

**CONVENZIONE REPERTORIO N.5357 DEL 21.01.2020  
REGISTRO CONVENZIONI REGIONE MARCHE**

***AMMODERNAMENTO DELLA  
S.P. 203 CORTA PER TORRE SAN PATRIZIO***

**CUP C67H19001670001**

**IMPORTO COMPLESSIVO DEL FINANZIAMENTO € 700.000,00**

LOGO PROGETTISTI

RELAZIONE GEOLOGICA- Dott. Geol. Costantino Berardini

RILIEVO TOPOGRAFICO- Geom. Giovanni Antolini

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ING. IVANO PIGNOLONI

ELABORATO:

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E  
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI  
TECNICI**

***n.17***

03

02

01

00

SETTEMBRE 2022

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



## PARTE SECONDA - SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

(art. 43, comma 3, lettera b), del d.P.R. n. 207 del 2010)

### Sommario

PARTE SECONDA - SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE.....	1
Articolo 1. Prove ed Analisi.....	2
Articolo 2. Accettazione, qualità e provenienza dei materiali.....	2
Articolo 3. Tracciamenti ed esecuzione di opere .....	5
Articolo 4. Manodopera .....	6
Articolo 5. Noleggi .....	6
Articolo 6. Trasporti.....	7
Articolo 7. Qualità e provenienza dei materiali per la formazione del corpo stradale – Pianificazione delle lavorazioni ....	7
Articolo 8. Scavi e demolizioni.....	13
Articolo 9. Riporti.....	18
Articolo 10. Stabilizzazione delle terre con calce o con calce e cemento.....	26
Articolo 11. Rilevati con materiali riciclati .....	29
Articolo 12. Fondazione stradale in misto granulare .....	31
Articolo 13. Misto cementato .....	36
Articolo 14. Conglomerato bituminoso a caldo tradizionale .....	42
Articolo 15. Formazione di manti d'usura speciali.....	58
Articolo 16. Fresatura degli strati in conglomerato bituminoso .....	67
Articolo 17. Calcestruzzo .....	68
Articolo 18. Casseforme, armature e centinature.....	74
Articolo 19. Acciaio .....	75
Articolo 20. Strutture prefabbricate e precomprese .....	81
Articolo 21. Gallerie artificiali .....	82
Articolo 22. Manufatti prefabbricati prodotti in serie.....	82
Articolo 23. Difesa idraulica del corpo stradale .....	83
Articolo 24. Pali trivellati in calcestruzzo armato.....	85
Articolo 25. Ancoraggi: materiali, componenti e tecnologie costruttive .....	87
Articolo 26. Gabbioni metallici .....	88
Articolo 27. Geotessile non tessuto per drenaggi e lavori stradali.....	88
Articolo 28. Terre Rinforzate pre-assemblate.....	90
Articolo 29. Opere in verde .....	91
Articolo 30. Barriere di sicurezza.....	96
Articolo 31. Segnaletica orizzontale e caratteristiche delle vernici .....	98
Articolo 32. Materassi Metallici Plastificati .....	105
Articolo 33. Resina Epossidica Bicomponente.....	106
Articolo 34. Biostuoia Antiersiva In Fibre Naturali .....	106
Articolo 35. Opere Di Protezione Del Corpo Stradale Dalla Caduta Massi .....	106

## **GENERALITA' SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE E MANODOPERA**

### **Articolo 1. Prove ed Analisi**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante. In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite presso Laboratori ufficiali individuati dalla Stazione Appaltante. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Tecnico Provinciale previa opposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

### **Articolo 2. Accettazione, qualità e provenienza dei materiali**

A norma dell'art. 111 comma 1-bis del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie previste dal presente capitolato, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico della Stazione Appaltante.

Sono invece a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi a tutte le altre prove o analisi, ancorché non specificatamente prescritte nel capitolato speciale d'appalto, ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o dell'organo di collaudo.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'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 dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

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

#### *1) Graniglia calcarea:*

Dovrà provenire da frantumazione meccanica di pietrame o ciottolo calcareo di durezza non inferiore a 12 Deval e pezzatura secondo le richieste della D.L. Dovrà inoltre presentarsi, all'aspetto, di forma poliedrica e non lamellare, scevra da polvere e sostanze eterogenee.

#### *2) Pietrisco:*

Dovrà provenire da frantumazione meccanica o ciottolo calcareo di durezza non inferiore a 12 Deval e dovrà avere pezzatura di cm. da 4 a 7 o da 7 a 18 e comunque tale pezzatura potrà variare secondo le richieste della D.L.. Dovrà inoltre presentarsi all'aspetto di forma poliedrica e non lamellare, scevro da sostanze organiche, terrose ed eterogenee.

#### *3) Sabbia:*

Dovrà essere di fiume o di frantoio, aspra, fine, vagliata e lavata prima di essere impiegata.

#### *4) Pietrame in genere, scagliame o ciotolame spaccato a spigoli vivi:*

Il pietrame, lo scagliame, dovranno essere di natura esclusivamente calcarea, compatta non geliva e forniti in dimensioni non inferiori a cm. 20 x 20 x 20 il primo e di cm. da 7 a 18 il secondo, restando facoltà della D.L. di stabilire le percentuali delle varie granulometrie; ambedue di durezza non inferiore a 12 Deval, scevri da terra, sostanze organiche, sabbiose e ghiaiose.

*5) Ghiaia:*

Le ghiaie e ghiaietti per pavimentazioni dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" e successive modifiche.

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

*6) Materiale arido:*

Dovrà essere formato da ghiaia di cava o di fiume mista a sabbia, scarto di pietrame di cava o ghiaione misto, purché scevro da sostanze fangose, terrose, argillose od organiche. La pezzatura sarà stabilita di volta in volta dalla D.L. secondo il genere dei lavori da eseguire.

*7) Scapoli di pietra:*

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

*8) Ciottoli da impiegare per i selciati:*

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

*9) Pietra naturale:*

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate. Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego. Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

*10) Pietre da taglio:*

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

*11) Pietre di tufo:*

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

*12) Mattoni:*

Dovranno essere di ottima qualità e ciò dovrà essere riconosciuto dalla D.L. Qualora sia rifiutata qualche partita non ritenuta idonea, l'Impresa dovrà sostituirla con un'altra che corrisponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere allontanati dal cantiere a spese dell'Impresa. Dovranno essere ben cotti, non ferrosi né abrasivi, privi di sostanze eterogenee, calcinaroli, porosità e fessurazioni.

*13) Composizione delle malte per la stuccatura dei giunti delle murature:*

Di norma la composizione delle malte per la stuccatura delle superfici murarie sarà così composta:

- 2 parti di sabbia;
- 0,5 parti di calce bianca;
- 1 parte di cemento bianco;
- modiche quantità di cemento "325";
- acqua di impasto in quantità dipendente dai procedimenti di lavorazione.

Detta composizione sarà concordata con la D.L. e, se necessario modificata, al fine di ottenere una composizione atta a garantire una continuità di colore con il complesso murario.

*14) Leganti idraulici e calci aeree:*

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

- 1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

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

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

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

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D e E della Legge 595/1965)  
Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da: D.M. 31.08.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementiti e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 06-11-1972)

3) Calci aeree – pozzolane

Dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231 ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico" R.D. 16-11-1936-n. 2230

15) *Acqua:*

Dovrà essere limpida, priva di sali e materie organiche, proveniente da vasche o luoghi di raccolta a scelta dell'Impresa, senza che questa possa avere ragione a chiedere compensi qualsiasi per le difficoltà incontrate per provvedersi dell'acqua medesima, essendosi di tali oneri tenuto conto nella formazione dei prezzi.

16) *Manufatti di cemento:*

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

17) *Materiali ferrosi:*

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

Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate dal D.M. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018, in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 Novembre 1971, n. 1086.

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

L'acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate dal D.M. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018.

18) *Legnami:*

I pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti e scortecciati per tutta la loro lunghezza; la differenza fra i diametri medi delle due estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza; il legname dovrà corrispondere a tutte le prescrizioni delle vigenti leggi e non presentare difetti incompatibili con l'uso a cui è destinato.

19) *Bitumi:*

Dovranno essere del tipo 50/70 oppure 70/100, semisolidi, oppure del tipo flussato oppure nel caso di conglomerati e malte bituminose, del tipo fluido STV 150/700. Per quanto riguarda l'accettazione di detti bitumi si richiamano le norme e le normative in vigore (UNI EN 12591).

20) *Emulsione bituminosa:*

Dovrà essere del tipo normale o acida, a lenta o rapida rottura, del tenore in bitume del 60% confezionata con bitume del titolo 70/100 e solventi ed emulsioni di prima qualità. Nel caso di emulsione tipo ad impregnazione, il tenore in bitume sarà del 50%.

