);
- -resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12359;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- -resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390-6);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350);
- -ritiro idraulico (UNI 6555, UNI 7086);
- -resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI EN 197- UNI 11104 - UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature

- rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore (descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare);
 - 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
 - b) medesimi;
 - c) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
 - d) 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;
 - e) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
 - f) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio, da eseguire con le modalità più avanti descritte;
 - g) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
 - h) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (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 conglomerato cementizio per la verifica dei requisiti. 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 EN 206-1, 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 EN 206-1.

3.9.4 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.

3.9.5 Resistenza e durevolezza dei calcestruzzi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi 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.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali. 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, o di persona di sua fiducia da lui incaricata e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI EN 12390). 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. Nel caso che la resistenza caratteristica (R_{ck}) ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto. I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori ufficiali; per i conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30kg/m³ di acciaio), si adotteranno le modalità e frequenze di prova previste per i conglomerati cementizi armati. Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore (R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, 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 verrà applicata una penale. Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse 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 dal Progettista. Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

3.9.6 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 e di cloruri. La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI

8981 e UNI EN 206-1 e UNI 11104. 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) 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 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 e 9606. 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/sec
- dopo i cicli	10^{-8} cm/sec

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 permeabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 9944 o rispettivamente 8019.

3.9.7 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle relative istruzioni e successivi aggiornamenti e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1.

3.9.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei calcestruzzi 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 e dovranno essere dotati di dispositivo di premiscelazione (premixer) ad asse verticale o ad asse orizzontale, senza by-pass, avente capacità di produzione non superiore di 4 m³ ad impasto e che dovranno essere provvisti inoltre, di dispositivo automatico di controllo dell'umidità degli aggregati e di misuratore della potenza assorbita (kw) dal premiscelatore. Le pale del mescolatore, che ad inizio lavori dovranno comunque essere nuove di fabbrica, dovranno essere sostituite ogni qualvolta lo spessore di queste ultime sarà inferiore di 2 (due) centimetri rispetto a quello originario, misurato prima dell'inizio delle lavorazioni. In betoniera si dovrà introdurre il conglomerato cementizio pronto per il trasporto. Alla fine di ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al responsabile del controllo qualità dei materiali, o ad un suo incaricato, copia dei tabulati riportanti i dati di carico di ogni impasto eseguito durante il turno stesso. La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità richiesti dalle presenti norme tecniche. La precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 9.6.2.2 della Norma UNI EN 206-1; dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

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 di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti 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 impasti 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 l'aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. Si pone assoluto divieto all'aggiunta di acqua durante le operazioni di getto. Al termine di ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori copia dei

rapporti di carico di ogni singolo impasto prodotto, ottenuti tramite idoneo supporto informatico. La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al disotto 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, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

3.9.7.1.1 Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale vengono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopracitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione di ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

1. Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutisi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).
2. Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
3. Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
4. Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
5. Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore di idratazione sviluppata. Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture. Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e della eventuale protezione aggiuntiva.

Affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni. Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma bensì integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto a/c entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità di aria microclusa in funzione del diametro massimo (D max) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico". I dettagli operativi, atti a garantire la

prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

3.9.7.2 Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. 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 e la consistenza dell'impasto saranno controllate contestualmente ad ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo. Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nella pompa. E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti. Questi ultimi una volta rifiutati, non potranno essere oggetto di eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente allontanati dal cantiere.

3.9.7.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc. si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle del 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 stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

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 della Impresa. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- Malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- Conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della casseforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm. 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. L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto. 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; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano

eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

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 fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione. La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

3.9.7.4 Stagionatura e disarmo

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposti 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 tutte 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 nelle Norme 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. E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$. 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.

3.9.7.4.1 *Maturazione accelerata a vapore*

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI EN 206-1:

- 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 10K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

3.9.7.4.2 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 potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore. 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. in vigore).

3.9.7.4.3 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI EN 206-1; 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 impermeabile, 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 EN 206-1.

3.9.7.4.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori. Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio verranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al

rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento. Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei calcestruzzi a ditte specializzate, nessun compenso particolare sarà dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

3.9.7.5 Prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 3.9.5 riguardo alla resistenza dei calcestruzzi, 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 EN 12350-2. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri a cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo verrà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di eventuali manipolazioni, ma bensì sia definitivamente scartato in quanto non idoneo. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 23 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI EN 12350-5 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3. 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 4 mm. 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 3 cm. 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 EN12350-7. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato in cantiere secondo la Norma UNI 6393, almeno una volta 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 resistività, misure di pull-out con tasselli Fisher, contenuto d'aria da aerante, ecc..

3.9.7.6 Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente

l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle N.T.C. 2008 (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n.1086. Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. In presenza di ferri di armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le armature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura. L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

3.9.7.7 Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc..

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondino di acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

3.10 ART. 15 - MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati è previsto in accordo all'art. 9 della Legge 1086. Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare

di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n.1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n.64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle istruzioni C.N.R. 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". Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, il ciclo termico per la maturazione a vapore, i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore. Ad ogni effetto si richiamano qui gli articoli 6 e 9 della Legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato di origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione. La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati e ripetuti. E' in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura e spese dell'Impresa, alcuni manufatti, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fisher.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o meno quanto esaminato. Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

3.11 ART. 16 - CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

- per le sagome da lasciare libere per il transito stradale;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme. Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Per i getti di superfici in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità. La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

3.12 ART. 18 - RIPRISTINO/ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

3.12.1 Miscele per il ripristino di superfici degradate

3.12.1.1 Generalità

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati e/o adeguarla ad eventuali nuove esigenze. Il ripristino di tali strutture degradate o l'adeguamento degli elementi in conglomerato cementizio dovrà garantire comunque, sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio. Le indagini preliminari al progetto di ripristino/adeguamento individueranno le zone macroscopicamente degradate ed incoerenti ed accerteranno la profondità di carbonatazione, la quantità di ioni Cl^- presenti e se nelle armature siano in atto fenomeni di corrosione; in base a tali indagini il progetto definirà gli spessori di materiale da asportare e lo spessore del materiale di apporto. In funzione dello spessore di applicazione il progetto indicherà la tecnica d'intervento ed i tipi di materiale da impiegare, in accordo alle specifiche del presente art. 18, o di quelle indicate nel progetto medesimo. Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da applicare secondo le tecniche indicate, nonché le prove ed i controlli sull'intervento di ripristino/adeguamento.

3.12.1.2 Materiali

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato¹ nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi E1 ed E2;

- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, sono così definiti:

- a) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzabili , a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili², con rapporto di aspetto I/d pari a 125, aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9% in peso sulla malta secca, od a comportamento prestazionale equivalente. Tali malte contengono anche fibre sintetiche³ poliacriliche.
- b) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzabili , a ritiro compensato con ritentore di umidità⁴, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.
- c) Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche⁵, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto di aspetto Ild pari a SO, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.
- d) Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.
- e) Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche, contenenti fibre sintetiche poliacriliche: tipo E1: a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa); tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).
- f) Malte di resina premiscelate: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3. (Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo di elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio di elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).
- g) Betoncini cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali aggregato, lavati, di idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.
- h) Betoncini cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.
- i) Calcestruzzi di cemento reoplastici a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi Rck > 50 MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.
- j) Boiacche a ritiro compensato, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo (vengono adoperate per l'intasamento di guaine di precompressione degradate).

note:

1. Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.
2. L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e MgSO₄) per la durata di 12 mesi.
3. Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi conseguente al ritiro plastico. Esse dovranno essere presenti in quantità > 0,08 % in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 µm e lunghezza di 8 mm.
4. La presenza di un ritentore di umidità nella malta consente un più efficace sviluppo delle capacità espansive; infatti la reazione espansiva avviene soltanto in presenza di umidità.
5. Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

3.12.2 Requisiti delle miscele

Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica. Nelle successive tabelle vengono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie modificate con resine e per le malte di resina.

Tabella - Requisiti e metodi di prova per materiali cementizi a ritiro compensato e per malte polimero modificate.

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione Cl ⁻	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88
Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944

- (*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato

- che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;
- (**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;
 - (***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;
 - (****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella - Requisiti e metodi di prova per boiacche e malte di resina

Requisiti	metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541
Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIPRC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Modulo elastico statico, MPa	ILEM-PC8-TC 113-CPT-95
Viscosità, centipoise (**)	BROOKFIELD ISO 2555

- (*) la prova viene eseguita senza la stagionatura dei provini
- (**) richiesta solo per le resine per iniezione

3.12.3 Trattamenti prima del ripristino/adequamento e fasi esecutive

3.12.3.1 Generalità

In generale la tecnica di intervento per il ripristino/adequamento delle strutture può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella seguente e descritte nei punti successivi.

Tabella - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALI	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte cementizie polimero modificate tipo E1-E2	Malte di resina tipo F1-F2
FASI ESECUTIVE				
Asportazione del calcestruzzo degradato	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Scalpellatura meccanica (E2) sabbatura o idrosabbatura (E1)	Sabbatura
Pulizia delle armature	Sabbatura	Sabbatura	Sabbatura	Sabbatura
Posizionamento delle armature aggiuntive	•	•	•	•
Posizionamento delle rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.
Pulizia della superficie di supporto	Acqua in pressione	Acqua in pressione	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscela con acqua
Saturazione della superficie di supporto	Acqua o vapore in pressione	Acqua o vapore in pressione	Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzafo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzafo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzafo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Spatolatura oppure colaggio o iniezione
Frattazzatura	•••	•••	•••	N.R.
Stagionatura	Prodotti antievvaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievvaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievvaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievvaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievvaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.

- N.R. Fase esecutiva non richiesta
- • Se previsto in progetto
- •• Se richiesto dal tipo di prodotto
- ••• Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

3.12.3.2 Asportazione del calcestruzzo degradato

Il progetto definisce lo spessore di calcestruzzo da asportare sulla base dei risultati di un'apposita indagine preliminare. L'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà preferibilmente mediante idrodemolizione per superfici orizzontali o in alternativa con scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa preferibilmente per superfici verticali o intradosso d'impalcato, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso di idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min. Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione

Lavori ed essere corredate di sistemi di preregolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76. La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale. Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-CD-G-H-I). Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.

3.12.3.3 Trattamento ferri d'armatura

I ferri di armatura del cemento armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura. Quando il ripristino viene realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

3.12.3.4 Posizionamento di armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.

Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

3.12.3.5 Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto

Per interventi di spessore superiore a 20 mm quando si utilizzano le malte cementizie a ritiro compensato tipo B e D ed il betoncino tipo H, la rete elettrosaldata avente funzione di contrastare l'iniziale espansione, di norma formata da barre di diametro 4 mm e maglie di 50 mm, dovrà essere ancorata al supporto. Quando si utilizzano invece materiali cementizi fibrorinforzati tipo A, C e G non verrà applicata in quanto il contrasto stesso verrà esercitato dalle fibre metalliche. Lo spessore minimo di intervento, in presenza di rete elettrosaldata, non potrà essere inferiore a 35-40 mm; infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori. Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre di acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate dalle Norme Tecniche contenute nella legge 1086 (D.M. in vigore). L'acciaio sarà del tipo AISI 316 nel caso di elementi strutturali per i quali l'esposizione agli agenti aggressivi è massima e del tipo AISI 304 per gli elementi meno esposti. Le malte cementizie polimero modificate per la loro natura non richiedono mai armature di contrasto.

3.12.3.6 Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione è consigliabile effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate. Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo la scarifica meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto. Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, è consigliabile effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale). L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I). Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto di aria compressa o di acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua. vietata inoltre la saturazione del supporto prima dell'applicazione delle malte polimero modificate bicomponenti che non richiedono miscelazione con acqua e delle malte di resina.

3.12.3.7 Messa in opera delle miscele di ripristino

3.12.3.7.1 Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua¹ indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica² e comunque senza superare mai i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore di umidità.

Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (278-293 K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si

devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda (308-323 K) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità. Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;
- b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
- c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.
- d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

note:

1. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1g per litro. il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.
2. Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2-S3

3.12.3.7.2 Uso di malte cementizie polimero modificate

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato. La temperatura ottimale di impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia

sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore. Le malte potranno essere messe in opera anche senza cassaforma quando lo spessore del ripristino non supera i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

La malta verrà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo. La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

3.12.3.7.3 Uso di malte di resina epossidica

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti. In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano di attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, uno strato di 2-3 mm della stessa resina mista a filler. Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica. Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto. La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria. Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con mazzature della superficie. Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore. Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati. Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale. La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm. La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

3.12.3.7.4 Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento. Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante. È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

3.12.3.8 Frattazzatura

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che vengono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che vengono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche. La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche. L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

3.12.3.9 Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento. Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi). È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera. La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche). Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica. Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori. In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi o, nel caso di applicazioni di rivestimenti protettivi o trattamenti di impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile esportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale di apparto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e

comunque in funzione delle condizioni ambientali).

3.12.4 Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento

Le Società Produttrici dovranno ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti. L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza ai requisiti ed alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, su campioni di materiali forniti dall'Impresa, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove. Saranno richieste verifiche su campioni di materiale di normale fornitura prelevati in contraddittorio in cantiere.

Le Società Produttrici dovranno fornire, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che viene consegnato di volta in volta. Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella - Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI							
	A	B	C	D	G	H	I	L
Spandimento, %	> 70	> 70	> 90	> 170	≥ 180*	≥ 200*	≥ 200*	**
Espansione contrastata, %	≥ 0,04	≥ 0,05	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N.R. ** *	≥ 0,03	N.R. ** *	N.R. ** *	N.R. ** *	N.R. ** *	N.R. ** *	N.R. ** *
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 2,5	≥ 4
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 15	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa								
1 d	≥ 25	≥ 23	≥ 30	≥ 28	≥ 30	≥ 30	≥ 20	≥ 20
3 d	≥ 35	≥ 30	≥ 40	≥ 35	≥ 40	≥ 40	≥ 30	≥ 30
28 d	≥ 60	≥ 60	≥ 75	≥ 70	≥ 70	≥ 70	≥ 50	≥ 55
Resistenza a flessione, MPa								
1 d	≥ 8	≥ 4	≥ 10	≥ 4	≥ 8,5	≥ 5	≥ 2	≥ 5
3 d	≥ 9	≥ 6	≥ 12	≥ 6	≥ 9	≥ 6	≥ 3	≥ 6
28 d	≥ 11	≥ 8	≥ 16	≥ 8	≥ 13	≥ 8	≥ 5	≥ 7,5
Modulo elastico statico, MPa	≥ 23.000	≥ 25.000	≥ 25.000	≥ 25.000	≥ 25.000	≥ 25.000	≥ 25.000	≥ 25.000
Permeabilità all'acqua, m/s	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹¹	< 10 ⁻¹²
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl ⁻ , m ² /s	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹²	< 1•10 ⁻¹¹	< 1•10 ⁻¹²
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm

- * Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono di Abrams
- ** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve

essere compresa tra 15 e 25 secondi.

- *** N.R. prestazione non richiesta

Tabella - Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI	
	E 1	E 2
Spandimento, %	> 90	> 90
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 5
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 10	≥ 11
Resistenza a compressione, MPa		
1 d	≥ 10	≥ 13
3 d	≥ 18	≥ 23
28 d	≥ 35	≥ 50
Resistenza a flessione, MPa		
1 d	≥ 3	≥ 3
3 d	≥ 4	≥ 5
28 d	≥ 6	≥ 10
Modulo elastico statico, MPa	≤ 16.000	20.000-23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	< 10 ⁻¹²	< 10 ⁻¹⁰
Resistenza cicli di gelo-disgelo, n° di cicli	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl ⁻ , m ² /s	< 1×10 ⁻¹²	< 5×10 ⁻¹²
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm

Tabella - Prestazioni per malte di resina

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI		
	F 1	F 2	F 3
Aderenza al calcestruzzo MPa* a 28 d	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5
Aderenza all'acciaio, MPa *	≥ 3,5	///	///
Pull out, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa			
1 d	≥ 50	≥ 50	≥ 50
7 d	≥ 70	≥ 80	≥ 90
Resistenza a flessione, MPa			
1 d	≥ 15	≥ 15	≥ 15
7 d	≥ 30	≥ 45	≥ 55
Modulo elastico statico, MPa	8.000-9.000	14.000-16.000	4.000-5.000
Viscosità, centipose	N.R. **	N.R. **	500-600

- * In caso di applicazione su supporti umidi si accettano valori di aderenza ≥ a 3 MPa
- ** N.R. prestazione non richiesta

3.12.5 Prove e controlli

Come già indicato nel punto 3.12.4 i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali.

Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori. Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento con i materiali non a norma. Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma verrà applicata una penale. Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, l'impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera. Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione: almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate, per ogni elemento strutturale, mediante bagnatura per verificare l'eventuale presenza di microfessure. In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà maggiore del 20%, l'impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm, sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura; la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi di estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista. La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure. Le superfici risonanti a vuoto verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata una penale, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti. Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie sarà richiesta dalla Direzione Lavori la rimozione dei ripristini mal eseguiti..

3.13 ART. 22 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

3.13.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore). In particolare dovranno rispettare le prescrizioni presenti nelle UNI EN 10080:2005 e della UNI EN ISO 15630: 2004. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato

D.M. in vigore. L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente. L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi

grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

3.13.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata, controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni di uno stesso diametro, con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori. I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

3.13.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 6 e 16 mm, con distanza assiale non superiore a 33 cm. Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

3.13.4 Acciaio per c.a.p.

3.13.4.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore. Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore. Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi. I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi. Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm. Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm. I filetti delle barre e dei manicotti di

giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso. Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli. All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili. Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori. I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

3.13.4.2 Cavo inguainato monotrefolo

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

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

3.13.4.3 Ancoraggi dell'armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

3.13.5 Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali. Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti,

l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

3.14 ART. 23 ACCIAIO PER CARPENTERIA

3.14.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle norme di riferimento richiamate espressamente nelle relazioni di calcolo delle singole opere.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio, per cui non sia applicabile la marchiatura CE, dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato. Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra. È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia. La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza. Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

3.14.2 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a

cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni. A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo. Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

3.14.3 Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori. In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivo agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore). Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$ mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

3.14.4 Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome, da lasciare libere per i transito stradale;

- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiature a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per ogni unione con-bulloni l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni. Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori. Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

3.14.5 Verniciature

3.14.5.1 Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo. I cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura. Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti. Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le

verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

L'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- a) in officina, a lavorazione ultimata:
 - sabbiatura di tutte le superfici;
 - applicazione dello strato di primer;
 - • applicazione dello strato intermedio;
- b) in opera, ad avvenuto completamente del montaggio:
 - spazzolatura dei punti da ritoccare;
 - ritocchi sullo strato di primer;
 - applicazione dello strato di finitura.

3.14.5.2 Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto. Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto. L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti. Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova. L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia. Nel detto periodo l'impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza. Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera. L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

3.14.5.3 Preparazione delle superfici

3.14.5.3.1 Sabbatura

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici. Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council) ; dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm. A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa esportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

3.14.5.3.2 Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo. Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer e dello strato intermedio. La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri. Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

3.14.5.4 Ciclo di verniciatura

Il ciclo sarà composto da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer e sullo strato intermedio ad avvenuto completamente del montaggio delle strutture.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato

Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido $\geq 76\%$
- zinco metallico nel film secco $\geq 86\%$
- legante silicato di etile;

- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l
- temperatura minima di applicazione 260 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa $\geq 50\%$):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

2° strato

Applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido $\geq 59\%$
- legante epossipoliamminico modificato
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l
- temperatura minima di applicazione 283 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 h
289 K	12 h

3° strato

Applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,050 mm
- contenuto solido $\geq 57\%$
- legante poliuretano isocianico alifatico
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l
- temperatura minima di applicazione 277 K

3.15 ART. 28 - STRUTTURE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO IN ELEMENTI PREFABBRICATI

3.15.1 Generalità

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) e di quelle emanate in

applicazione della Legge 02/02/1974 n. 64 (N.T.C. 2008). La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n. 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'impresa a porre in opera la struttura prefabbricata. Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso e per gli acciai di armatura e per i geotessili dovranno essere rispettate le prescrizioni delle presenti Norme.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente articolo, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa. Il paramento a faccia vista, quando previsto in progetto, verrà realizzato con lastre in pietra di Luserna, porfido o pietra locale, con pezzatura irregolare disposta Opus Incertum o simili, a scelta della Direzione Lavori, dello spessore non inferiore a 2 cm, inglobate nel getto; il rivestimento sarà realizzato in stabilimento contemporaneamente all'elemento prefabbricato secondo le migliori tecniche per garantire un perfetto ancoraggio antigelivo.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

3.15.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera. Muri di altezza superiore a 5,00 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato. I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese. Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia. Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm² per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato. Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere $R_{ck} \geq 40$ MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere $R_{ck} \geq 30$ MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento. Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture. Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

3.15.3 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio. I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile di 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma. I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro. In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede. I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione. Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi. Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere $R_{ck} \geq 45$ MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi $f_p(1) k \geq 1670$ MPa e $f_{ptk} \geq 1865$ MPa.

3.15.4 Muri di controripa in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera. La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea. I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese. Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia. Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm² per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato. Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere $R_{ck} \geq 40$ MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere $R_{ck} \geq 30$ MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture. Relativamente agli scavi, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e

spese.

3.15.5 Muri di sostegno in terra armata

Costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355J, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 8 g/dm² e spessore medio 0,1 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio B450C controllato in stabilimento. Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio. I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamenti suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard. I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali. I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche. Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm. I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario. In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m². Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto. Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni contenute nell'articolo (rilevati in terra armata) delle presenti Norme. L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

3.15.6 Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m³. Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 35$ MPa ed armatura in barre di acciaio B450C controllato in stabilimento. La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa,, a seconda delle indicazioni di progetto. Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario. ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta. La struttura sarà appoggiata su

fondazione in conglomerato cementizio, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi. Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

3.15.7 Strutture di contenimento in elementi scatolari

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte. L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale. Ad avvenuto completamente di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura. Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione. Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento. Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura, come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 30$ MPa ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio. La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi. La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

3.15.8 Strutture di sostegno a paramento verde

Il paramento, normalmente inclinato a 63,4°(2/1) sull'orizzontale, sarà realizzato con pannelli in rete elettrosaldata opportunamente sagomata in modo da montarli incastrati. Per permettere l'inerbimento, sul lato interno della rete viene montata una biostuoia costituita da fibre vegetali. La biostuoia è rinforzata da una retina sintetica, che svolge anche la funzione di contenimento dello strato di terreno vegetale a ridosso della rete. Le armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355J0, di sezione 50x4 mm

o equivalente, saranno zincate a caldo in ragione di 5 gr./dm² di rivestimento a spessore garantito 70 micron circa. La connessione tra le armature e gli attacchi dei pannelli sarà assicurata da bulloni classe 8.8 a testa esagonale zincati a caldo (spessore conforme a norme UNI

EN ISO 4042). Il piano di posa sarà costituito da materiale fino (sabbia o stabilizzato) facilmente spianabile e si presenterà perfettamente orizzontale e rullato. Il rinverdimento del paramento in vista sarà realizzata mediante idrosemina in forte spessore da eseguirsi in un'unica passata in quantità pari a 9 lt/mq con una miscela avente la seguente composizione:

- miscuglio di semi di specie erbacee e foraggere in ragione di 40-60 g/m²;
- composto costituente il supporto del seme, con funzione agglomerante, fertilizzante ecc., comprendente tra l'altro paglia di cereali, pasta e fibra di cellulosa, concime organico e collante ed acqua in ragione di 15÷20 Kg/m².

3.16 ART. 29 - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

3.16.1 Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

3.16.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile. Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

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

- a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm., nè forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie setacci UNI	Miscela Passante totale in peso %
-------------------	--------------------------------------

Setaccio	63	100
Setaccio	31.5	75 - 100
Setaccio	16	53 - 82
Setaccio	8	35 - 67
Setaccio	4	25 - 55
Setaccio	2	15 - 40
Setaccio	0,5	9 - 24
Setaccio	0,063	2 - 8

- c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI 0,5 mm inferiore 2/3;
- d) Perdita in peso alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097/2) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- e) Equivalente in sabbia (UNI EN 933/8) misurato sulla frazione passante al setaccio UNI 4mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere modificato 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 C.B.R. di cui al successivo comma.
- f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286/47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al setaccio UNI 22,4 mm, 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 a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

3.16.3 Studio preliminare

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

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

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori in

corso d'opera, prelevando il materiale già miscelato.

3.16.4 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza 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 non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova Proctor modificata. (UNI EN 13286/2)

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 22,4 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc(100 - x)}{100Pc - x \cdot di}$$

- dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 22,4 mm., da paragonare a quello Proctor modificata determinata in laboratorio
- di = densità della miscela intera;
- Pc = peso specifico degli elementi di dimensioni maggiore di 22,4 mm
- x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 22,4 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 31,5mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio UNI 22,4 mm.).

Il valore del modulo di deformazione Md, nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 100 N/mm².

La Direzione Lavori si riserva la possibilità di eseguire sullo strato di fondazione misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D.; i valori del modulo elastico dinamico derivati da tali misure saranno il riferimento prestazionale.

La media dei valori di modulo in daN/cm² ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di ameno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1850 daN/cm².

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del

pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

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.

3.17 ART. 31 - FONDAZIONE A LEGANTE IDRAULICO

3.17.1 Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale

3.17.1.1 Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato in progetto.

3.17.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

3.17.1.2.1 Inerti

Aggregati: gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio UNI n.5) e dagli aggregati fini.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati (un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata) da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura

petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1

Tabella 1			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	UNI EN 1097/2	%	≤ 30
Quantità di frantumato	UNI EN 933/5	%	≥ 30
Dimensione max	UNI EN 933/1	mm	40
Sensibilità al gelo ¹	UNI EN	%	≤ 30
	1367/2		
Passante al setaccio 0.075		%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 2:

Tabella 2			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	UNI EN 933/8	%	$\geq 30; \leq 60$
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892/12	%	≤ 25
Indice Plastico	UNI CEN ISO/TS 17892/12	%	NP
Contenuto di:			
- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 3.

Tabella 3		
serie setacci UNI		autostrade e strade extraurbane principali
		passante %
setaccio	31.5	100
setaccio	25	80-100
setaccio	16	72-90
setaccio	12.5	53-70
setaccio	8	40-55
setaccio	4	28-40
setaccio	2	18-30
setaccio	0.5	8-18
setaccio	0.25	6-14
setaccio	0.063	5-10

Accettazione delle miscele

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la curva granulometrica che intende adottare.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Appaltatore deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

3.17.1.2.2 Legante

Deve essere impiegato cemento normale 32,5 o 32,5R (di tipo I, II, III, IV, V).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone di tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di Laboratorio da effettuare, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4÷5 punti percentuali di ceneri.