21) *Teli di "geotessile":*

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

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

a) con fibre a filo continuo;

b) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";

c) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

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

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10-3 e 10-1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza, non inferiore a 300 N/5cm, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

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

#### *22) Tubi di PVC:*

I tubi prefabbricati con miscela a base di policloruro di vinile plastificato (rigido) devono avere caratteristiche e spessori conformi alle norme UNI 7443/85, e devono essere del tipo 303/2 per traffico medio leggero, con marchio di conformità (IIP) rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici, con giunto del tipo a bicchiere completo di anello elastomerico.

#### *23) Tubi in PEAD corrugati:*

I tubi in PEAD corrugati a doppia parete sono tubi in polietilene ad alta densità corrugati a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, secondo UNI 10968, secondo la classe di rigidità indicata (SN4 = 4 KN/mq o SN8 = 8 KN/mq), con marchio di conformità di prodotto rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da Istituto o Ente riconosciuto e accreditato Sincert.

#### *24) Tubi di cemento:*

Per i tubi di cemento si prescrive che lo spessore del tubo deve essere non inferiore ad 1/13 del diametro interno del tubo stesso. I tubi non dovranno presentare fessurazioni, incrinature, porosità, deformazioni. Le parti sagomate a maschio e femmina non dovranno presentare interruzioni, rottura o sfrido.

#### *25) Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:*

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.

Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

Per le provviste dei materiali sopra indicati e previsti nel presente capitolato valgono le norme e le prescrizioni degli artt. 20, 21 e 22 del Capitolato Generale a Stampa dello Stato. I materiali approvvigionati dall'Appaltatore saranno accettati solamente quando, a giudizio della D.L., saranno riconosciuti corrispondenti, dalla medesima, a quelli prescritti dal presente Capitolato Speciale per misura, quantità, natura, idoneità, durabilità, applicazione. In particolare si prescrive che i materiali in genere dovranno rispondere ai requisiti riportati nei decreti 16.11.1939 dal n° 2220 al n° 2235 e nella circolare del Ministero dei LL.PP. n° 1042 del 04.05.1961 ed eventuali successive modifiche.

### **Articolo 3. Tracciamenti ed esecuzione di opere**

Prima di iniziare i lavori per la formazione del corpo stradale o di altre opere, l'Impresa dovrà farsi consegnare gli esecutivi dalla Direzione Lavori in corso d'appalto e ripristinare il tracciato di progetto, fissando stabilmente i vertici d'asse ed i caposaldi di livellazione e tutti gli altri elementi occorrenti, mettendo a disposizione della Direzione Lavori gli strumenti necessari. Dovrà, inoltre, picchettare i limiti degli scavi e dei rilevati stabilendo le modine e garbe necessarie e fissare con esattezza



l'andamento delle scarpate e la posizione delle opere murarie.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Impresa è obbligata a curare la perfetta conservazione, nonché l'immediato ripristino in caso di eventuale manomissione, di tutti gli elementi fissati (vertici, caposaldi, picchetti, ecc.).

#### **Articolo 4. Manodopera**

Gli operai dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi. Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti. L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale. L'Appaltatore è responsabile in rapporto all'Amministrazione dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti dell'Amministrazione.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dall'Amministrazione o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, l'Amministrazione medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni all'Amministrazione, né ha titolo al risarcimento di danni.

#### **Articolo 5. Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a



regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

## **Articolo 6. Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

## **FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE**

### **Articolo 7. Qualità e provenienza dei materiali per la formazione del corpo stradale – Pianificazione delle lavorazioni**

Il corpo stradale, al di fuori dei tratti occupati da opere d'arte maggiori (viadotti e gallerie), si realizza attraverso movimenti di materie con l'apertura di trincee e la costruzione di rilevati.

Si distinguono, più in generale, nei movimenti di materie le seguenti lavorazioni:

- lo smacchiamento generale (taglio di alberi arbusti e cespugli, estirpazioni delle radici), lo scoticamento e la rimozione del terreno vegetale (o a rilevante contenuto di sostanza organica);
- gli scavi di sbancamento per l'apertura della sede stradale in trincea, per la predisposizione dei piani di appoggio dei rilevati e per le opere di pertinenza stradali;
- gli scavi a sezione ristretta per l'impianto di opere d'arte, gli scavi subacquei, le demolizioni, gli scavi in roccia;
- la formazione dei rilevati, compreso lo strato superiore su cui poggia la pavimentazione stradale (sottofondo);
- l'esecuzione di riempimenti o rinterri in genere;

Salvo casi speciali, dettati da particolarissime condizioni locali ed estesi a ridotte volumetrie, i movimenti di materie si eseguono con l'impiego di apparecchiature meccaniche specializzate per lo scavo, il trasporto, la stesa ed il costipamento. Per la scomposizione di strati rocciosi o di manufatti di elevata compattezza e resistenza meccanica e per la loro riduzione in pezzature idonee al trasporto e/o al reimpiego dei materiali di risulta, può rendersi necessario l'uso di mine o di attrezzature meccaniche demolitrici.

Nell'esecuzione dei lavori, l'appaltatore dovrà seguire le migliori tecniche in modo che le opere risultino a regola d'arte e impiegare maestranze adatte alle esigenze dei singoli lavori.

### ***Materiali sciolti naturali***

I materiali sciolti naturali possono derivare dalla scomposizione di formazioni naturali di terreni o di rocce lapidee nelle zone in cui il progetto prevede lo sviluppo del solido stradale in trincea, ovvero dall'estrazione da cave di prestito. I materiali provenienti dagli scavi possono essere destinati alla costruzione di corpi stradali in rilevato, a bonifiche, a riempimenti ecc. ovvero, se quantitativamente eccedenti rispetto alle necessità o qualitativamente non affidabili, al deposito in apposite discariche.

Nei casi in cui i materiali impiegati non siano provenienti dagli scavi, ma da cave di prestito ove subiscano una lavorazione, dovranno essere qualificati nel rispetto della direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. In questo caso la fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

Il sistema adottato per la classificazione dei materiali sciolti (terre) fa riferimento al Sistema Unificato di classificazione delle terre (USCS) descritto dalla norma SN 670 008a.

Nella formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi sarà data priorità d'impiego ai materiali sciolti dei gruppi GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP, quindi a quelli dei gruppi GC, SM, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC.

Per le terre appartenenti ai restanti gruppi si deve valutare se adoperarle mediante trattamento con calce, ovvero se portarle a rifiuto.

Nel caso di materiali provenienti da cave di prestito saranno accettati solo quelli appartenenti ai gruppi GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP.

Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione.

I materiali impiegati, qualunque sia il gruppo di appartenenza, devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo. Terre con contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 2% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

### **Classificazione dei materiali sciolti**

Il Sistema Unificato di classificazione delle terre (USCS) è descritto dalla norma SN 670 008a e si basa sulla valutazione delle seguenti caratteristiche intrinseche dei materiali:

- granulometria;
- limiti di consistenza;
- contenuto di sostanza organica.

L'analisi granulometrica delle terre sarà effettuata secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-4. Saranno impiegati setacci delle serie ISO 3310-1 e ISO 3310-2. Per la descrizione delle frazioni granulometriche si farà riferimento alla terminologia riportata in Tabella 74.A1.

**Tabella 74.A1**

Tabella 7.1.11					
Descrizione		Classe		Dimensioni da (mm) a (mm)	
Terre Grosse	Blocchi		200		
	Pietre		60	200	
	Ghiaia (G)	Grossa Media Fine	20	60	
			6	20	
			2	6	
	Sabbia (S)	Grossa Media Fine	0.6	2	
0.2			0.6		
0.06			0.2		
Terre Fini	Limo (M)	Grossa Media Fine	0.02	0.06	
			0.006	0.02	
			0.002	0.006	
		Argilla (C)		-	0.002

La forma della curva granulometrica sarà descritta dai 2 parametri:

- coefficiente di uniformità: 
$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

- coefficiente di curvatura:

$$C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$$

dove D60, D30, D10 sono i diametri corrispondenti ai passanti di 60%, 30% e 10%.

I limiti di consistenza (o di Atterberg) saranno determinati secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-12.