3.17.1.2.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra

sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

3.17.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286/47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3.242 cm³). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio UNI 22,4 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma UNI EN 13286/2 modificato, 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello $51 \pm 0,5$ mm, peso pestello $4,535 \pm 0,005$ kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezionamento in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul setaccio da 22,4 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenze a compressione (UNI EN 13286/41) a 7 giorni non minori di 3,5 N/mm² e non superiori a 6,5 N/mm², ed a trazione indiretta secondo la prova "brasiliana" (UNI EN 13286/42) non inferiori a 0,35 MPa. Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 9,5 N/mm² (questi valori per la

compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

3.17.1.4 Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

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

3.17.1.5 Posa in opera – tempo di maturazione

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando idonee finitrici con piastre vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5° C e superiori a 35° C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature superiori a 35° C.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15° C e 18° C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità

relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Comunque il tempo di maturazione non potrà mai essere inferiore a 48 h.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

3.17.1.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

3.17.1.7 Norme di controllo delle lavorazioni

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata, periodicamente, la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti percentuali fino al passante al setaccio n 5 e di ± 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese i provvedimenti che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima di diventare operativi.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% delle misure effettuate, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto come descritto al punto 3.17.1.3.

Qualora dalle misure effettuate la densità in sito risultasse inferiore al 100% ma superiore al 90% nelle prove UNI EN 13286/2 modificato, con frequenza superiore al 2%, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese i provvedimenti che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima di diventare operativi.

Qualora dalle misure effettuate la densità in sito risultasse inferiore al 90%, l'Impresa a sua

cura e spese dovrà demolire e ricostruire lo strato interessato.

Il valore del modulo di deformazione M_d al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 200 N/mm².

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La Direzione Lavori si riserva la possibilità di eseguire misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D., dopo la stesa dello strato o anche a pavimentazione completata. I valori del modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato derivati da tali misure dovranno ricadere in un campo di valori ben preciso indicato nel seguito.

Si farà riferimento al valore medio del modulo in daN/cm² che caratterizza ciascuna tratta omogenea in cui è possibile raggiungere i valori dei moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti tratte del lavoro uniformi per tipologia (trincea, rilevato, piano di campagna ecc.).

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali cioè ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un opportuno programma di calcolo. Tali misure andranno eseguite almeno sette giorni dopo la stesa ed il valore del modulo medio dovrà ricadere nel riquadro indicato con la lettera A nel diagramma seguente.

Qualora i valori delle medie ricadano nelle aree indicate con le lettere B, C, D lo strato di fondazione (ed il pacchetto che lo ricopre) saranno penalizzati con una riduzione del prezzo di elenco per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce.

I valori ricadenti nell'area B saranno penalizzati del 20%.

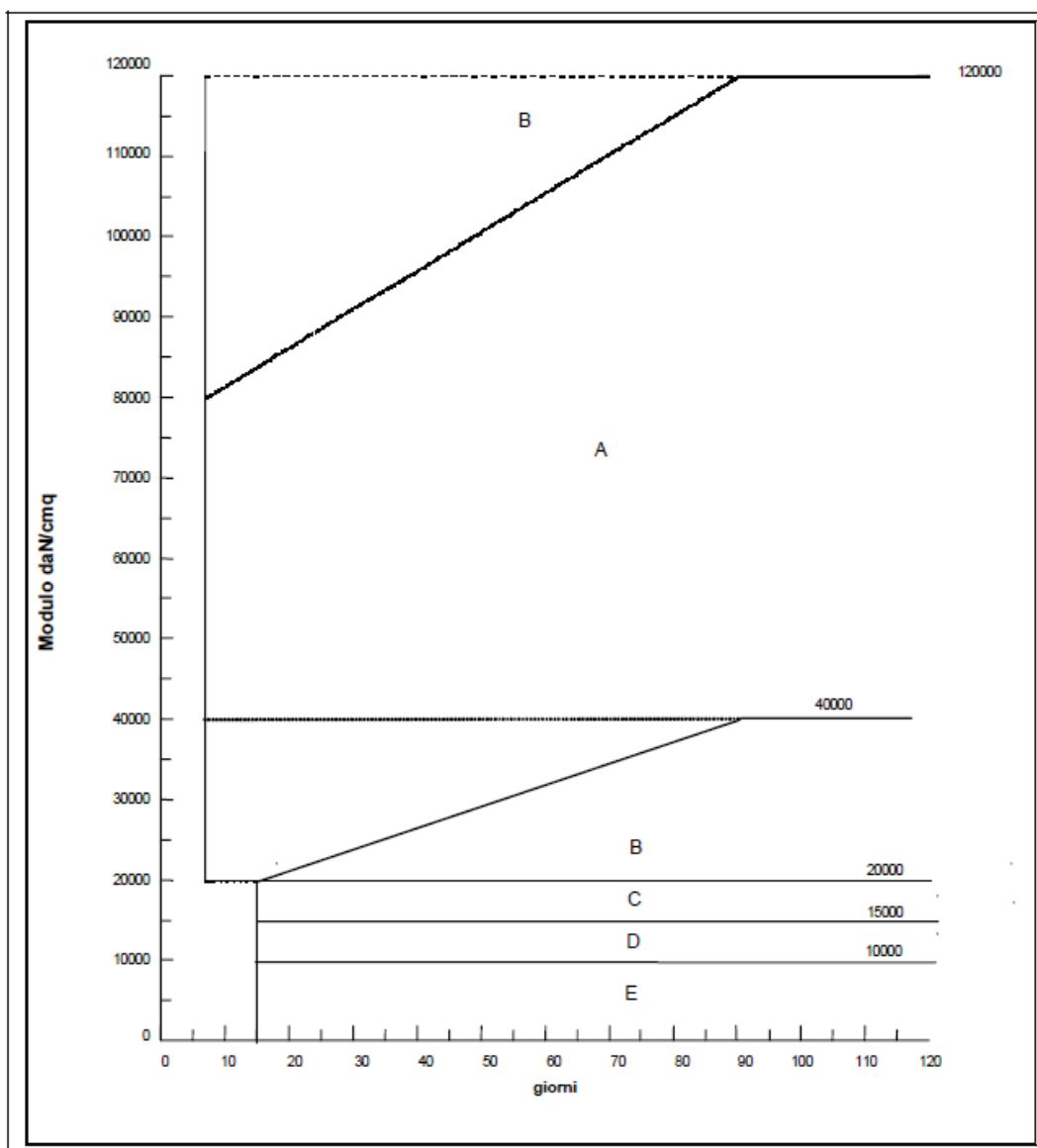
I valori ricadenti nell'area C saranno penalizzati del 30%.

I valori ricadenti nell'area D saranno penalizzati del 50%.

Qualora i valori del modulo medio ricadano nel settore indicato con la lettera E la fondazione in misto cementato dovrà essere demolita e ricostruita a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di m. 4,00 di lunghezza disposto secondo due direzioni ortogonali. La frequenza dei controlli sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

Lo spessore prescritto dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 200 metri di ciascuna carreggiata. Le tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5%, in caso contrario la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori, e l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in eguale misura lo spessore dello strato bituminoso sovrastante.



3.18 ART. 33 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

3.18.1 Leganti bituminosi di base e modificati

3.18.1.1 Leganti bituminosi semisolidi

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

3.18.1.1.1 Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tabella I impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui al punto

3.18.2.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la Direzione Lavori si riserva la possibilità di rilevare anche le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

TABELLA I		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	60-70	80-100
Punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	48-54	47-52
Indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
Punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-8	-9
Solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99	99
viscosità dinamica a 60° C UNI EN 13702/2	Pa x s	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	>0,10	> 0,08
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)			
viscosità dinamica a 60° C UNI EN 13702/2	Pa x s	700-800	500-700
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	20-25	20-30

(*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA II EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE		
Caratteristiche	Unità di misura.	Valori
contenuto d'acqua UNI EN 1428	% in peso	30-35
contenuto di legante UNI EN 1431	% in peso	65-70
contenuto di bitume UNI EN 1428	% in peso	> 65
contenuto di flussante UNI EN 1431	% in peso	2-3
indice di rottura UNI EN 13075/1	-	70-130
adesione	%	> 90
carica di particelle UNI EN 1430		positiva
Caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	< 220
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	> 35

3.18.1.1.2 Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 80-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft : modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella III colonna 1;
- in modo hard : modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella III colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi punto 3.18.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA III - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI			
Caratteristiche	U.M.	Soft 3% - 5%	Hard 3% - 5%
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	50-70	45-60
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	55-65	75-85
indice di penetrazione		+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -12	< -16
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	≥80	> 95
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 ("tuben test")			
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5.0	< 5.0
punto di rammollimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3.0	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1			
penetrazione residua a 25° C (*) UNI EN 1426	%	≥60	≥50
T° (P.A.) (**)	° C	≤8	≤10
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	≥800	
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s		≥100

- (*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) x 100
- (**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA IV - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI AD ALTO MODULO		
Caratteristiche	U.M.	Caratteristiche
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	20-30
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	60-80
indice di penetrazione		+1/+5

punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -16
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	> 90
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	60-110
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 (“tuben test”)		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5.0
punto di rammollimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1		
penetrazione residua a 25° C (*) UNI EN 1426	%	≥ 50
T° (P.A.) (**) UNI EN 1426	° C	≤ 10
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	≥ 110

- (*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) x 100
- (**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA V - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI TIPO “D.D.L.”		
Caratteristiche	U.M.	Caratteristiche
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	55-65
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	80-90
indice di penetrazione		
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -19
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	> 95
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	75-120
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,6-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 (“tuben test”)		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5.0
punto di rammollimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1		
penetrazione residua a 25° C (*) UNI EN 1426	%	> 30
T° (P.A.) (**) UNI EN 1426	° C	< 10
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 120

- (*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) x 100
- (**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA VI – BITUMI MODIFICATI PER MANI DI ATTACCO		
BITUME 80/100 + 5-6% SBS - L o R		
Caratteristiche	U.M.	Valori
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	45-60
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	70-85
indice di penetrazione		+1/+5

punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-16
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	650-850
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,4-0,6

TABELLA VII - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE CON SBS – L o R		
Caratteristiche	U.M.	Valori
contenuto d'acqua UNI EN 1428	% in peso	< 30
contenuto di bitume UNI EN 1428	% in peso	> 67
contenuto di flussante UNI EN 1431	% in peso	≤3
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	50-60
punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	65-80
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 300
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 0,2
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-16

3.18.1.2 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella successiva.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

Pn = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

Pt = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

Pv = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

Pr = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di Pt viene determinato con l'espressione:

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove

Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,063 mm;

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al N. 200 ² 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa s, la percentuale di rigenerante necessaria.

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Tabella - Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, N =10s-1	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

3.18.2 Conglomerati bituminosi a caldo

3.18.2.1 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura

3.18.2.1.1 Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui a punto 3.18.1.1 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13108/1 (Miscele Tradizionali)
- UNI EN 13108/7 (Drenanti)
- UNI EN 13108/20 (Prove di tipo ITT)
- UNI EN 13108/21 (Controllo di produzione in fabbrica FPC)

3.18.2.1.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 3.18.1, i conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

3.18.2.1.3 Materiali inerti

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR BU 139/92 per la classe di traffico PP.

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246

di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

3.18.2.1.4 Aggregato grosso

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

3.18.2.1.4.1 Strato di base

Nella miscela di questo strato potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale stabilita di volta in volta dalla D.LL. che comunque non potrà essere superiore al 30% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 dovrà essere inferiore al 25%.

3.18.2.1.4.2 Strato di collegamento (binder)

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 inferiore al 22%.

3.18.2.1.4.3 Strato di usura

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 < 20%.

Il coefficiente di appiattimento dovrà essere inferiore a 12% (UNI EN 933/3).

L'indice di forma dovrà risultare inferiore a 15% UNI EN 933/4)

Nel caso sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 45 (Norma UNI EN 1097/8)
- coefficiente di appiattimento dovrà essere inferiore a 10% (UNI EN 933/3)

- L'indice di forma dovrà risultare inferiore a 12% UNI EN 933/4)

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

3.18.2.1.5 Aggregato fine

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097/2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova UNI EN 933/8 dovrà essere superiore od uguale ad 70.

3.18.2.1.6 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933/10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi: setaccio UNI 2mm passante in peso a secco 100% setaccio UNI 0.125mm passante in peso a secco 95% setaccio UNI n. 0,063 passante in peso a secco 90%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,063, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

3.18.2.1.7 Conglomerati con inerti riciclati

Per conglomerato con inerte riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso confezionato con l'impiego parziale di inerte proveniente da preesistenti pavimentazioni, recuperato con lavorazioni di fresatura (preferibilmente a freddo) o con demolizione integrale e successivamente frantumato..

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: < 30%
- conglomerato per strato di collegamento: < 25%
- conglomerato per tappeto di usura: < 20%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

3.18.2.1.8 *Miscele*

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

3.18.2.1.8.1 *Strato di base*

Serie setacci UNI		Passante totale in peso %
setaccio	31.5	100
Setaccio	22.4	75 – 100
setaccio	20	70 – 100
setaccio	12.5	45 – 85
setaccio	8	35 - 70
setaccio	4	25 - 55
Setaccio	2	17- 40
Setaccio	0,5	8 – 23
Setaccio	0,25	5 - 17
Setaccio	0,063	3 - 7

Bitume 3%-4,5% del tipo 50-70 o 70-100 descritto in Tabella I del punto 3.18.1

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

3.18.2.1.8.2 *Strato di collegamento*

Serie setacci UNI	Passante totale in peso %	
	Fuso A	Fuso B
setaccio 22.4	100	-
setaccio 20	88 - 100	100
setaccio 12.5	55 - 80	70 - 100
setaccio 8	45 - 70	55 - 75
setaccio 4	30 - 55	40 - 60
Setaccio 2	20 - 45	25 - 45
Setaccio 0,5	9 - 28	10 - 28
Setaccio 0,25	6 - 19	7 - 19
Setaccio 0,063	4 - 7	4 - 7

Bitume 4,0%-5,0% del tipo 50-70 o 70-100 descritto in Tabella I del punto 3.18.1

3.18.2.1.8.3 *Strato di usura*

Serie setacci UNI	Passante totale in peso %	
	Fuso A	Fuso B
setaccio 16	100	100
setaccio 12.5	85 - 100	75 - 100
setaccio 8	65 - 90	55 - 75
setaccio 4	45 - 75	35 - 60
Setaccio 2	30 - 55	20 - 40
Setaccio 0,5	15 - 33	11 - 27
Setaccio 0,25	9 - 24	8 - 19
Setaccio 0,063	5 - 9	5 - 8

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 50-70 descritto nella Tabella I del punto 3.18.1

La D.L. si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

3.18.2.1.9 Requisiti di accettazione

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

3.18.2.1.9.1 Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 8 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere $> 2,5$ kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697/8).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

3.18.2.1.9.2 Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. La stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a 10 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere compreso tra 3kN/mm e 4,5 kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697/8).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

3.18.2.1.9.3 Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 12 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere compreso tra 3kN/mm e 4,5 kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% e l'8% (UNI EN 12697/8).

Inoltre la D.LL. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura "Prova Brasiliana" (UNI EN 12697/23). I limiti di capitolato dovranno essere pari a :

Temperatura di prova	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1,7 - 2,2	0,7 - 1,1	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 170	≥ 70	≥ 30

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

3.18.2.1.9.4 Controllo dei requisiti di accettazione

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

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla Direzione dei Lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di $\pm 5\%$ per lo strato di base e di $\pm 3\%$ per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) di $\pm 2\%$; per il passante al setaccio 0,063 mm UNI di $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita

- del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (UNI EN 12697/6), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (UNI EN 12697/8), media di 4 prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui al punto 3.18.1 Tabella I e Tabella III devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, essendo obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° o 80°, alla penetrazione e al punto di rammollimento che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi.

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà penalizzata del 20% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$CM \text{ (metri cubi)} = Q / (2.300 \times 0,045)$$

$$D \text{ (€)} = 0,20 \times CM \times PS / 1936,27$$

D è la cifra da detrarre e PS è la media ponderale dei prezzi di base (P_B), binder (P_b), usura (P_u) comprese le percentuali di impiego. L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

$$PS = \frac{P_u \times 60 + P_b \times 30 + P_B \times 10}{100}$$

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

3.18.2.1.9.5 Formazione e confezione delle miscele

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

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

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

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché

il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

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

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

3.18.2.1.9.6 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensate nei prezzi. Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quelli di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori Ufficiali avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3%0 (tre per mille) ed il 6%0 (sei per mille) rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori. L'immissione della sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

3.18.2.1.9.7 Posa in opera

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi

approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 60 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140 °C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

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

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base, a discrezione della Direzione Lavori, potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nel punto 3.18.3.

Per lo strato di base la miscela bituminosa sarà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 daN/m².

Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo di tempo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra 65.000 e 96.000 daN/cm² alla temperatura di riferimento del conglomerato di 293 K.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in daN/cm² ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali ricadano almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un programma di calcolo.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

Qualora il valore medio dello strato soggetto a prova non superi i 65.000 daN/cm² lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati effettuando una detrazione del 10%.

3.18.2.2 Conglomerato bituminoso per strati di base e binder ad alto modulo complesso

3.18.2.2.1 Descrizione

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori .

3.18.2.2.2 Bitume

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 26-1.B2 in quantità comprese fra 4,8 % e 6,0% per lo strato di base e tra 5,2% e 6,5% per lo strato di collegamento, percentuali riferite al peso degli inerti.

3.18.2.2.3 Aggregati

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nel paragrafo 3.18.2.1. Per il solo strato di base è prevista la possibilità d'impiego di una percentuale massima del 25% di riciclato proveniente da fresatura di strati comunque confezionati con aggregati rispondenti alle specifiche riportate ai punti precedenti. La formulazione definitiva dello strato di base con aggiunta di riciclato dovrà venire sottoposta ed approvata dalla D.L..

3.18.2.2.4 Miscela

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Setacci UNI	BASE (sp. 8-12 cm)	BINDER(sp. 5-7 cm)
setaccio 22.4	100	100
setaccio 16	80-100	80-100
setaccio 12.5	60-85	70-90
setaccio 8	40-65	55-75
setaccio 4	30-50	35-55
setaccio 2	20-36	28-42
setaccio 0.5	13-22	14-26
setaccio 0.25	10-17	11-19
setaccio 0.063	6-11	6-11

3.18.2.2.5 Requisiti di accettazione

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti

- -il valore della stabilità Marshall, prova (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 18 kN per entrambi gli strati.
- -Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 3 kN/mm per ambo gli strati.
- -i valori dei moduli di rigidità (UNI EN 12697/6) dovranno risultare, per entrambi gli strati, superiori a 6500 MPa e 12000 MPa rispettivamente alle temperature di 30 °C e di 10 °C, alla frequenza di 10 Hz;

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1.0% e il 4.0% (UNI EN 12697/8).

3.18.2.2.5.1 Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 3.18.2.1.9.4

3.18.2.2.5.2 Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 3.18.2.1.9.5

3.18.2.2.5.3 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali all'art. 3.18.2.1.9.7 ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella Marshall relativa a prelievi in eseguiti impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione. La temperatura massima d'impasto non dovrà essere superiore a 180° C.

3.18.2.3 Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura

3.18.2.3.1 Descrizione

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati (di origine effusiva), sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- elevata rugosità superficiale;
- minore rumorosità;
- minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

3.18.2.3.2 Bitume

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 26.1.B2 in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%.

3.18.2.3.3 Aggregati

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nei punti 3.18.2.1.3e 3.18.2.1.4.3

3.18.2.3.4 Miscela

Le miscele, oltre a rispettare quanto previsto al punto 3.18.2.1.1, dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Serie setacci UNI	Passante totale in peso %	
	Fuso A (sp 3-5 cm)	Fuso B (sp 2-3 cm)
setaccio 12.5	85 - 100	-
setaccio 8	62 – 85	100
setaccio 4	30 – 50	35 – 55
Setaccio 2	22 – 34	22 – 35
Setaccio 0,5	11 – 22	13 – 24
Setaccio 0,25	10 – 17	10 – 17
Setaccio 0,063	7 – 13	7 - 13

3.18.2.3.5 Requisiti di accettazione

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 13 kN;
- il valore del quoziente Marshall dovrà essere superiore a 2 kN/mm;
- valore della prova di impronta (UNI EN 12697/20) a 60°C dopo un'ora inferiore a 1,00 mm;
- la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697/23) eseguita a 25°C su provini Marshall >1,0 N/mm².

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall e la trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (UNI EN 12697/8).

3.18.2.3.5.1 Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate al punto 3.18.2.1.9.4.

3.18.2.3.5.2 *Confezione delle miscele*

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 3.18.2.1.9.5.

3.18.2.3.5.3 *Posa in opera delle miscele*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato anche con rulli tandem statici o vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella Marshall relativa a prelievi eseguiti in impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

3.18.3 **Controllo requisiti di accettazione delle pavimentazioni**

3.18.3.1 **Aderenza**

Nei tappeti di usura e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR B.U. n.147/92) deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati per misure eseguite ad una temperatura della superficie pavimentata di 30° C (i valori andranno aumentati o diminuiti di 0,3 punti ogni 10° C in più od in meno della temperatura di riferimento):

- a) Conglomerati bituminosi per strati di usura CAT > 60
- b) Conglomerati bituminosi per strati di usura provv. (binder) CAT > 50
- c) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti CAT > 60

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata secondo la norma ISO 13473 dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo A HS > 0,5
- b) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo B HS > 0,6
- c) Conglomerati bituminosi tradizionali provv. (binder) HS > 0,4
- d) Conglomerati bituminosi modificati con polimeri HS > 0,6
- e) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti HS > 1,0
- f) Conglomerati bituminosi multifunzionali HS > 0,8

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il “texture meter” il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m

in ogni strisciata (con una sola cifra decimale).

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure di CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

Anche rispetto alle misure di HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Sia il CAT che l'HS dovrà essere rilevato su tutta la lunghezza della tratta pavimentata e su ogni corsia.

Rispetto alle misure di CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

3.18.3.2 Regolarità

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature laser ad alto rendimento e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- indice I.R.I. (International Roughness Index) inferiore a 2,0 mm/m (su rilevato);
- indice I.R.I. inferiore a 2,5 mm/m (su viadotto)
- profilo filtrato sulle onde corte (da 1,0 a 3,3 m). inferiore a 2 mm;
- profilo filtrato sulle onde medie (da 3,3 a 13,0 m) inferiore a 4 mm.

Questa prescrizione vale per:

- conglomerati bituminosi tradizionali;
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri;
- conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti;
- conglomerati bituminosi multifunzionali.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m. La media dei valori I.R.I. misurati ogni 25 m su tali tratte fornisce il valore medio di I.R.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

3.18.3.3 Norma per la valutazione dello spessore degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità previste dalla UNI EN 12697/36.

La Committente si riserva la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure x_i , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero.

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 95% dello spessore di progetto.

3.19 ART. 34 - DRENAGGI

3.19.1 Drenaggi tradizionali

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume o di cava, con sabbia lavata, posti in opera su platea in conglomerato cementizio con $R_{ck} > 25$ Mpa. Il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti; con tubi perforati di acciaio zincato; con tubi corrugati e fessurati in PVC del diametro non inferiore a 180 mm. Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti, ponendo il materiale di maggiori dimensioni negli strati inferiori e quello fino negli strati superiori; si potrà intasare il drenaggio già costituito con sabbia lavata.. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

3.19.2 Drenaggi a tergo delle murature

Il drenaggio verticale a tergo di murature sarà realizzato con una stuoia drenante dello spessore non inferiore a 22 mm, avente anche funzione di cassero a perdere; sarà costituita da una struttura centrale tridimensionale drenante, in monofilamento di nylon resistente ai raggi

U.V. ed allo schiacciamento, intrecciato e termosaldato nei punti di contatto; sarà accoppiata solidamente sulle facce ad un telo filtrante in geotessile dello spessore di 0,7 mm e ad un telo impermeabile in PVC dello spessore di 1 mm. La stuoia di peso complessivo non inferiore a 2,4 kg/m² dovrà avere una capacità drenante alla pressione di 0,05 Mpa non inferiore a 1,4 l/s per metro di larghezza. Il dreno sarà posto in opera in aderenza alla superficie della muratura, dovrà essere curata la giunzione dei teli con sormonti aventi una sovrapposizione non inferiore a 10 cm; al piede del drenaggio dovrà essere posto in opera un tubo corrugato e fessurato in PVC del

diametro non inferiore a 80 mm per consentire l'allontanamento e lo scarico delle acque drenate.

3.19.3 Drenaggi con filtro in "tessuto non tessuto"

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in geotessile non tessuto in polipropilene del peso non inferiore a 300g/m², avente le caratteristiche indicate nelle presenti Norme. I vari teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30 cm e successiva graffatura.. La parte inferiore del geotessile a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm. sui fianchi dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180 ÷ 200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 Kg/mq. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo). Il cavo così rivestito verrà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato, trattenuto al crivello 10 mm. UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.. Il materiale dovrà ben riempire tutta la cavità in modo da fare aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata. Quando previsto in progetto, sul fondo del drenaggio dovrà essere fornita e posta in opera una tubazione in PVC od in acciaio zincato, micro fessurata, per lo smaltimento delle acque.

3.20 ART.36 - TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, MANTELLATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATURE

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori. (Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi). Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

3.20.1 Tubazioni

3.20.1.1 Generalità

Le tubazioni per esalazioni, scarichi e fognature saranno poste in opera:

Per scarichi verticali

- incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

Per scarichi sub-orizzontali

- sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo scarico verticale;
- interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati. Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

3.20.1.2 Tubi di PVC rigido

La tubazione in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo serie pesante secondo norme UNI EN 1401-1, verrà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfiata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25 \text{ Mpa}$. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio. La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero corrispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadeguati. I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono di tipo rigido secondo norme UNI EN 1329, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

3.20.1.3 Tubi di polietilene

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 Mpa (SN4) e 0,8 Mpa (SN8), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme 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.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m. La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm. Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo, costipato per strati.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo necessità con saldature testa a testa, giunzioni elettrosaldabili, con serraggio meccanico per mezzo di giunti metallici, mediante flangiatura di pezzi speciali.