Per la descrizione delle frazioni granulometriche fini si farà riferimento alla terminologia riportata

nella Carta di Plasticità (Figura 74.A1)

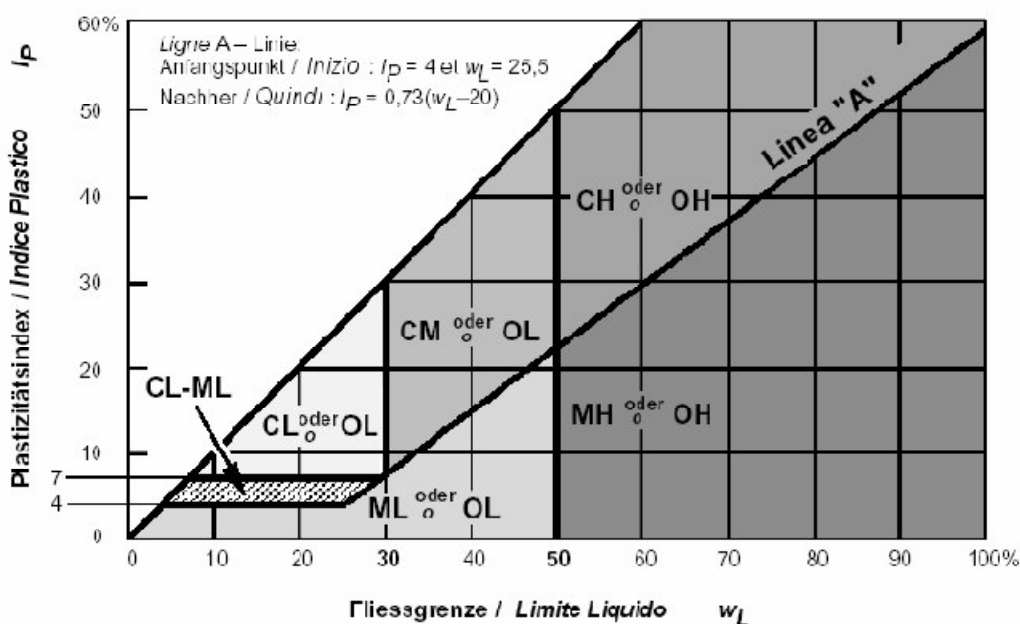


FIGURA 74.A1

Le terre organiche sono riconoscibili in base al loro colore ed al loro odore. Ai fini della presente classificazione una terra è definita come organica se il rapporto tra il limite liquido del materiale dopo essiccazione in stufa a 105°C e il limite liquido del materiale naturale è inferiore a 0,75.

#### Terre grosse ( $P_{0,063} < 40\%$ )

Sono considerate terre a grana grossa i materiali con una frazione limoso-argillosa ( $P_{0,063}$ ) inferiore al 40%. Esse sono suddivise in ghiaie e sabbie secondo la frazione granulometrica prevalente.

Inoltre:

- se  $P_{0,063}$  è inferiore al 5% la classifica si effettua solo in base alla forma della curva granulometrica;
- se  $P_{0,063}$  è superiore al 12% la classifica si effettua solo in base alle caratteristiche della frazione fine (Carta di Plasticità).
- se  $P_{0,063}$  è compreso tra il 5% ed il 12% la classifica si effettua sia in base alle caratteristiche della frazione fine (Carta di Plasticità) che alla forma della curva granulometrica.

I criteri di classificazione delle terre grosse sono riassunti nella Tabella 74.A2.

#### Terre a grana fine ( $P_{0,063} \geq 40\%$ )

Le terre a grana fine hanno una frazione limoso-argillosa ( $P_{0,063}$ ) superiore al 50% e sono classificate in funzione della loro posizione sulla carta di plasticità.

TABELLA 74.A2

	$P_{0,063}$	Granulometria $C_U - C_C$	Plasticità	Gruppo
<b>Terre Ghiaiose (G):</b>  % di ghiaia ( $\Phi > 2\text{mm}$ ) superiore alla % di sabbia ( $0,06 < \Phi < 2\text{mm}$ )	< 5%	$C_U > 4$ e $1 \leq C_C \leq 3$		GW
		$C_U \leq 4$ o $C_C < 1$ o $C_C > 3$		GP
	> 12%		ML, MH	GM
			CL-ML	GM-GC
			CL, CM, CH	GC
	5% - 12%	$C_U > 4$ e $1 \leq C_C \leq 3$	ML, MH	GW-GM
			CL-ML, CL, CM, CH	GW-GC
		$C_U \leq 4$ o $C_C < 1$ o $C_C > 3$	ML, MH	GP-GM
			CL-ML, CL,	GP-GC

<b>Terre Sabbiose (S):</b>  % di sabbia ( $0,06 < \Phi < 2\text{mm}$ ) superiore alla % di ghiaia ( $\Phi > 2\text{mm}$ )	< 5%	$C_U > 6$ e $1 \leq C_C \leq 4$		SW
		$C_U \leq 6$ o $C_C < 1$ o $C_C > 4$		SP
	>12%		ML, MH	SM
			CL-ML	SM-SC
	5% - 12%	$C_U > 6$ e $1 \leq C_C \leq 3$	CL, CM, CH	SC
			ML, MH	SW-SM
<b>Terre Fini Limi (M) e Argille (C)</b>  <b>Organiche (O)</b>	no	< 30	> 7 $4 \leq I_p \leq 7$ < 4	CL CL-ML ML
				OL
	si	$30 \leq W_L \leq 50$	Sopra la Linea "A" Sotto la Linea "A"	CM ML
				OL
	no	> 50	Sopra la Linea "A" Sotto la Linea "A"	CH MH
				OH
	si			

### Altri materiali

Il progetto può prevedere l'adozione di tecnologie, materiali e prodotti di tipo innovativo, diversi dalle terre. In tali casi l'Impresa deve attenersi, per le qualificazioni dei materiali e i controlli, alle specifiche di progetto, eventualmente riferite a normativa nazionale o internazionale specifica. In presenza di esigenze tecniche particolari l'Impresa può proporre, nel rispetto del quadro economico, l'impiego di materiali non previsti espressamente in progetto. In tale caso i materiali debbono essere sottoposti, prima del loro impiego, ad adeguate verifiche e, se necessario, a prove di laboratorio per accertarne l'idoneità alla particolare utilizzazione prevista; gli oneri delle prove e delle verifiche sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

## PIANIFICAZIONE DELLE LAVORAZIONI

### 1) qualificazione dei materiali

Con riferimento alla verifica del progetto, ai sensi dell'art.131 del DPR 554/99, ed alle lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea ed in rilevato, l'Impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su sperimentazione o prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative (rilievo di prima pianta);
- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le seguenti prove di

laboratorio:

- granulometria (UNI CEN ISO/TS 17892-4) e limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1) e indice di consistenza (UNI CEN ISO/TS 14688-2);
- determinazione della curva di costipamento Proctor, Standard e/o Modificato, con individuazione della densità massima del secco  $\gamma_{s,max}$ , e dell'umidità ottimale di costipamento  $W_{opt}$ , (UNI EN 13286-2); per le terre con trattenuto al crivello da 25 mm superiore al 15% si dovrà obbligatoriamente utilizzare la metodologia DIN 18127 (fustella grande);
- analisi granulometriche comparative (UNI CEN ISO/TS 17892-4), prima e dopo la prova di costipamento, limitatamente ai materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili;
- indice di portanza CBR, secondo modalità di prova che tengano conto della destinazione del materiale, dei rischi di imbibizione da venute d'acqua (gravitazionale e/o di capillarità) e del prevedibile grado di addensamento. Per valutare gli effetti delle variazioni di umidità e del grado d'addensamento sulla portanza degli strati realizzati, la Direzione dei lavori, in relazione alle esigenze di posa in opera ed anche ai fini dei controlli di portanza, ha la facoltà di richiedere lo studio CBR completo, a diverse energie ed umidità di costipamento, secondo la norma SN670320b.

Per le rocce evolutive devono essere determinate, inoltre:

- la resistenza a compressione semplice su cubetti (UNI EN 1926)
- la massa volumica apparente (UNI EN 1936);
- la perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2).

Laddove, a causa della granulometria del materiale, non fosse possibile effettuare prove di costipamento e prove CBR di laboratorio, l'attitudine all'impiego può essere determinata successivamente, attraverso la misura del modulo di deformazione  $E_{v1}$  e il rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  (DIN 18134), nel corso delle prove preliminari in vera grandezza (campo prove) di cui nel seguito.

Per le terre destinate ai massicci rinforzati con reti metalliche, alle prove ordinarie sulle terre naturali, debbono essere aggiunte le determinazioni delle seguenti caratteristiche:

- contenuto in sali solubili totali (UNI EN 1744-1);
- contenuto in solfuri, solfati e cloruri (UNI EN 1744-1);
- misure di pH e resistività elettrica (BS 1377 - 3).