3.20.1.4 Tubi in calcestruzzo vibrocentrifugato

Dovranno essere in calcestruzzo vibrocentrifugato a compressione radiale, armato con gabbia rigida elettrosaldata a barre verticali e spirale longitudinale continua, idonea a garantire un copriferro minimo definito in fase di progetto e percentuale minima di armatura relativa all'area di sezione trasversale longitudinale al corpo del tubo maggiore dello 0,25%, di sezione circolare e con o senza base d'appoggio, con incastro del tipo a bicchiere. I tubi, che dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno essere prodotti con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con caratteristica a compressione del calcestruzzo maturo non inferiore a 45 N/mm² ed assorbimento massimo minore del 6%. Tra i singoli elementi verrà interposto un giunto in gomma sintetica a rotolamento (oppure incorporato nella femmina, oppure a cuneo, oppure lamellare) conforme alla norma UNI EN 681.1, atto a garantire la tenuta idraulica della condotta ad una pressione d'esercizio massima interna di 0,5 bar. La condotta è destinata a raccogliere e convogliare acque nere, acque piovane e acque superficiali per gravità. Le tubazioni, prive di fori passanti, andranno poste in opera su platea in calcestruzzo o su sottofondo in tout-venant ben compattato delle dimensioni come da progetto, ed eventuale rinfiato ; il conglomerato per la platea ed i rinfiati sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa. La giunzione tra i vari elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali (del tipo TIR-FOR) e comunque sotto il controllo e l'approvazione della direzione lavori. La posa dovrà essere preceduta dall'applicazione sulla estremità opposta a quella dove risiede il giunto di apposito lubrificante sintetico per favorire l'innesto dei tubi. La condotta dovrà sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi propri (stradali di 1° categoria) secondo quanto indicato in progetto ed in sede di verifica statica, da parte del produttore dei tubi, con ingegnere iscritto all'albo. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate nelle varie fasi del processo produttivo da azienda operante in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 con Sistema di attestazione della conformità di tipo 4 e munite di Dichiarazione di conformità che autorizza il fabbricante ad apporre la marcatura CE. La stessa dovrà figurare sui documenti commerciali di

accompagnamento (bolla di consegna) della merce. Compreso nel prezzo la regolarizzazione del fondo, tutti gli oneri della posa per dare il lavoro finito a regola d'arte e secondo le indicazioni della D.L. e nel rispetto delle sezioni tipo allegate, escluso lo scavo e i materiali di sottofondo e rinfianco.

3.20.1.5 Posa in opera di tubi in generale – Norme varie

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati, quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso di impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece in caso di terreni rocciosi consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore dei lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato. Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato. In nessuno caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle (livellette) di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza a di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In questo ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante

l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato. La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele e a carico dell'impresa.

Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi in generale

I tubi per la costruzione di fognature vengono forniti in barre generalmente di lunghezza maggiore di 2 m o comunque in pezzature da convenirsi tra committente e fornitore. Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. I tubi vanno sistemati in maniera ordinata e razionale, curando che siano appoggiati per l'intera lunghezza (convenientemente distanziati se trattasi di tubi bicchierati) e che siano manovrati durante le operazioni di carico e scarico in modo evitare urti e abrasioni. In particolare tali accorgimenti vanno sottolineati nei periodi invernali o in periodi con temperature rigide che possono dare luogo a fenomeni di infragilimento. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti. Carico, scarico e movimentazione Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio meccanico di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi. Accatastamento Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari. Raccordi ed accessori Questi pezzi sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di

manovra (saracinesche di arresto e scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a V (discesa - salita), ovvero all'estremità inferiore di un tronco isolato. Giunzione dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione: il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con Giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione di gomma telata. Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del - collarino - della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni. I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura. Stretti i bulloni la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno o del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera. Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio su materiali di natura

tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo la intera tubazione.

Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone di $20 \div 30$ m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata. Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante. Una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a $5 \div 6$ m dal pezzo stesso.

Tubazioni in PVC

Le tubazioni plastiche sono in PVC rigido a parete strutturata per condotte fognarie e civili ed industriali costruiti secondo prEN 13476-1/2000 con giunto "gielle" ed anello di tenuta di materiale elastomerico. I tubi vengono forniti di lunghezza 6 metri. La corrispondenza delle classi di tubazioni caratterizzate da diverse rigidità anulari (SN) e da diversi spessori minimi (SDR), come previste dalla norma prEN 13476-1 deve rispettare quanto riportato, per i differenti diametri (DN), nella tabella seguente:

CLASSIFICAZIONE APPLICAZIONE	prEN 13476-1 SN 2 (SDR 51)	prEN 13476-1 SN 4 (SDR 41)	prEN 13476-1 SN 8 (SDR 34)
	Spessore [mm]		
DN 160	4.5	4.5	5.0
DN 200	5.4	5.5	6.2
DN 250	6.5	6.7	7.8
DN 315	8.0	8.5	9.8
DN 400	10.2	10.9	12.5
DN 500	12.4	13.1	15.5
DN 630	16.9	17.7	19.4
DN 800	21.0	22.5	24.5
DN 1000	26.0	27.5	28.0
DN 1200	28.5	30.5	32.5

Trasporto, carico, scarico, movimentazione e accatastamento

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. Le imbracature per il fissaggio del carico devono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari. Nel caso di utilizzo di gru o di braccio di escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale, con un bilancino di ampiezza adeguata. Nel caso di movimentazione manuale si deve evitare lo strisciamento dei tubi. Il piano di appoggio a terra deve essere livellato ed esente da asperità. L'altezza dell'accatastamento non deve essere superiore 1.5 m. L'accatastamento non

deve essere esposto per lunghi periodi ai raggi solari, pertanto devono essere predisposte opportune protezioni. I raccordi e gli accessori sono forniti solitamente in appositi imballaggi, e devono essere delle stesse caratteristiche dei tubi.

Giunzioni

Il sistema di giunzione fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PVC è di tipo a bicchiere con anello di tenuta (la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in un'apposita sede ricavata nel bicchiere stesso). Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme UNI 7447.

Posa in opera in trincea e sotto terrapieno

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

Altezze di ricoprimento del tubo maggiori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Il tubo sarà affondato nel getto di cls fino ad una quota superiore alla platea pari a $\frac{1}{4}$ del DN della tubazione. Quindi si rinfianca con sabbione fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo; il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro 0.10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (<0.08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione. Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata. Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione. Il riempimento della trincea, almeno per i primi 50 cm, deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

Altezze di ricoprimento del tubo minori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Quindi si ricopre con calcestruzzo fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo. Superiormente si ricopre con misto granulare di cava per un'altezza di 20 cm. Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono

essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione. Il riempimento della trincea deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

Collaudo:

Il collaudo di una tubazione in PVC deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; si deve effettuare sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle, o adottando un altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

3.20.2 Pozzetti, chiusini, griglie

3.20.2.1 Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera di diametro interno di 1000 mm, con spessore minimo della parete di 150 mm per innesti fino a diametro 350 mm, spessore 230 mm per innesti fino a 600 mm. Il pozzetto per altezze fino a circa tre metri, dovrà essere realizzato in due soli elementi: la base completa con fori d'innesto, rivestimento interno in poliuretano con sagomatura del fondo e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino. Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione. Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo. Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/- 5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1. Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 % delle dimensioni nominali. La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa

I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie, e norme tecniche generali", di cui all'art..... 2, lettere b), d), e), della Legge 10 maggio 1976, n. 319. La posa sarà preceduta dalla rimozione della protezione in polistirolo della cavità di espansione della gomma e dalla lubrificazione del giunto D4 per innesti dell'elemento maschio di gres da effettuarsi con apposito lubrificante.

3.20.2.2 Pozzetti in muratura

Il pozzetto sarà eseguito con pareti in muratura di mattoni pieni a due teste previa esecuzione dello scavo in materie di qualsiasi natura e consistenza, della platea di fondo dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente $R_{ck} \geq 20$ MPa, completo di cordolo di coronamento dell'altezza di cm 12 in cemento armato avente $R_{ck} \geq 30$ MPa e dell'intonacatura interna con malta di cemento lisciata.

3.20.2.3 Pozzetti in PEMD

Pozzetto in PEMD tipo "hofit" 206-3C863, Ø interno 800 mm ed ingombro esterno Ø 940

Il pozzetto dovrà avere base sagomata con nr. 3 predisposizioni d'ingresso posta una in linea e nr. 2 laterali a 67° ca. poste a più 35 mm rispetto alla linea principale che avrà una pendenza propria del 1,5 %. Tutti gli allacciamenti di ingresso, permetteranno il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 630 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori. I fori per gli innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte e sbavate al fine di poter inserire la speciale guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. Eventuali allacciamenti supplementari a quote differenti, fino al diam. 315, verranno realizzati con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l'inserimento della guarnizione. Per diametri superiori, verranno saldati appositi adattatori quotati a parte. L'uscita dovrà essere predisposta con un tronchetto a riduzione nei diam. 630/500 mm. Gli elementi del pozzetto dovranno essere dotati di appositi anelli contro la spinta ascensionale di raggio non inferiore a 60 mm oltre al diametro della parete. L'elemento terminale del pozzetto di forma conica/concentrica, dovrà avere passo d'uomo del diametro non inferiore a 600 mm e accorciabile di 250 mm per permettere un'agevole ispezione. Gli elementi costituenti il pozzetto dovranno essere uniti mediante saldatura effettuata nell'apposita giunzione a bicchiere oppure collegati mediante guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" JG. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Tutti gli elementi del pozzetto, dovranno presentare nervature di rinforzo sia orizzontali che verticali per resistere ai diversi tipi di spinta. Questi inoltre dovranno essere prodotti con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm³ (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento < -70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15÷20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiamento dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD

(standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggettamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto. L'operazione di rinfiamento dovrà avvenire solo dopo aver collegato tutte le tubazioni, ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto. In caso di installazione del pozzetto in gruppo 3-4 (vedi norma UNI-EN 124/95), è necessario che il chiusino in poggia su un' idonea piastra di ripartizione in cls (vedi particolari costruttivi). La posa della piastra dovrà avvenire sul terreno compattato come precedentemente descritto, prima che ogni mezzo possa circolare in un raggio d'azione di 3 metri. Oltre alle sopracitate indicazioni, dovranno essere seguite tutte le prescrizioni indicate sul manuale di installazione che il fornitore dovrà trasmettere alla D.L. prima dell' inizio dei lavori assieme alla certificazione aziendale ISO 9001-2000, garanzia decennale, certificato provenienza materia prima, certificato di collaudo delle scale (dove previste), certificato di verifica statica, calcoli contro le spinte ascensionali (dove prevista installazione in presenza di falda), certificazione rilasciata da ente terzo per l' apposizione del marchiaggio "U" (per le tipologie che le prevedono) e dichiarazione di conformità al capitolato.

Pozzetto sifonato in PEMD tipo "Easy gully 240-GT40077", Ø esterno 520 mm altezza totale 770 mm

Il pozzetto dovrà avere base emisferica con spessore non inferiore a 7 mm e di peso non inferiore 14 Kg. L' ingresso, permetterà il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 200 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori stampati. I fori per gli eventuali innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte a 210° con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l' inserimento della guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. L' uscita avrà tronchetto a doppia esse con funzione di sifone Ø 200 mm e sarà posta a 250 mm dal fondo al fine di creare un invaso di 40 mm. Questa dovrà inoltre essere ispezionabile mediante tubo di collegamento Ø63 con apposito tappo gomma. Il pozzetto dovrà presentare 2 nervature di rinforzo orizzontali sporgenti 50 mm oltre il diametro esterno del pozzetto e poste a 215 mm di distanza una dall' altra al fine di contrastare i diversi tipi di spinta e allo stesso tempo creare lo spazio per l' innesto delle tubazioni. L'elemento terminale del pozzetto, accorciabile di 100 mm, dovrà avere DE Ø315 mm al fine di poter essere prolungato mediante l' utilizzo di tubazione in PVC. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Questo inoltre dovrà essere prodotto con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm³ (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento <-70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15-20

mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiamento dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 1,5 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggottamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere, se necessario, adatto sistema di aggottamento e blindaggio dello scavo durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto. L'operazione di rinfiamento dovrà avvenire solo dopo aver controllato la perfetta verticalità del pozzetto. In caso di installazione in zone ad alta densità di traffico, è necessaria l'utilizzo della piastra di ripartizione in cls armata diam. est. 700 mm e diam. int. 350 mm, h 100 mm quotata a parte (vedi disegni esecutivi), che dovrà avvenire dopo l'esatta messa in quota del pozzetto, avvenuta tagliando all'altezza desiderata lungo le apposite guide stampate ogni centimetro sulla parte terminale del pozzetto. E' compresa la fornitura e posa in opera di chiusino o griglia piana/concava con telaio a disegno speciale per montaggio diretto su pozzetto mediante guarnizione a tenuta in neoprene di fabbricazione CEE, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe C 250 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 250 kN rivestito di vernice protettiva idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante conforme alle esigenze della norma BS 3416. Sul coperchio/griglia e sul telaio devono essere riportate di fusione le seguenti marcature: UNI-EN 124 o EN 124, C250, nome o logo del produttore e luogo di fabbricazione (quest'ultimo può essere in codice purché verificabile), marchio di qualità prodotto di un ente di certificazione accreditato per la certificazione di dispositivi di copertura e coronamento in ghisa. Gli elementi di copertura dovranno avere le seguenti caratteristiche: Griglia piana tipo "Easy block GD 50.50 SELFLEVEL" Griglia con telaio per installazione di tipo autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo, realizzata in ghisa sferoidale 5007/GJS 500-7 a norme ISO 1083 / EN 1563, conforme alla classe D 400 della norma EN124:1994 con carico di rottura > 400 kN, rivestita di vernice protettiva idrosolubile di colore nero conforme alla specifica BS 3416, realizzata in stabilimenti di proprietà del fabbricante con ciclo produttivo e di progettazione certificati ISO 9001: 2000. Composta da due semigriglie triangolari, collegate tra loro elasticamente sulla ipotenusa per mezzo di un sistema di assi e coppiglie in acciaio, che garantiscano ciascuna l'appoggio al telaio in soli tre punti con profondità di incastro non inferiore a 60 mm. Ingombro totale delle due semigriglie assemblate tra loro 500x500 mm. Peso delle semigriglie : 17,5 kg. X 2. Telaio a base rovesciata, idoneo per

l'installazione autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo, delle dimensioni di ingombro 645 x 606 mm., altezza totale 235 mm. e luce netta, misurata sulla riduzione circolare di assemblaggio al pozzetto, di Ø 342 mm., decentrato rispetto alla sua apertura libera per consentire il massimo accostamento al ciglio stradale. La sezione verticale del telaio deve presentare una riduzione, atta a realizzare il collegamento con apposito pozzetto ad apertura circolare e che permetta operazioni di rialzo successivo alla prima installazione con il solo utilizzo di conglomerato a caldo, di forma cilindrica con altezza utile di almeno 123 mm. e diametro esterno di 381 mm. Peso complessivo del dispositivo: 71 kg E' inoltre incluso ogni onere relativo a scavo, compreso nella voce relativa allo scavo applicato alla condotta, movimentazione terra, fornitura inerti, trasporto dai luoghi di produzione al cantiere, lo scarico dagli automezzi, l'accatastamento in aree da procurare a spesa dell'impresa, la ripresa fino al luogo di posa, e quant'altro necessario per realizzare le opere a regola d'arte.