Tenuto conto dei risultati delle suddette indagini, l'Impresa predispone i seguenti documenti, da sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori:

- piano dettagliato di sperimentazione in vera grandezza (campo prove);
- piano particolareggiato delle lavorazioni di movimento di materie.

## **2) campo prove per l'impiego di materiali sciolti**

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materia siano del tutto trascurabili (inferiori a 30.000 m<sup>3</sup>), l'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Nei cantieri di grande dimensione e, in ogni caso, allorché per il controllo in corso d'opera vengano impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento (LFWD, FWD, autocarro con asse di 10 t), le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzate anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i risultati di queste ed i valori di massa volumica del secco ( $\gamma_s$ ) e/o modulo di deformazione  $E_{v1}$  e del rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  (DIN 18127).

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo



stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato. In quest'ultimo caso, dopo la sperimentazione, è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento del piano e delle modalità delle lavorazioni. In ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta, o integrata, in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

I risultati delle prove vanno riportati in apposito verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione delle macchine e sulle modalità di posa in opera.

### **3) cave di prestito**

Quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché autorizzate dal programma provinciale per le attività estrattive e il materiale sia ritenuto idoneo dalla direzione lavori a seguito di indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego (qualificazione norma UNI EN 13242).

### **4) discariche e depositi**

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto in discariche autorizzate, ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, all'autorizzazione del Direttore dei Lavori e a quella degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;
- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale, disposti, con scarpate generalmente di 3/2, non debbono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori a sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata.

L'Impresa deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto già illustrato per le cave di prestito.

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato

delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

### **5) Piano particolareggiato delle lavorazioni**

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti in terra e per le loro parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata di un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:
  - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
- attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare, dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
- numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti;
- le prevalenti condizioni di umidità naturale delle terre impiegate, all'atto della posa in opera; in relazione ad esse sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

## **Articolo 8. Scavi e demolizioni**

### **1) norme generali**

Si esaminano in questo paragrafo le lavorazioni per lo smacchiamento generale dei siti d'impianto del corpo stradale, per lo scoticamento, per lo sbancamento e lo scavo a sezione ristretta, con o senza la presenza di falda freatica, per la demolizione di opere murarie e la scomposizione di strati rocciosi.

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati e per far luogo alla pavimentazione ed alla bonifica del sottofondo stradale in trincea), nonché quelli per la formazione di cunette, fossati, passaggi, rampe e simili, sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati grafici di progetto ed in conformità a quanto eventualmente ordinato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo,



alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.

Prima dell'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fugatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Prima di dar luogo agli scavi l'impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla direzione lavori. Nei tratti in trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.

L'appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede quindi a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di materia nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa) sia per i tratti in trincea.

Inoltre qualora in progetto sia segnalata la presenza di sottoservizi che non interferiscono con i lavori, ma richiedono solo particolare cura e attenzione nelle fasi lavorative, gli scavi all'occorrenza dovranno eseguirsi con tutte le cautele necessarie e con mezzi idonei ed eventualmente anche a mano, considerando l'eventuale maggior onere adeguatamente compensato dalla voce di elenco prezzi relativa allo scavo di sbancamento o allo scavo a sezione obbligata a seconda del tipo di lavorazione che si sta eseguendo.

## **2) smacchiamento**

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere preliminarmente al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

### **3) scoticamento**

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'Impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione. L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

### **4) scavi di sbancamento**

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica di sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splateamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico. In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo dovrà risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

### **5) scavi a sezione ristretta**

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante. Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm previsto nel titolo seguente, l'Impresa dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ordinario alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti nonché al D.M. 17/01/2018.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fagorati.

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

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli. In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Impresa dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti le saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua. L'Impresa sarà però tenuta ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti. In questo articolo possono trovare sede le norme e prescrizioni relative a tutti i tipi e metodi di fondazioni particolari che possono richiedersi per l'esecuzione di opere d'arte, ponti, ecc., ossia fondazioni con uso di paratie, casseri in legno e metallo, cassoni autofondanti in legno, cemento armato, metallo; fondazioni ad aria compressa, su palificate in legname, cemento armato, ecc.

#### **6) Demolizioni**

L'Impresa è tenuta a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale con i mezzi che ritiene più opportuni, incluso l'impiego di esplosivi nel rispetto delle Norme vigenti. Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale; nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di fabbricati e manufatti, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni sono portati a rifiuto solo se ritenuti non idonei all'impiego da parte della Direzione Lavori. In caso di idoneità sono conferiti a rifiuto presso gli impianti di trattamento a cura e spese dell'impresa.

Nel caso che i materiali di scavo siano destinati al reimpiego, essi devono essere trasportati direttamente in opera o in aree di deposito; in questo caso devono essere custoditi opportunamente, eventualmente trattati per correggerne la granulometria, in relazione alla destinazione prevista, successivamente ripresi e trasportati nelle zone di impiego.

#### **7) Scavi in roccia**

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura e consistenza, comunque fessurata o stratificata, e le demolizioni dei manufatti sono eseguiti con i mezzi che l'Appaltatore ritiene più convenienti, ivi compreso l'uso di mine. Nell'impiego di esplosivo l'Impresa deve curare che la scarpata risultante non presenti fratture né dislocazioni di masse: qualora si accertasse la presenza di tali indesiderati fenomeni, prodotti dalla tecnica di scavo, l'Impresa deve provvedere a sue spese a disaggi, sarciture e/o bloccaggi, secondo un programma concordato con la Direzione Lavori.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di impianti a rete di ogni genere, deve essere attuato con opportune cautele, in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi, che debbono essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

#### **8) Reimpiego dei materiali di scavo**

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché

rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

## **Articolo 9. Riporti**

Nel presente articolo, oltre alla costruzione del corpo stradale in rilevato (ivi compreso lo strato superiore costituente il sottofondo della pavimentazione), si considerano tutte le lavorazioni che comportano riporto di materiali, quali le opere di presidio ed i riempimenti dei cavi, la bonifica del piano di posa dei rilevati e quella del sottofondo della pavimentazione nei tratti di trincea (ove occorra).

In paragrafi distinti sono trattate nel seguito, in successione, le tecniche relative alla sistemazione ed alla costruzione di:

- piani d'appoggio dei rilevati;
- strati anticapillari;
- corpo del rilevato in terre naturali;
- riempimenti;
- massicci in terra rinforzata;
- rilevati con materiale riciclato.

### **Piano d'appoggio dei rilevati**

#### **1) Configurazione**

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto. Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si avrà cura, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo.

In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

L'operazione di gradonatura sarà sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terra vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati. La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, dovrà essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

#### **2) Terreni cedevoli**

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei 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.

L'impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

### 3) Requisiti di portanza

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)  $E_{v2}$ , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma DIN 18134, deve risultare non inferiore a:

- $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- $\geq 60 \text{ MN/m}^2$ , 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;
- $\geq 80 \text{ MN/m}^2$ , 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;

Per distanze inferiori a 0,50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

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 m<sup>3</sup>. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

### 4) Bonifica

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

### Strati anticapillari

#### 1) Strati in terre naturali

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, deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 2 e 50 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 ovvero riciclati.

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 100 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

#### 2) Geotessili

In associazione allo strato granulare anticapillare può essere posto sul piano di appoggio del rilevato uno strato geotessile.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e

termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego. Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati in Tabella 76.C1:

<b>Tabella C.1</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Peso	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	300
Spessore (strato singolo) a 2 kPa	UNI EN ISO 9863-1	mm	1,7
Resistenza a trazione longitudinale	UNI EN ISO 10319	kN/m	>13,5
Resistenza a trazione trasversale (a strisce con larghezza di 200 mm)	UNI EN ISO 10319	kN/m	>13,5
Resistenza all'invecchiamento (diminuzione del carico di rottura a trazione)	UNI EN 12224	%	<50
Resistenza chimica (diminuzione del carico di rottura a trazione)	UNI EN 13438	%	<20
Allungamento, in %	UNI EN ISO 10319	%	>80
Lacerazione (con prova a caduta conica-diametro massimo)	UNI EN 918	mm	<26
Punzonamento, in N	UNI EN ISO 12236	N	>3000
Permeabilità verticale rispetto il piano (senza carico)	UNI EN 12958	l/s/mq	>175
Permeabilità al piano (20 kPa di carico)	UNI EN 12958	l/m h	>31
Apertura efficace dei pori $O_{90}$	UNI EN ISO 12956	mm	0,10
Resistenza a agenti microbiologici	UNI EN 12225		

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma EN 963.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori accettati dall'Amministrazione Provinciale 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.

Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

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

### **Rilevati in terra naturale**

#### **1) Posa in opera**

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli



strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

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

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato, sperimentate in campo prove, secondo le indicazioni riportate nel relativo paragrafo e non deve comunque eccedere i 30 cm.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima della terra impiegata ( $s \geq 2D_{\max}$ ).

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 300 mm (100 mm nell'ultimo metro); questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

## 2) Compattazione

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare. La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi debbono rispettare le condizioni stabilite nel corso della sperimentazione in campo prova. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato. Le quantità rimosse nella riprofilatura delle scarpate non saranno contabilizzate.

Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo paragrafo "Controlli". Durante la costruzione dei rilevati occorre 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.

## 3) Protezione

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua

necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

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

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

### **Riempimenti**

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

È vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.

L'Impresa deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Impresa.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia 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.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 50-100 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato; l'esatto quantitativo, entro i suddetti limiti, deve essere determinato sperimentalmente dall'Impresa e

sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

La miscela deve essere compattata fino al 98% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) per strati di spessore non superiore a 30 cm.

### **Massicci in terra 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.

#### **1) Requisiti dei terreni del massiccio**

Per il terreno del rilevato in terra rinforzata devono essere impiegate terre appartenenti ai gruppi GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP della classifica riportata in appendice A. In ogni caso il terreno di riempimento deve presentare un passante al setaccio da 0,063 mm inferiore al 15%.

I terreni con  $P_{0,063}$  superiore al 15%, sono ugualmente utilizzabili se:

la percentuale del campione, di dimensioni minori di 0,015 mm (determinata con il metodo per sedimentazione, UNI CEN ISO/TC 17892-4) è inferiore al 10%;

la suddetta percentuale rimane compresa tra il 10% e 20% e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio diretto consolidate drenate su campioni saturi (UNI CEN ISO/TC 17892-10), risulta superiore a 25°.

Il terreno di riempimento non deve contenere nessun elemento maggiore di  $D = 150$  mm.

Il rilevato può essere alleggerito, con le modalità indicate nei disegni costruttivi, mediante l'interposizione di livelli di argilla espansa a strati di misto granulare o sabbia.

L'inerte leggero deve avere le seguenti caratteristiche :

— dimensione massima  $D_{max} < 25$  mm (UNI EN 933-1);

— massa volumica satura a superficie asciutta (UNI EN 1097-6) compreso tra 0,7 e 0,8 kg/m<sup>3</sup>.

Il valore di resistività del materiale (BS 1377-3), saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C, deve essere superiore a 1.000 Ohm\*cm per opere a secco e 3.000 Ohm\*cm per opere inondabili.

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

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

	Opere a secco	Opere in acqua dolce
Ione Cl	200 mg/kg	100 mg/kg
Ione SO <sub>4</sub>	1000 mg/kg	500 mg/kg

#### **2) Arma**

Le armat

Le reti metalliche sono a doppia torsione a maglie esagonali, tipo 8 x 10 (conformi UNI 8018), 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<sup>2</sup> 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) Lavorazione**

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra rinforzata, qualora i materiali di cava non mantengano la prescritta uniformità delle caratteristiche granulometriche e chimiche, l'Impresa è tenuta a stocarli, in apposite aree, al fine di correggerli opportunamente.

La compattazione degli strati deve risultare tale da garantire una densità, sull'intero spessore non inferiore al 98% della densità massima individuata mediante la prova UNI EN 13286-2, mentre il

modulo di deformazione determinato in accordo alla norma DIN 18134 deve risultare  $E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$  e  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,15$ .

Se la granulometria del materiale non consente l'esecuzione di prove di costipamento di laboratorio, secondo la norma UNI EN 13286-2 il controllo del costipamento va effettuato attraverso prove di modulo di deformazione a doppio ciclo di carico, secondo la norma DIN 18134.

## **Controlli**

### **1) Controllo delle forniture**

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati in terra, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei lavori.

Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei terreni interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 76.E1.

<b>Tabella E.1</b>		<b>0 Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali</b>		
<b>Destinazione</b>	<b>Rilevato</b>		<b>Sottofondo</b>	
<b>Tipo di prova</b>	<b>Primi 10000 m<sup>3</sup></b>	<b>Ulteriori m<sup>3</sup></b>	<b>Primi 5000 m<sup>3</sup></b>	<b>Ulteriori m<sup>3</sup></b>
Classificazione SN 670 008a	una prova ogni 2.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 2.000 m <sup>3</sup>
Umidità naturale UNI CEN ISO/TS 17892-2	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 200 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>
Costipamento UNI EN 13286-2	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 10.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>

### **2) Controllo della densità e della portanza**

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione  $E_{v2}$  secondo la Norma DIN 18134. Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFWD.

Le prove di densità in sito (massa volumica apparente  $\gamma_s$ ) saranno eseguite secondo la Norma DIN 18125 e riferite al  $\gamma_{s,max}$  di laboratorio determinato secondo la Norma UNI EN 13286-2. Vanno inoltre eseguite misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma UNI CEN ISO/TC 17892-1.

Nella Tabella 76.E2 sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione. Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente per ciascuna tipologia di materiale e per livello prestazionale. La sperimentazione può essere effettuata nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali.

Ad esempio per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il Modulo dinamico  $E_{vd}$  ed il modulo  $E_{v2}$  ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori  $E_{v2}$  ricavati da tale correlazione.

Dato che la portanza di una terra dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno grande in relazione alla natura della terra stessa, i livelli prestazionali indicati nella Tabella 76.E2 si riferiscono a contenuti d'acqua compresi tutti nell'intervallo  $W_{opt} \pm 2\%$  ( $W_{opt}$  da prove UNI EN 13286-2).

Se il contenuto d'acqua del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle misure effettuate e tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano



determinate preliminarmente nel rilevato di prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale.

Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra (o di deflessione) occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

<b>Tabella E.2</b> Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo		
STRATO	Grado d'addensamento $\% \gamma_{s \max}$ di laboratorio	Modulo di deformazione $E_{v2}$ (MN/m <sup>2</sup> )
Sottofondo (1)	$\geq 98 \%$	$\geq 120$
Rilevato (2)	$\geq 98 \%$	$\geq 80$
(1) In trincea, in tutto lo spessore dello strato di bonifica del sottofondo; in rilevato, nello strato superiore fino ad 1,0 m dal piano di sottofondo.		
(2) Strati posti a più di 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione.		

Le prove di controllo sono effettuate nei posti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito verbale.

### 3) Numero di prove di controllo

Salvo documentate prescrizioni del Direttore dei Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tabella 76.E3.

<b>Tabella E.3</b> Frequenza dei controlli sugli strati finiti					
Tipo di prova	RILEVATO		SOTTOFONDO		
	Primi 5.000 m <sup>3</sup>	Ulteriori m <sup>3</sup>	Primi 5.000 m <sup>2</sup>	Ulteriori m <sup>2</sup>	Superficie m <sup>2</sup>
Densità	una prova ogni 500-1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 3000-5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 350-500 m <sup>2</sup>	una prova ogni 1000 m <sup>2</sup>	-
Modulo $E_{v2}$ ; $E_{v2}/E_{v1}$	una prova ogni 1.000-1500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5000 m <sup>3</sup>	-	-	una prova ogni 1000 -2000 m <sup>2</sup>
Modulo $E_{vd}$ (LFWD)	una prova ogni 100-150 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>			una prova ogni 200-400 m <sup>2</sup>

### 4) Tolleranze sui risultati

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella 76.E2.

Negli altri casi si può accettare che su 5 risultati d'una stessa prova di controllo una possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento di tali valori non ecceda:

- il 5%, per le misure di densità secca  $\gamma_s$ ;
- il 10%, per le misure di portanza (modulo  $E_{v1}$ ;  $E_{v2}$  o altra grandezza).

### 5) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- $\pm 2\%$  per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- $\pm 3$  cm, per i piani di sottofondo;
- $\pm 5$  cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- $\pm 10$  cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 500 m<sup>2</sup>, per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo
- ogni 200 m<sup>2</sup>, per i piani di posa della pavimentazione.

## **Articolo 10. Stabilizzazione delle terre con calce o con calce e cemento**

La tecnica consiste nello spandimento della calce sulla superficie di terreno da trattare e nella successiva miscelazione mediante l'ausilio di idonee macchine stabilizzatrici (pulvimixer). Lo scopo è quello di ottenere un miglioramento significativo, in genere a medio e/o a lungo termine, delle proprietà fisico-meccaniche della terra che la rendono stabile alle azioni dell'acqua e del gelo.