3.20.2.4 Chiusini e griglie

Completi di telaio, a chiusura battentata, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi.

Possono essere in:

- calcestruzzo avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;
- -manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo.

Saranno conformi alle norme UNI – EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm. Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

3.20.3 Canalette

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi prefabbricati di cm 50/40x 50 x 20 e spessore di 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina. al fosso di guardia. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi in calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per una lunghezza minima di 60 cm, in modo

che sporgano dal terreno almeno 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire lo slittamento a valle. In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito da eseguirsi in conglomerato cementizio, gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

3.20.4 Rivestimento per cunette e fossi di guardia

a) In elementi prefabbricati in c.a.v. Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a $3,0 \text{ kg/m}^2$. Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o ad L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore non dovrà essere inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento. Posa in opera degli elementi su letto di materiale arido e costipato avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

b) In conglomerato cementizio gettato in opera Il rivestimento dei canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione dei giunti.

c) In muratura di pietrame Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti. Il rivestimento, dello spessore indicato in progetto, sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

3.20.5 Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio avente $R_{ck} \geq 25$, MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi dei cordonature.

3.21 ART. 38 - OPERE IN VERDE

3.21.1 Materiali per l'ingegneria naturalistica

Georeti

Le georeti in materiale naturale, cocco o juta, dovranno essere del tipo da 700 gr/mq. , con

elementi collegati per tessitura. Altri tipi di reti e di strati prefabbricati dovranno avere le caratteristiche specificate dal progetto.

Talee

Le talee sono segmenti di fusto capaci di produrre radici avventizie, dando origine ad un altro esemplare. Si individuano:

- talea piccola, fusto legnoso di 50 cm e del diametro di circa 2 cm;
- talea grossa, fusto legnoso di 100 cm e del diametro di circa 5 cm;
- astone, fusto legnoso di 3–4 cm del e diametro da 4 a 5m.

Le talee di salici o altre specie dovranno essere di età non inferiore a 2-3 anni, adatte alla piantagione in apposita buca o per infissione, dei tipi e delle specie previsti dal progetto esecutivo e dalla D.L.

3.21.2 Prescrizioni tecniche per l'esecuzione dei lavori

Per regola generale, nell'eseguire dei lavori l'impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle norme e prescrizioni che negli articoli seguenti vengono date per le principali categorie dei lavori. Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente capitolato ed annesso elenco, prescritte speciali norme, l'impresa dovrà seguire i migliori procedimenti della tecnica attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la D.L.

3.21.3 Scavi e rilevati in genere

Generalità

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle opere o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che la D.L. potrà fare in sede esecutiva. Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo qualora necessario alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone e opere, anche obbligato alla rimozione delle materie frenate. Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati. L'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, ove non vi sia diversa prescrizione della D.L, e questo tanto su terreni da scavare, quanto su quelli destinati all'impianto dei rilevati, per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi. L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato, esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori. Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della

Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, evitando in questo caso, che le materie depositate arrecassero danni ai lavori o alle proprietà, provocassero frane o ostacolassero il libero deflusso delle acque. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimento o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere e, in ogni caso, in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico. Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla D.L. presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo le ex Norme CNR-UNI 10006-63 (Costruzione e manutenzione delle strade. Tecnica di impiego delle terre) e classificate sulla base del prospetto I allegato a dette norme. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente titolo saranno a completo carico dell'Appaltatore.

Rimozione della terra

L'eventuale rimozione dello strato di suolo superficiale dovrà essere realizzata separatamente da tutti gli altri movimenti di terra. La terra dovrà essere asportata da tutte le superfici interessate da costruzioni, scavi e riporti, od installazioni di cantiere, affinché possa essere conservata e riutilizzata per le opere a verde. Per evitare la compattazione del suolo, gli eventuali veicoli cingolati utilizzati non dovranno esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm² e la larghezza dei cingoli non potrà essere inferiore a 500 mm. Durante la rimozione, la terra non potrà essere mescolata con materiali estranei, soprattutto se dannosi per le piante.

Accatastamento della terra

La terra di coltivo dovrà essere ordinatamente accatasta in modo tale da non essere soggetta a transito di veicoli. Si dovranno evitare inquinamenti sia durante l'accatastamento che durante il periodo di deposito. Il deposito dovrà essere protetto contro l'erosione e le erbe infestanti e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione.

I cumuli di terra di coltivo non dovranno essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità. In generale, la larghezza di base dei cumuli non dovrà superare 3 m e l'altezza 2 m. Con quantità molto grandi di terra di coltivo, la larghezza di base potrà anche superare 3 m, ma in tal caso l'altezza non potrà superare 1 m. Cumuli costituiti da suoli vegetali fortemente leganti dovranno essere rivoltati almeno una volta all'anno.

Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, le spese per i necessari aggettamenti. Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e, quindi, in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto, a suo carico, a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali. Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fugatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati

come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo.

3.21.4 Interventi di riqualificazione della vegetazione

Pulizia del sottobosco - decespugliamento

Il decespugliamento sarà costituito da una serie di operazioni di taglio dei polloni, rimozione, taglio ed asportazione del materiale arbustivo che, a discrezione della D.L., sarà giudicato infestante od in contrasto con le possibili funzioni dei boschi. Saranno, inoltre, rimossi gli arbusti morti o deperienti, nonché i soggetti caratterizzati da fenomeni patogeni e, comunque, senza avvenire.

Le operazioni potranno essere effettuate mediante l'utilizzo di decespugliatori idonei od attrezzature manuali; in entrambi i casi si dovrà porre particolare attenzione ad evitare il danneggiamento della vegetazione conservata e della rinnovazione di specie autoctone attualmente in atto. In accordo con la D.L. i materiali di risulta potranno essere macinati o triturati in loco ed impiegati come pacciamatura o ammendante, altrimenti dovranno essere allontanati dall'area di cantiere e smaltiti in discarica pubblica.

Abbattimento alberature

Durante le operazioni di abbattimento dovrà essere usata cura particolare affinché gli alberi e i rami, nella caduta, non provochino danni a persone, cose, manufatti o vegetazione limitrofa e sottostante. A tale scopo il tronco da abbattere dovrà essere precedentemente liberato dai rami primari e secondari, nonché guidato nella sua caduta. Le ramaglie dovranno essere triturate in loco, mentre i tronchi dovranno essere tagliati ed accatastati in ciascun lotto salvo puntuali indicazioni della DL. per eventuali allontanamenti e smaltimenti del legname di risulta.

Potature

Nel caso in cui, a giudizio della D.L., risulterà essere necessario, gli alberi, d'alto fusto o di particolare rilevanza nel contesto del recupero, conservati saranno oggetto di rimonda dal secco e potature di riforma e di ringiovanimento, secondo i modelli che verranno predisposti in cantiere. Passando da una pianta all'altra gli attrezzi dovranno essere disinfettati con sali di ammonio quaternari, e i tagli, su piante potenzialmente soggette a fitopatie da ferita dovranno, essere protetti, in accordo con la D.L., mediante la stesura di un apposito mastice additivato con fungicidi.

3.21.5 Opere di ingegneria naturalistica

La tecnica più appropriata nella realizzazione delle varie tipologie di opere è definita dal progetto o dalla D.L. Nell'esecuzione delle opere compiute sotto descritte l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per la pulizia da vegetazione e la riprofilatura e regolarizzazione delle scarpate o pareti oggetto di intervento, anche in roccia, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno e sopra le opere realizzate di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto.

In tutti gli interventi lungo corsi d'acqua si dovrà sempre preservare l'alveo, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L. e le macchine operatrici dovranno lavorare, entro i dovuti margini

di sicurezza, dalla sponda. Tutti gli interventi che prevedano la posa in opera di parti vegetali vive riproducibili per talea devono essere realizzati solo durante le stagioni in cui si verifica la stasi vegetativa, o comunque nei periodi specificatamente indicati dalla D.L.. Negli interventi di ingegneria naturalistica è sempre precluso l'uso di materiali plastici, ed il loro eventuale utilizzo deve essere di volta in volta prescritto ed accettato dalla D.L. In tutte le opere che prevedono l'utilizzo di paleria morta, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L., l'infissione in verticale dei pali deve avvenire con l'utilizzo di battipalo, agganciato alle macchine operatrici; in tutte le opere che prevedono l'utilizzo di paleria viva, ove non ci sia diversa prescrizione della D.L., l'infissione in verticale dei pali deve essere eseguita manualmente con l'utilizzo di mazza, coprimazza e foro di invito con punta metallica. In tutte le opere nelle quali si renda necessario l'utilizzo di terreno per ricopertura o formazione di substrato di coltura le terre utilizzate dovranno corrispondere ai profili dei suoli del gruppo 1 della tabella riportata nel presente capitolato nel paragrafo della valutazione dei suoli, ossia essere specificamente adatti come suoli di tipo V (vegetali). Qualora la D.L. lo reputi necessario, le opere e le piantagioni di piante arboree e arbustive devono essere difese contro i danneggiamenti provenienti dal morso di animali selvatici e domestici. A tal fine, secondo le indicazioni della D.L., verrà realizzata una recinzione alla distanza minima di 1 m dalla fila più esterna delle piante, in relazione alle specie animali nocive e recando il minimo disturbo possibile al deflusso delle acque di piena.

Messa a dimora di talee

Fornitura e messa a dimora di talee legnose di specie arbustive e arboree idonee a questa modalità di trapianto vegetativo prelevate dal selvatico. Il taglio è da operarsi in stagione opportuna (o secondo indicazioni di progetto o della D.L.) nella medesima giornata dell'utilizzo in cantiere, altrimenti le talee vanno conservate con collocazione del piede in acqua o come altrimenti specificato negli elaborati di progetto. Il materiale deve risultare indenne da sbuccature, necrosi o vistosi segni di deperimento per fitopatologie, e deve avere linee di taglio nette. La stazione di provenienza deve essere fitoclimaticamente simile a quella del cantiere, al fine di aumentare le possibilità di adattamento. Una volta messe a dimora le talee in opere di difesa spondale si dovrà facilitare la intrusione del terreno di copertura con adacquamenti da eseguirsi in caso di stagione secca e di mancanza di precipitazioni; la periodicità di questi dovrà essere di al più un mese e comunque potrà essere diversamente fissata dalla D.L. Le talee vanno messe a dimora nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata. Le talee verranno infisse previa apertura di un foro con punta di ferro, e sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, se del caso, un taglio netto di potatura dopo l'infissione. La talea deve essere battuta con mazza in legno o ferro a testa piatta, una volta inserita nei fori predisposti, e la testa dovrà essere protetta da coprimazza ove non altrimenti previsto dalla D.L. La parte sporgente finale dovrà essere tagliata al di sopra della seconda gemma (o al max per 10-15 cm di sporgenza), usando per il taglio cesoie o seghe a motore al fine di evitare scosciature o danneggiamenti (niente pennati o roncole o accette se non per il modellamento a taglio della punta di piccole talee). Medesimo criterio per il taglio da bosco del materiale. La densità di impianto dovrà essere di, a seconda delle necessità di consolidamento, delle prescrizioni della D.L. o degli elaborati tecnici di appalto. Le talee dovranno essere prelevate, trasportate e stoccate in modo da conservare le

proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere. La messa a dimora dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale e, a seconda delle condizioni stagionali, anche in altri periodi con esclusione del periodo di fioritura e di fruttificazione.