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

L'Impresa è tenuta, nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni:

- a produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati
- a realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento. Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

### ***Requisiti delle miscele***

La composizione della miscela terra-calce-acqua dovrà essere stabilita in base ai risultati di uno studio, eseguito presso i Laboratori Ufficiali o Autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per gli interventi di stabilizzazione lo studio riguarderà almeno 3 miscele terra-calce con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del Contenuto Iniziale di Calce (CIC). Fatte salve le ulteriori prescrizioni che la Direzione Lavori porrà nel caso di terreni con medio o elevato contenuto di solfati, lo studio comprenderà almeno le seguenti prove sul terreno da stabilizzare:

- determinazione del Contenuto Iniziale di Calce (CIC), secondo la norma ASTM D6276-99a;
- determinazione del Valore di Blu (VB), secondo la norma UNI EN 933-9;
- determinazione del limite liquido e del limite plastico (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- determinazione della curva di costipamento con energia Proctor modificata (UNI EN 13286-2) con almeno 5 punti di umidità comprendenti il valore dell'umidità naturale della terra in sito;

Sulle miscele terra-calce saranno eseguite le seguenti prove:

- determinazione del limite liquido e del limite plastico (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- determinazione della curva di costipamento con energia proctor modificata (UNI EN 13286-2) con almeno 5 punti di umidità comprendenti il valore dell'umidità naturale della terra in sito;
- determinazione dell'indice C.B.R. (CNR-UNI 10009) su provini costipati con valori di umidità pari a quello ottimale,  $W_{ott}$  ed a  $W_{ott}+3\%$ , maturati per 28 giorni a  $20^\circ \pm 2^\circ C$  e U.R.>95% e quindi saturati con 4 giorni di immersione in acqua a  $20^\circ \pm 2^\circ C$ . Al termine della saturazione sarà inoltre determinato il valore di rigonfiamento. Se richiesto dalla D.L. lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ciascun valore di umidità della miscela.
- se richiesto dalla Direzione Lavori sarà inoltre effettuata la determinazione dell'indice C.B.R. (CNR-UNI 10009) "immediato" su provini costipati con valori di umidità pari a quello ottimale,  $W_{ott}$  ed a  $W_{ott}+3\%$  ;
- se richiesto dalla Direzione Lavori per la verifica della resistenza al gelo-disgelo dovrà essere effettuata la determinazione della resistenza a compressione (UNI EN 13286-41) su provini confezionati secondo UNI EN 13286-50 al 98% della densità massima ottenuta dalle prove di costipamento e all'umidità attesa durante la fase di costipamento in sito. La maturazione dei provini sarà effettuata per 28 giorni a  $20^\circ \pm 1^\circ C$  e U.R.>95%. Dopo la maturazione i provini saranno sottoposti a 13 cicli gelo-disgelo (16 ore a  $-5^\circ C$ , 8 ore a  $8^\circ C$ ). Se richiesto dalla Direzione Lavori lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni prova.

La preparazione delle miscele dovrà avvenire essiccando preliminarmente la terra fino a massa costante, ad una temperatura non superiore a 60°C. Si procederà quindi all'aggiunta della calce nelle percentuali in studio.

Queste ultime saranno sempre riferite al peso secco della terra. Si procederà quindi con l'aggiunta delle percentuali d'acqua richieste dallo studio, una delle quali dovrà coincidere con l'umidità della terra in sito.

L'intervallo di maturazione tra l'aggiunta d'acqua e la compattazione della miscela dovrà essere stabilito, anche in base alle indicazioni della Direzione Lavori, in relazione alla natura del terreno, al programma delle lavorazioni ed ai controlli in sito.

Le curve di costipamento e le curve CBR dovranno essere tracciate con riferimento sia alla quantità di acqua aggiunta alla terra essiccata sia all'umidità misurata sulle miscele terra-calce dopo il periodo di maturazione.

### ***Accettazione della miscela***

Si riterranno idonee per la formazione di sottofondi le miscele terra-calce che forniranno le seguenti prestazioni:

- a) contenuto iniziale di calce (CIC) > 1,5%;
- b) valore di blu VB > 2 g/kg;
- c) indice C.B.R. > 30% (per i provini confezionati con  $W_{ott}$  e con  $W_{ott}+3\%$  e quindi sottoposti a maturazione e saturazione);
- d) rigonfiamento dopo 4gg di immersione < 1,5% (per i provini confezionati con  $W_{ott}$  e con  $W_{ott}+3\%$  e quindi sottoposti a maturazione e saturazione);
- e) resistenza a compressione  $R_c \geq 1,2$  MPa.

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi la percentuale di calce che intende adottare. Acquisita l'approvazione della Direzione Lavori, potrà procedere all'impiego della miscela.

In ogni caso il quantitativo di calce aggiunta non dovrà mai essere inferiore al 2,0% in peso, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Appaltatore.

### ***Posa in opera***

La superficie dello strato dovrà essere perfettamente livellata secondo i piani indicati nei disegni di progetto.

Se richiesto si dovrà effettuare una rullatura della superficie finalizzata all'individuazione di zone particolarmente compressibili. Su indicazione della Direzione Lavori tali zone saranno bonificate prima dell'inizio del trattamento.

L'operazione di miscelazione dovrà essere preceduta da quella di frantumazione della terra in sito fino alla profondità prevista per la stabilizzazione, ottenuta mediante passate successive di idonea attrezzatura polverizzatrice (pulvimixer) fino ad ottenere grumi di terra della dimensione massima di 40 mm.

La macchina polverizzatrice dovrà trattare il materiale in modo uniforme fino alla profondità richiesta, per tutta la larghezza della lavorazione. Essa dovrà inoltre fornire una chiara indicazione visiva della profondità di lavorazione.

Terminata l'operazione si dovrà determinare l'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

Saranno considerati soddisfacenti valori di umidità compresi tra quello ottimo della miscela,  $W_{ott}$  e  $W_{ott}+3\%$ .

In presenza di valori di umidità troppo elevati si procederà, in accordo con la Direzione Lavori ad una nuova lavorazione del materiale. L'aggiunta di calce non potrà essere effettuata se l'umidità della terra non rientrerà nel range prescritto. Nei casi in cui i valori di umidità sono sensibilmente più elevati del valore ottimo di costipamento è preferibile l'impiego di calce viva macinata per il suo effetto essiccante.

La stesa della calce sarà eseguita mediante impiego di spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento, tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto



della miscela. L'operazione di spandimento sarà sospesa quando la presenza di vento non permettesse di garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela. Il materiale dovrà quindi essere umidificato, con le modalità indicate dalla Direzione Lavori, fino a raggiungere il contenuto d'acqua richiesto.

Lo spandimento della calce dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa.

Entro 6 ore dalla stesa della calce si procederà alla miscelazione che dovrà essere realizzata con 2 o più passate miscelatore (pulvimixer). Il miscelatore dovrà essere del tipo a rotore, semovente e permettere di lavorare strati di almeno 50 cm di profondità.

Il controllo della profondità e dell'uniformità del trattamento sarà eseguito durante le operazioni di miscelazione attraverso la verifica visiva dell'apparecchiatura di miscelazione. Inoltre il controllo potrà essere eseguito attraverso trincee di ispezione, impiegando il metodo della fenoftaleina.

La miscelazione dovrà garantire che le zolle siano state ridotte a dimensioni tali per cui la terra passi interamente al setaccio da 31,5 mm e per almeno il 50% al setaccio da 4mm.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, in relazione alla composizione ed alla reattività della terra da trattare, sarà necessario effettuare una seconda fase di miscelazione (miscelazione finale) dopo un periodo di tempo variabile da 1 a 7 giorni dalla prima miscelazione. Tale periodo di maturazione sarà stabilito dalla Direzione Lavori sulla base dei risultati degli studi di prequalifica del materiale.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm. Inoltre nella stessa giornata lavorativa i tratti lavorati devono essere completati per tutta la larghezza prevista in progetto.

Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei. Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare che si manifestino successive fessurazioni.

Si passerà quindi alla rullatura da eseguire, a seconda delle caratteristiche geotecniche della miscela terra calce, con rulli a piedi costipanti, segmentati, vibranti, gommati.

La finitura superficiale dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici e non con l'apporto di nuovo materiale. La superficie finita dello strato in terra stabilizzata dovrà avere la sagoma e le quote riportate nei disegni di progetto.

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura, qualora lo strato trattato non venga ricoperto entro 24 ore con un ulteriore strato (fondazione stradale) sarà stesa a protezione dello strato ultimato un velo di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (BU CNR n.3) in ragione di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> o in alternativa un velo di bitume liquido BL 350-700 (BU CNR n.7) in ragione di 1 Kg/m<sup>2</sup>.

### **Controlli**

Il controllo della qualità della stabilizzazione a calce deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 77.D1.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio Ufficiale indicato dal Committente.

A compattazione ultimata la densità del secco in sito ( $\gamma_s$ ), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ( $\gamma_{s,max}$ ) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto con energia di costipamento Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo le norme DIN 18125-2 ovvero CNR 22/72.

Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove  $s$  è lo scostamento percentuale della densità in sito ( $\gamma_s$ ) rispetto a quella di laboratorio ( $\gamma_{s \text{ ottimo}}$ ) valutato con:

$$s = 100 (0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}} - \gamma_s) / 0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}}$$

Valori della densità del secco inferiori al 95% del valore di riferimento ( $\gamma_{s,max}$ ) misurato in laboratorio

sulla miscela di progetto con energia di costipamento Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) comporteranno la ripetizione del trattamento a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134. Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFWD.

Il Modulo di deformazione  $E_{v2}$  deve risultare non inferiore a 120 MN/m<sup>2</sup> con rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  inferiore a 2,15. Per valori medi di portanza inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = [(120 - E_{v2})/5]^2$$

Valori del modulo  $E_{v2}$  inferiori a 100 MN/m<sup>2</sup> e/o del rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  superiori a 2,15 comporteranno la ripetizione del trattamento a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali. Per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il Modulo dinamico  $E_{vd}$  ed il modulo  $E_{v2}$  ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori  $E_{v2}$  ricavati da tale correlazione.

La Direzione Lavori può inoltre richiedere prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato. Per eventuali valori inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del trattamento e le detrazioni da applicare.

**Tabella D.1**

<b>Controllo dei materiali e verifica prestazionale</b>			
<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI RICHIESTI</b>
Miscela sfusa già compattata	Fascia di stesa ultimata	ogni 2000 mc di materiale lavorato	indice CBR, rigonfiamento e resistenza a rottura (prove a compressione) non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto
Strato finito	Fascia di stesa ultimata	Ogni 250 ml di fascia di stesa	densità in sito non inferiore al 98 % della densità di laboratorio con metodo AASHTO mod. (DIN 18127 ovvero CNR 69/78)
Strato finito	Fascia di stesa ultimata	Ogni 250 ml di fascia di stesa	modulo di deformazione $E_{v2}$ , determinato con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134, non inferiori a 100 MN/m <sup>2</sup> con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,15$

## **Articolo 11. Rilevati con materiali riciclati**

Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi delle Normative Nazionali.

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.

I materiali riciclati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità

all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

La designazione del materiale riciclato dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

I materiali riciclati saranno classificati, in relazione alla loro composizione, in conformità all'appendice A della norma UNI EN 13285.

## **SOVRASTRUTTURA STRADALE**

### **Articolo 12. Fondazione stradale in misto granulare**

#### **STRATI DI BASE**

Per strati di base, o base, si intende la struttura immediatamente sottostante alla pavimentazione e che di questa costituisce il diretto supporto.

Tale base potrà venire realizzata, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori:

- in pietrisco;
- in misto granulare.

Gli spessori finiti degli strati di base verranno fissati dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo, in dipendenza della natura e della portata del sottostante terreno di sottofondo ed eventuale fondazione. Qualunque sia il tipo di base che verrà usato, durante la sua esecuzione l'Impresa dovrà avere attenta e costante cura per il rispetto assoluto delle quote prescritte, sia longitudinali che trasversali, in modo che la struttura in parola, ultimata la superficie superiore della base, risulti perfettamente parallela alla superficie della sede stradale di progetto. In particolare, nel caso in cui la pavimentazione venga realizzata in conglomerato bituminoso (in uno o più strati), resta inderogabilmente stabilito che immediatamente prima di iniziare l'esecuzione della pavimentazione stessa, le quote, sia longitudinali che trasversali, della superficie finita dello strato di base saranno, previo ripristino dell'interno tracciato della strada, particolarmente controllate.

La tolleranza ammessa rispetto alle quote di progetto è di cm. 1 (uno) in più o in meno. In caso di maggiori differenze, l'Impresa dovrà provvedere ad eliminare, senza alcun compenso eccetto il pagamento dei materiali usati "ex novo" e della loro cilindratura e con detrazione invece dei materiali asportati e della loro relativa cilindratura.

L'Impresa dovrà curare con la massima attenzione che il materiale di nuovo apporto si compenetri perfettamente con quello già in opera e che le zone in cui si sono effettuate asportazioni di materiale vengano di nuovo perfettamente costipate.

#### **BASE IN PIETRISCO O MISTO GRANULARE**

##### **A) BASE IN PIETRISCO**

Consiste in una normale massicciata in pietrisco cilindrato il cui spessore sofficie sarà stabilito dalla Direzione Lavori. Detto materiale dovrà essere costituito da elementi omogenei di forma poliedrica a spigoli vivi, ricavati dalla frantumazione di rocce di natura calcarea, corniola, massiccio, rupestre di notevole resistenza e non gelive. Dovrà essere scevro da materie argillose, sabbiose e comunque eterogenee. Ad evitare che il materiale sia costituito da elementi troppo appiattiti o allungati si prescrive che l'indice dei vuoti non debba superare il valore di 1 (uno).

I requisiti di accettazione sono:

- coefficiente Deval minimo 10;
- coefficiente I.S.S. minimo 4;
- porosità non maggiore del 3%;
- potere legante maggiore di 30.

Gli altri requisiti saranno quelli prescritti dalle norme di accettazione del C.N.R. (Fascicolo n° 4). La cilindratura sarà del tipo semichiuso se la pavimentazione verrà effettuata mediante trattamenti bituminosi ancorati e superficiali; in tal caso l'avanzata della preparazione della massicciata non dovrà mai procedere più di 100 ml ciascun compressore. Sarà invece del tipo chiuso se la pavimentazione verrà eseguita in conglomerato bituminoso o con trattamenti ad impregnazione o se la base è destinata a rimanere, anche se temporaneamente scoperta.

**B) BASE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO**

Tale base è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.- L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere. Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo, la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

**a) Caratteristiche dei materiale da impiegare.**

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

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

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

Serie crivelli e setacci U.N.I. - % Passante

Crivello 71	100
Crivello 40	75-100
Crivello 25	60-87
Crivello 10	35-67
Crivello 5	25-55
Setaccio 2	15-40
Setaccio 0,4	7-22
Setaccio 0,075	2-10

3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2:3;

4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

5) equivalente in sabbia<sup>1</sup> misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);

6) indice di portanza CBR<sup>2</sup>, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.- È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

<sup>1</sup> N.4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

<sup>2</sup> ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

**b) Studi preliminari.**

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

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare.

Il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

**c) Modalità esecutive.**

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette 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 ricostruito a cura e spese dell'Impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati 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 AASHO modificata. Il valore del modulo di compressibilità ME nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup> non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Sullo strato di fondazione, costipato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di esportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.



**TRATTAMENTI CON LEGANTI BITUMINOSI IN GENERE**

Le prescrizioni valevoli per tutti i trattamenti con legante bituminoso sono le seguenti.

**A) AGGREGATO LITICO**

Dovrà rispondere alle norme di accettazione del C.N.R. È escluso nella maniera più assoluta l'impiego di materiali idrofili. È decisamente vietato il reimpiego di aggregato recuperato da precedenti trattamenti.

**B) QUANTITATIVI DI MATERIALI DA USARE**

I quantitativi di legante bituminoso da spandere per unità di superficie verranno fissati all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori in pendenza sia delle condizioni ambientali che del grado di "chiusura" della superficie da trattare. Le pezzature dell'aggregato verranno pure fissate all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori in relazione ai quantitativi unitari di legante bituminoso; la quantità dell'aggregato dovrà, comunque, saturare completamente il legante bituminoso; la quantità dell'aggregato dovrà, comunque, saturare completamente il legante spanto. La rimozione delle graniglie non incorporate sarà effettuata a spese e cura dell'Impresa ogni qualvolta il piano viabile si presenti per tale causa anche moderatamente sdruciolevole.

Data l'importanza dell'operazione per il pericolo che tale situazione comporterebbe, L'impresa dovrà sorvegliare il tratto bitumato ed intervenire tempestivamente per eliminare possibili pericoli. Qualora la Direzione Lavori riscontrasse ritardi nella rimozione delle graniglie potrà, senz'altra formalità, provvedere con proprio personale all'esecuzione dei lavori più urgenti a tutela della pubblica incolumità. In tal caso tutte le spese relative verranno accollate all'Impresa appaltatrice e saranno senz'altro detratte dai documenti contabili.