3.21.6 Inerbimenti

Generalità

I prati ai sensi delle presenti disposizioni sono manti erbosi compatti, saldamente legati allo strato di suolo vegetale, costituiti da una o più specie erbacee, che di regola non sono soggetti ad alcuna utilizzazione agricola. Si intende nel presente articolo riferirsi ai prati paesistici: si tratta di prati nel paesaggio aperto o lungo vie di comunicazione, lungo scarpate o rive, con alta idoneità alla difesa del suolo dall'erosione, resistenti alla siccità e con esigenze di manutenzione modeste. I lavori per la formazione dei prati verranno realizzati dopo la messa a dimora delle piante arboree ed arbustive e dopo la esecuzione delle eventuali opere murarie ed attrezzature di arredo. All'epoca della semina, il suolo non deve essere gelato. Prima della semina, il suolo deve essere preparato con le apposite lavorazioni del suolo e deve essere ben assestato, livellando e quindi rastrellando il terreno per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Si dovrà procedere anche alla eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura e successivo riporto di terreno vegetale se il substrato è sterile. La semina di regola dovrà essere intrapresa in primavera o in autunno, comunque con temperature del suolo superiori ad 8 °C e sufficiente umidità, scegliendo il periodo più adatto ad assicurare la prescritta composizione floristica. La quantità di sementi deve essere determinata dagli elaborati di progetto. In condizioni atmosferiche e stagionali sfavorevoli, la quantità di sementi per m² deve essere corrispondentemente aumentata. La D.L. può aumentare tale quantità in ragione delle situazioni specifiche (quando soprattutto si tratti di scarpate erodibili o di inerbimenti protetti) che possono condurre a minore germinazione; in tal caso fa fede la indicazione presente nel computo o negli elaborati progettuali. Per evitare l'alterazione e il deterioramento, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità. La semente deve essere distribuita uniformemente. Durante la semina, si deve fare attenzione a conservare l'uniformità della miscela, provvedendo eventualmente a rimescolarla. Le specie che tendono a separarsi a causa delle loro caratteristiche (ad es. peso dei semi) devono essere distribuite separatamente. Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza.

Per la realizzazione dei prati mediante semina, si devono di regola utilizzare le miscele di sementi di cui alla tabella seguente, salvo diverse indicazioni del progetto o della Direzione dei lavori. La mescolanza delle sementi di diverse specie, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei lavori. La semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente, tuttavia a profondità non superiore a 0,5-1 cm. Per la compressione delle superfici di semina a spaglio devono essere usati cilindri a graticcio o altri apparecchi adatti. Subito dopo, il terreno deve essere bagnato fino a risultare imbevuto d'acqua fino alla profondità di almeno 5 cm.

Inerbimento mediante semina a spaglio

Semina manuale di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate (nelle quantità prima definite o secondo indicazioni della D.L.) o di fiorume; ove non sia ritenuto accerttabile il miscuglio-standard prima definito, la composizione verrà stabilita dalla D.L. in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento. Provenienza e composizione dei miscugli dovranno essere certificati e concordati con la D.L. Distribuzione di fertilizzante organico, salvo diversa indicazione della D.L.

Inerbimento mediante idrosemina

Preparazione del letto di semina come prima descritto nel precedente articolo. Aspersione, tramite apposita macchina irroratrice a forte pressione (idroseminatrice), della miscela formata da acqua, miscuglio di sementi erbacee selezionate e idonee al sito o di fiorume; ove non sia ritenuto accerttabile il miscuglio-standard prima definito, la composizione verrà stabilita dalla D.L. in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento. Provenienza e composizione dei miscugli dovranno essere certificati e concordati con la D.L. Concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno, dovranno essere distribuiti in un'unica soluzione.

3.22 ART. 39 - BARRIERE DI SICUREZZA

3.22.1 Generalità

Si riassume di seguito il quadro normativo di riferimento per l'impiego delle barriere stradali di sicurezza:

- Circolare LL.PP. n. 2337 d.d. 11/07/1987 (istruzioni sulle barriere di sicurezza stradali in acciaio)
- D.M. LL.PP. d.d. 04/05/1990 (Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei Ponti stradali)
- D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992 (Regolamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza)
- Circolare LL.PP. n. 2595 d.d. 09/06/1995
- Circolare LL.PP. n. 2357 d.d. 16/05/1996
- D.M. LL.PP. d.d. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- Circolare LL.PP. n. 4622 d.d. 15/10/1996 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali)
- Circolare A.N.A.S. n. 17600 d.d. 05/12/1997
- Circolare A.N.A.S. n. 6477 d.d. 27/05/1998
- D.M. LL.PP. d.d. 03/06/1998 (Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- D.M. LL.PP. d.d. 11/06/1999 (Integrazioni del D.M. LL.PP. d.d. 03.06.1998)
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 (Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali)

- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 (Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose)
- Circolare LL.PP. d.d. 06/04/2000 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali)
- D.M. II.TT. d.d. 02/08/2001 (Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11/06/1999)
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 (Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001)
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 (Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali)
- DIRETTIVA II.TT. 25/08/2004 (Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali)
- Circolare Ministero dei Trasporti n. Prot. 000104862 d.d. 15.11.2007 (Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004).

Il D.M. II.TT. 21/06/2004, che aggiorna le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le loro prove, recepisce le direttive europee e le norme UNI 1317-1/2/3/4. Negli elaborati di progetto vengono individuate le caratteristiche generali minime che dovranno possedere i prodotti installati, demandando alla cura ed all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei diversi dispositivi dei tipi commerciali forniti che dovranno essere adattati alle esigenze del cantiere. L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà fornire barriere di sicurezza omologate ai sensi del D.M. 21.06.2004 o rispondenti alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4, acquisendo ai fini della verifica di rispondenza alle suddette norme, i rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo norme ISO EN 17025.

La verifica della rispondenza del materiale che verrà fornito dall'Impresa appaltatrice dei lavori alle prescrizioni normative vigenti o future – in accordo con la citata Circolare A.N.A.S. - è demandata, in fase di realizzazione dell'opera, al Direttore dei Lavori. L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo). Dovrà inoltre essere resa dall'Impresa una dichiarazione di conformità d'installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione o nel rapporto di prova. Tutte queste dichiarazioni, unitamente ad altre previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro, dovranno essere fornite al Direttore dei Lavori. Specificamente si prescrive che nella scelta dei tipi commerciali, l'Appaltatore fornisca - a parità di requisiti - barriere che siano state testate in condizioni analoghe a quelle di impiego. Limitatamente alle barriere classe H1 ed H2 si prescrive l'adozione di prodotti la cui altezza dal piano stradale sia inferiore o uguale a 1.00m, in modo da non impedire la visibilità tra l'utente (h occhio: 1,10 per il D.M. 05/11/2001, 1,00 per i triangoli di visibilità sulle intersezioni) ed un altro veicolo (h 1,10 per il D.M. 05/11/2001) né in corrispondenza delle intersezioni né lungo lo sviluppo del tracciato. La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori con congruo anticipo sulla posa in opera delle barriere.

3.22.2 Caratteristiche dei materiali

I materiali metallici in genere saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto. Gli elementi costruttivi e componenti le barriere metalliche avranno le seguenti caratteristiche:

1. Acciaio

La qualità dell'acciaio da utilizzare non dovrà essere inferiore a quella prevista dalla Norma UNI EN 10025 – S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070), zincato a caldo secondo la Norma EN ISO 1460. La bulloneria sarà del tipo UNI 3740 classe 8.8 a testa tonda tipo (TTDE).

2. Attitudine alla zincatura e composizione chimica

Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma NF 35503 Classe2. La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento.

3. Tolleranze di spessore

Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91.

4. Collaudi e documenti tecnici

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art.20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore. Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

3.22.3 Barriere per banchine centrali e laterali

Le barriere si distinguono nei seguenti tipi:

- Barriere con nastro a doppia onda
- Barriere con nastro a tripla onda

3.22.3.1 Barriere di sicurezza a doppia onda

La barriera con nastro a doppia onda sarà realizzata mediante nastri costituiti da profilati a freddo in lamiera d'acciaio, con profilo a doppia onda, ricavata da un nastro piano, ancorati ai sostegni realizzati in lamiera d'acciaio e con sezione ad U o ad Ω , mediante distanziatori in acciaio le cui caratteristiche, forme e dimensioni saranno in funzione del tipo di barriera. I nastri avranno una lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m, uno spessore minimo di mm.3, altezza effettiva non inferiore a mm 300. sviluppo non inferiore a mm. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, dovranno essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm.32, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue. Il sistema, in funzione delle sollecitazioni previste, verrà ulteriormente rinforzato mediante un corrente posto alla base costituito da un profilato in acciaio con sezione ad U di idoneo spessore. Il collegamento tra le fasce ed i montanti, con l'interposizione di distanziatori metallici, dovrà assicurare per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento dovranno impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce. I sistemi di collegamento

delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati cedimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm², distribuiti come segue:

- uno ogni 8 nastri nei tratti in rettilineo od in curva con raggio superiore a 1000m;
- uno ogni 4 nastri nelle curve con raggio compreso tra 1000 e 500 m;
- uno ogni 2 nastri nelle curve con raggio inferiore a 500 m.

L'applicazione dell'elemento alle barriere dovrà essere effettuata sul bordo del nastro con sistemi di attacco a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

3.22.3.2 Barriere di sicurezza a tripla onda

La barriera metallica stradale di sicurezza a tripla onda, sarà costituita da una o più nastri con profilo a tre nervature ancorati ai sostegni metallici con interposizione di distanziatori a dissipazione controllata di energia.

Le fasce metalliche avranno un profilo a tre nervature con sviluppo non minore di mm.749 e altezza non minore di 508 mm, larghezza non minore di 82,5 mm e spessore di 3 mm. Esse saranno forate nella previsione di installarle su montanti ad interesse di 1500 e 2250 mm o 1333 e 2000 mm. Dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). Sono previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali tubolari interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare le diagonali tubolari devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e, tra fascia e tenditore posteriore, nel caso di barriere singole. Le giunzioni fra le fasce avranno una sovrapposizione di almeno 320 mm in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce sarà realizzata mediante almeno 12 bulloni, più due bulloni di congiunzione tra fascia e distanziatore. I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme in grado di resistere alle sollecitazioni previste nelle relative voci di Elenco Prezzi. Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti idonei elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento che devono assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua. I sostegni potranno essere collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di fissaggio delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale. I sistemi di attacco (bulloni e copriasola) debbono impedire che, per effetto di allargamento dei fori possa verificarsi lo sfilamento delle fasce, saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni minime mm 45x100x5. La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm².

3.22.3.3 Barriere per opere d'arte

Per le opere d'arte la barriera avrà funzione di parapetto; le caratteristiche, forma e dimensioni, saranno identiche a quella per il corpo stradale, munita di corrimano. Sarà fissata ai cordoli del manufatto con sostegni su piastra saldata alla base e relativa contro piastra. In alternativa alla contropiastra di base potranno essere impiegati tirafondi, inghisati nelle opere con malta reoplastica o resina poliestere.

3.22.4 Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo New Jersey

3.22.4.1 Generalità

Le barriere avranno la sezione indicata negli elaborati progettuali e saranno realizzate in conglomerato cementizio armato, in elementi prefabbricati.

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n.1086 (D.M. in vigore).

In particolare si richiede l'uso di cementi di tipo 42,5R, un rapporto acqua/cemento non superiore a 0,45 con slump non superiore a 15 cm. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (R_{ck}), sarà ≥ 45 MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm. Le piastre di ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a $43 \mu\text{m}$ pari a 300 g/m^2 . Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio. La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm^2 .

3.22.4.2 Caratteristiche di accettazione – prove di controllo

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni a Laboratori Ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami. I campioni verranno prelevati in contraddittorio, degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

3.22.4.3 Protezione delle barriere New Jersey

Quando previsto in progetto, le barriere andranno protette dall'aggressione atmosferica e dei sali fondenti impiegati nelle operazioni invernali con particolari vernici che ne controllino l'ingresso degli ioni aggressivi, operando un controllo della permeabilità agli agenti liquidi e gassosi. A tale scopo verrà adottato un sistema protettivo realizzato con l'applicazione di un primer epossipoliamicidico e di una finitura a base di elastomeri poliuretanici alifatici per uno spessore complessivo secco pari a $500 \mu\text{m}$.

3.22.5 Barriere di sicurezza in legno/acciaio

Struttura portante è completamente realizzata in acciaio tipo corten ed è totalmente mascherata, a parte i bulloni, da legno lamellare. Il corrimano è in legno lamellare. La barriera ha un ridotto ingombro laterale ed una altezza sul piano viabile molto contenuta per favorirne una efficace integrazione nell'ambiente circostante. Il dispositivo è corredato da Certificato di Conformità CE.

3.23 ART. 41 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

3.23.1 Segnaletica orizzontale

3.23.1.1 Generalità

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue ed intermittenti, nonché tutti i simboli (freccie, scritte, isole zebbrate, ecc.) da eseguirsi sul nastro stradale e sue pertinenze, sia per nuovi impianti, ripassi o rifacimenti. Detta segnaletica potrà essere eseguita sia con l'impiego di vernici rifrangenti, che con l'impiego di materiale termospruzzato o termocolato o altri materiali speciali, secondo quanto stabilito dalla D.L. senza che l'Impresa possa sollevare eccezione alcuna a tale titolo. I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di Legge, di Capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e nelle rispettive specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione. Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame favorevole della Direzione dei Lavori. Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo la introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

3.23.1.2 Materiali e forniture in genere

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. (scelti ad esclusiva cura e rischio dell'Impresa) aventi i requisiti e le idoneità previste dall'art. 45 del Codice della Strada, approvato con D.L. 30.04.1992 e dagli articoli 193 - 194 - 195 del Regolamento di attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16. 12. 1992 n. 495. Per adempiere alla funzione di sicurezza e di regolarizzazione del traffico, la segnaletica orizzontale deve possedere i seguenti requisiti:

- essere retroriflettente e di scarsa suscettibilità allo sporco, in modo da essere visibile in tutte le condizioni di luce (visibilità diurna e notturna, con nebbia pioggia o sole);
- avere, appena stesa, il fattore antisdrucchiolo maggiore od uguale a 50 SRT unità, calcolato con apparecchio a pendolo; 45 SRT unità nello stato normale di usura;
- essere trafficabile entro il più breve tempo possibile dall'applicazione;
- non causare fessurazioni sul manto di usura;
- non contenere materie incompatibili con la sicurezza del lavoro e la protezione

- dell'ambiente;
- non presentare segni di distacco; a tal proposito, in caso di ripassi, l'Impresa dovrà assicurarsi che il materiale impiegato sia compatibile con il materiale già in opera anche se di colore diverso;
- avere la percentuale di superficie efficiente alla scadenza della garanzia pari o superiore all'80%.

3.23.1.3 Caratteristiche dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale si classificano nel seguente modo:

- a) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate o post-spruzzate con garanzia per anni 1 (uno);
- b) pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo o estrusione, con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate con garanzia di anni da 1 a 3 (da uno a tre) come di seguito specificato;
- c) pitture a base di resine bicomponenti con microsfere di vetro premiscelate, da applicare a freddo con spessori variabili dotati di disegno definito ripetitivo con garanzia per anni 3 (tre);
- d) laminati autoadesivi, retroriflettenti con preinserimento di materiale ad alto indice di rifrazione con garanzia di anni da 2 a 6 (da due a sei).

Per le classi a) – b) – c) occorre tenere conto, dove richiesto, dell'applicazione di microsfere di vetro (perline) post-spruzzate al fine di ottenere, dai prodotti vernicianti posti in opera, un maggior grado di retroriflessione ed una visibilità notturna immediata.

Per la classe b) la garanzia sarà di anni 1 (uno) per la pittura termospruzzata normale e di anni 3 (tre) per la pittura ad estrusione, normale o rumorosa, di spessore da mm.3 a mm.5.

3.23.2 Segnaletica verticale

La segnaletica verticale autostradale, integrata da quella orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare lo standard di sicurezza facilitando la percorrenza da parte dell'utenza Iprogetti e la relativa esecuzione devono attenersi rigorosamente a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada e dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti. La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e art. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

3.23.2.1 Costruzione dei cartelli

3.23.2.1.1 Criteri generali

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritti dal

Codice della Strada approvato con D.L. 30.04.1992 n. 285 , dal Regolamento di Esecuzione ed Attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n. 495, dalla C.M. 9540 del 20.12.1969 e dalla C.M. 2700 del 19.11.1971.

3.23.2.1.2 Preparazione del metallo

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% (Norme UNI 4507) dello spessore di 25 o 30/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato in ogni suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola che sarà ottenuto piegatura a scatola dei bordi del segnale nelle dimensioni prescritte per ogni cartello e non inferiore a cm 1,5 per dischi e triangolo ed a cm. 2 per i pannelli. Le lamiere di alluminio dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti:

1. sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di 15' circa a temperatura di esercizio pari a 70°.
2. Lavaggio ad acqua ed immersione in una soluzione fosfocromante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento cromante avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/mq. (valore medio ottimale 270 mg/mq.)
3. Lavaggio ad acqua e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70°.
4. Applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer).
5. Carteggiatura meccanica a secco mediante carta abrasiva. Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame ed autorizzazione della Direzione dei Lavori.

3.23.2.1.3 Finitura dei cartelli

La finitura dei cartelli triangolari e circolari verrà eseguita mediante l'applicazione di pellicola retroriflettente ad elevata efficienza (classe 2) o di pellicola retroriflettente a normale efficienza (classe 1) secondo quanto stabilito dalle Norme del Regolamento del Codice della Strada e da quanto richiesto dalla Società, o a "pezzo unico" intendendo definire con questa denominazione un foglio intero di pellicola retroriflettente, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti, per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da un trasparente di finitura che protegga e garantisca la inalterabilità della stampa. I segnali di indicazione da installare in autostrada e nelle sue immediate vicinanze e quelli per la segnaletica verde di avvio in autostrada saranno completamente riflettorizzati con l'applicazione su tutta la faccia a vista di pellicola retroriflettente ad elevata efficienza (classe 2) salvo diverse indicazioni che potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori. Quando i segnali saranno di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico le spese per l'attrezzatura di stampa, essi dovranno essere realizzati con modo serigrafico ed a pezzo unico come già sopra definito.

3.23.2.2 Caratteristiche costruttive

I segnali facenti parte della fornitura dovranno avere le caratteristiche specificate ai punti seguenti:

3.23.2.2.1 *Supporto metallico*

Per i triangoli, i dischi ed i segnali di avvio all'autostrada si dovrà usare lamiera di alluminio, di spess. 25/10 di mm. debitamente resa scabra, sgrassata e sottoposta ai trattamenti precedentemente specificati. Per i pannelli dei segnali di indicazione si dovrà adottare lamiera di alluminio di spess. 25/10 o 30/10 trattata come sopra.

3.23.2.2.2 *Rinforzo perimetrale*

Sarà ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del segnale nelle dimensioni prescritte per ogni cartello e non inferiore a cm. 2

3.23.2.2.3 *Rinforzo sul retro*

Costituito da traverse orizzontali in lamiera di alluminio dello spessore di 30/10 di mm. e dello sviluppo complessivo di cm. 15, piegate ad omega ed applicate al cartello nel numero e nelle lunghezze necessari a mezzo di saldatura elettrica per punti o chiodatura, a scelta della Direzione dei Lavori.

3.23.2.2.4 *Saldatura elettrica per punti*

La saldatura elettrica per punti dovrà essere effettuata con puntatrice elettrica ed in modo da non creare sbavature od altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

3.23.2.2.5 *Chiodatura*

La chiodatura dovrà essere praticata con chiodi a testa svasata piana che troveranno sede in cavo opportunamente sagomato, in modo tale da non creare alcuna disuguaglianza sulla superficie del cartello.

3.23.2.2.6 *Congiunzione dei pannelli diversi*

Lungo i lembi contigui dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni dovranno essere apposti angolari da mm. 30 x 20, spess. mm. 3, costruiti in lamiera di alluminio, sia in senso orizzontale che in senso verticale, puntati come descritto al punto 4 o chiodati come descritto al punto 5, a scelta della Direzione dei Lavori su proposta dell'Impresa. Tali angolari dovranno essere opportunamente forati e muniti di numeri di bulloncini di acciaio inossidabile da mm. 6x15 sufficienti per ottenere il perfetto accostamento dei pannelli contigui.

3.23.2.2.7 Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro dovranno portare i relativi attacchi speciali per l'adattamento ai sostegni o alle intelaiature di sostegno.

Gli attacchi dovranno essere corredati dei necessari bulloncini in acciaio inossidabile completi di rondella pure in acciaio inossidabile e dovranno essere realizzati in modo tale da non richiedere altre forature dei cartelli e degli accessori. Inoltre dovranno essere dotati delle opportune staffe o cravatte zincate a caldo.

Nel caso di applicazione di due pannelli a facce opposte ed alla stessa altezza, sugli stessi sostegni, si dovranno impiegare cravatte doppie.

3.23.2.2.8 Verniciatura sul retro

Sarà ottenuta mediante una doppia mano di vernice con smalto al forno (temperatura di cottura 140 °C) colore grigio opaco di gradazione indicata dalla Direzione dei Lavori; prima di tali operazioni la superficie sarà sottoposta ad un trattamento di preparazione uguale a quello indicato al punto 3.23.2.1.

3.23.2.2.9 Faccia anteriore

I fondi dei segnali:

- -DARE PRECEDENZA
- -FERMarsi E DARE PRECEDENZA
- -INTERSEZIONE CON PRECEDENZA A DESTRA
- -DIVIETO DI SORPASSO
- -DI PREAVVISO E DI DIREZIONE

e tutti quelli indicati dalla Direzione dei Lavori dovranno essere interamente rivestiti con pellicola retroriflettente ad elevata efficienza classe 2 con le caratteristiche come da successivo punto 3.23.2.6. La rimanente segnaletica, dopo approvazione della Direzione dei Lavori, sarà rivestita con pellicola retroriflettente a normale efficienza - classe 1 - avente le caratteristiche di cui al successivo punto 3.23.2.6. La Direzione dei Lavori, qualora ne riconosca la necessità, si riserva il diritto di prescrivere, in ottemperanza a quanto stabilito all'art. 79 comma 11 del D.P.R. n° 495 del 16.12.1992, l'utilizzo di pellicole retroriflettenti aventi caratteristiche prestazionali superiori alle normali pellicole di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995, per la realizzazione di segnaletica da installarsi in specifiche situazioni stradali, quali:

- 1) segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze;
- 2) segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- 3) strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;
- 4) strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette

pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5°	80	65	20	10	4
1°	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
	5°	20	16	5	2,5	1
1,5°	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 di misura previsto dal D.M. 31.3.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unitamente alla certificazione di classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.3.95, nella documentazione di gara di ogni Ditta concorrente. 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 evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa viene a formare. Detta caratteristica é definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25° (venticinque gradi). Detta misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°C. In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra. L'applicazione ai supporti, di tutte le pellicole dovrà essere eseguita a mezzo di apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata del calore e della pressione e comunque a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole. Previa autorizzazione della Direzione dei Lavori é ammessa la realizzazione di parti di colore nero con pellicola plastica opaca autoadesiva.

3.23.2.2.10 Dimensioni - forma - colori - alfabeti

Tutti i segnali sia triangolari, circolari e di indicazione oggetto del presente Appalto, dovranno essere conformi per quanto riguarda forme, dimensioni, colori e tipo di caratteri alfabetici, a quanto prescritto dal Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495.

3.23.2.3 Sostegni per cartelli

Dovranno essere tubolari in acciaio di qualità EN 10025 – S235JR.

Il rivestimento di zincatura deve presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le Norme CNR CEI n° 7-6/VII 1968. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74 Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o di materiale plastico e deve recare al piede un'asola per l'alloggiamento

dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non sarà consentita alcun tipo di saldatura su sostegni già zincati. Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura sono indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti. La bulloneria impiegata dovrà essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8. I sostegni a portale (cavalletto, bandiera e farfalla) per segnali di grande dimensione, segnali sovrappassanti l'autostrada e altri ove indicato dalla Società, dovranno essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di progetto con l'impiego di profilato tubolare in acciaio di qualità EN 10025 – S275JR. Tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati dovranno essere realizzati mediante flange e dovranno essere riuniti in opera con bulloni. La bulloneria impiegata dovrà essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8. Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio dovranno essere esclusivamente del tipo a penetrazione e dovranno rispettare quanto previsto dalle Norme UNI 10011/88. La base del piedritto dovrà essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione dovrà essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto. L'Impresa esecutrice dei lavori avrà comunque l'obbligo di verificare la resistenza degli impianti ed apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che dovranno comunque essere approvati dalla Direzione Lavori. Tutte le strutture componenti i vari tipi di sostegno di cui sopra, sovrappassanti, a sbalzo, a farfalla, dovranno subire tutti i processi di zincatura a caldo secondo le norme CNR CEI n° 76/VII 1968. Tali norme danno prescrizioni sulle caratteristiche principali e le modalità di controllo della zincatura effettuata mediante immersione in zinco fuso a scopo protettivo contro la corrosione su elementi di materiale ferroso. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,5 UNI 2013/74. Lo strato di zinco, a lavoro ultimato, deve presentarsi uniforme e continuo ed in particolare deve essere esente da macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie e altri analoghi difetti, nonché deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

3.23.2.4 Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando i sostegni su apposito basamento in conglomerato cementizio avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, nelle dimensioni indicate nei disegni di progetto e comunque delle dimensioni minime di cm 50×50×50. Le dimensioni dei basamenti dovranno essere opportunamente aumentate per i segnali di maggior superficie.

Dette dimensioni saranno determinate dall'Impresa ed approvate dalla Direzione dei Lavori, tenendo conto della velocità del vento di 150 Km./ora. L'Impresa resta comunque responsabile del calcolo per il dimensionamento delle fondazioni. 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 montanti non perfettamente a piombo. I segnali dovranno essere installati in modo tale da essere situati alla giusta distanza o posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione dei Lavori. Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione dei Lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente

posati. In particolare é stabilito che i cartelli dovranno essere ubicati come stabilito nello schema IIB art. 81 del Regolamento di Esecuzione ed attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e successivi aggiornamenti.

L'altezza tra il bordo inferiore dei segnali ed il piano stradale sarà compresa tra m. 1,00 e m. 1,50, mentre la distanza in orizzontale misurata perpendicolarmente alla direzione del traffico, tra il ciglio esterno della banchina ed il bordo del cartello, dovrà essere di m. 0,60, avendo particolare cura di mantenere una altezza costante di posa.

3.23.2.5 Prescrizioni (art. 77.7 del Regolamento di esecuzione e attuazione del Codice della strada approvato con D.P.R. n. 495 in data 16.12.1992

Il retro dei segnali stradali deve essere di colore neutro opaco. su esso devono essere chiaramente indicati l'Ente o l'Amministrazione proprietari della strada, il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla ditta medesima per la fabbricazione di segnali stradali.

3.23.2.6 Caratteristiche delle pellicole

Le pellicole usate per la costruzione dei segnali dovranno possedere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto 31.03.1995 con la facoltà della D.L. di prescrivere pellicole aventi caratteristiche prestazionali superiori alle normali pellicole di classe 2.

3.23.2.7 Individuazione delle pellicole retroriflettenti

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dalle presenti Norme Tecniche e dalla descrizione delle stesse dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dal Disciplinare Tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31.03.1995 e dalla tabella di cui al punto 3.23.1.2 delle presenti Norme Tecniche. Inoltre mediante controlli specifici, da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti, sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.