Tale particolare intervento è giustificato dalla assoluta urgenza di evitare gravi pericoli al pubblico transito. Poiché tali operazioni devono, se necessario, essere ripetute più volte, l'eventuale intervento della Direzione Lavori non toglie all'Impresa appaltatrice la responsabilità civile e penale per eventuali danni a cose e persone avvenuti a causa della graniglia rimasta sul piano viabile.

Prescrizioni specifiche per trattamento ad impregnazione per mano d'attacco

**a) Materiali inerti**

I pietrischetti e le graniglie da utilizzarsi proverranno unicamente da frantumazione di rocce basaltiche o porfiriche e dovranno risultare di forma poliedrica, ben puliti ed esenti da ogni traccia di polvere (CNR-BU n.139/92) e dovranno presentare i seguenti requisiti:

Coefficiente di levigabilità accelerata	> 0,45	CNR-BU n. 95/84
Coefficiente di frantumazione	< 100	CNR Fasc. IV/93
Perdite per decantazione	< 1	CNR Fasc. IV/93
Coefficiente di forma	< 3	CNR-BU n. 85/84
Perdita in peso Los Angeles, %	< 20	CNR-BU n. 34/73



Vengono riportati i fusi granulometrici e le quantità delle varie pezzature da impiegare:

	pietrischetti		graniglie	
Setacci ASTM	12/18mm	8/12mm	4/8mm	3/6mm
3 /4"	100	100		
1 /2"	40-80	97-100		
3 /8"	2-15	78-94	100	
1 /4"	0-4	12-34	88-100	100
n° 4		0-8	26-55	92-100
n° 10			0-5	2-15
dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	10/11	7/9	5/6	
dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>			6/7	4/6

#### b) Legante

Il legante sarà costituito da emulsioni di bitume.

Le caratteristiche dell'emulsione vengono di seguito descritte:

Contenuto d'acqua	max 32%	CNR 101/84
Contenuto di legante	min 68%	100-a
Contenuto di bitume	min 65%	CNR 100/84
Contenuto di flussante	0-3%	CNR 100/84
Demulsività	40-100%	ASTM D 244
Omogeneità	max 0,2	ASTM D 244
Viscosità Engler a 20°C	15-25°E	CNR 102/84
pH (grado di acidità)	2-4	ASTM E 70
Sedimentazione a 5 gg	max 10%	CNR 102/84

Il bitume estratto come residuo della distillazione della emulsione dovrà presentare i requisiti:

Penetrazione a 25°C, dmm	80-220	CNR 24/71
Punto di rammollimento, P&A, °C	35-46	CNR 35/73
Punto di rottura FRAAS, °C	<-12	CNR 43/74

## **Articolo 13. Misto cementato**

Il misto cementato sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei (misto granulare) trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela dovrà assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole anche in presenza di acqua o gelo.

### **Materiali costituenti e loro qualificazione**

#### **1) Aggregati**

##### ***1.1) Generalità e provenienza***

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

I requisiti da dichiarare sono specificati nel seguito.

La designazione di ciascuna pezzatura dovrà contenere:

- dimensioni dell'aggregato;
- tipo di aggregato (composizione petrografica prevalente);
- località di provenienza, eventuale deposito e produttore.

L'aggregato può essere costituito da elementi di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabella 80.A1.

Nei casi in cui l'aggregato possa venire a contatto con il gelo deve essere privo di fillosilicati e in particolare di caoliniti, cloriti, vermiculite, miche ed idrossidi di ferro, formati durante la disgregazione.

È possibile l'utilizzo dei materiali riciclati provenienti dalle demolizioni edilizie. In questo caso la descrizione delle miscele contenenti aggregati riciclati dovrà essere effettuata in conformità all'appendice A della norma UNI EN 13285.

Gli impianti di riciclaggio dovranno comunque rifornirsi di materiale da riciclare esclusivamente dal luogo di produzione o demolizione, ed è fatto divieto di rifornirsi da discariche di qualsiasi tipo.

I materiali riciclati dalle demolizioni edilizie dovranno essere conformi alle normative vigenti in materia.

##### ***1.2) Dimensioni e granulometria***

La descrizione delle pezzature degli aggregati deve essere effettuata tramite la designazione d/D secondo quanto specificato dalla norma UNI EN 13242. È richiesto l'impiego degli stacci del gruppo base+2.

La granulometria delle pezzature deve soddisfare i requisiti generali specificati dalla norma UNI EN 13242 per aggregati grossi, aggregati fini ed aggregati in frazione unica.

##### ***1.3) Requisiti geometrici, fisici, chimici e di durabilità***

Le proprietà degli aggregati utilizzati per il confezionamento della miscela dovranno essere conformi ai requisiti specificati in Tabella 80.A1. Il possesso di tali requisiti sarà attestato mediante i valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.

Il sistema di attestazione della conformità richiesto è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione tutti i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti di Tabella 80.A1 non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001. La qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13242.

<b>Tabella A1</b>		<b>AGGREGATI</b>	
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13242
Dimensione massima (D)	UNI EN 933-1	≤45mm	
Coefficiente di appiattimento (FI)	UNI EN 933-3	≤35%	FI <sub>35</sub>
Coefficiente di forma (SI)	UNI EN 933-4	≤35%	SI <sub>35</sub>
Quantità di frantumato (C)	UNI EN 933-5	≥70%	C <sub>70/NR</sub>
Equivalente in sabbia (ES)	UNI EN 933-8	≥60%	
Resistenza alla frammentazione (LA)	UNI EN 1097-2 §5	≤30%	LA <sub>30</sub>
Resistenza all'urto (SZ)	UNI EN 1097-2 §6	≤32%	SZ <sub>32</sub>
Sensibilità al gelo (F)	UNI EN 1367-2	≤1%	F <sub>1</sub>
Limite liquido (w <sub>L</sub> )	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤25%	
Indice Plastico (w <sub>p</sub> )	UNI CEN ISO/TS 17892-12	NP	
Contenuto di sostanza organica	UNI EN 1744-1 §15.1	assente	
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	assenti	
Coefficiente di dilatazione con il gelo	SN 670 321	≤0,1%	

## **2) Cemento**

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Si potranno impiegare i seguenti tipi di cemento:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

Il contenuto di cemento della miscela sarà stabilito in base ad uno studio effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29.

## **3) Acqua**

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio la Direzione Lavori richiederà la verifica di idoneità ai sensi della norma UNI EN 1008.

Il contenuto d'acqua della miscela sarà stabilito in base ad uno studio effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29.

## **4) Additivi**

È ammesso l'utilizzo di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2. Il loro dosaggio sarà stabilito con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele.

## **5) Aggiunte**

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

È ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza.

## **Caratteristiche delle 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 80.A2.

**Tabella A.2**

UNI EN 903/1	mm	Fuso Passanti (%)
Setaccio	40	100
Setaccio	31,5	90 – 100
Setaccio	16	56 – 85
Setaccio	8	35 – 67
Setaccio	4	23 – 53
Setaccio	2	14 – 40
Setaccio	1	10 – 28
Setaccio	0,5	6 – 18
Setaccio	0,25	4 – 12
Setaccio	0,125	2 – 6
Setaccio	0,063	2 – 5

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti, ed il contenuto d'acqua della miscela, saranno espressi come percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio effettuato con le modalità e le prove previste dal B.U. CNR N. 29. In alternativa la resistenza del materiale potrà essere valutata con i metodi descritti dalla norma UNI EN 14277-1. Le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 80.A3.

**Tabella A.3**

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana) <sup>1</sup>	CNR 97	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a  $7.5 \text{ N/mm}^2$ .

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

### **Accettazione delle miscele**

L'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Direzione Lavori, con almeno 15 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, una documentazione riguardante il progetto le miscele che intende impiegare comprendente almeno:

- l'attestato di conformità CE delle pezzature di aggregato impiegate;
- i certificati di prova attestanti il possesso degli ulteriori requisiti di Tabella 80.A.1;
- la granulometria delle miscele di aggregati studiate;
- la composizione delle miscele studiate (acqua, cemento, aggregato, additivi, aggiunte);
- i risultati delle prove meccaniche;

La Direzione Lavori potrà inoltre richiedere che anche le proprietà dichiarate negli attestati di conformità CE dei materiali siano comprovate dai risultati di prove effettuate da non più di un anno presso un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Una volta accettata, da parte della Direzione Lavori la composizione delle miscele, l'Appaltatore dovrà rigorosamente attenersi ad essa.

L'Appaltatore dovrà inoltre indicare le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

La documentazione presentata per l'accettazione delle miscele dovrà essere aggiornata in caso di variazione dei luoghi di provenienza e della natura petrografia dei materiali. Ogni 2 mesi l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori la documentazione relativa al Controllo di Produzione di Fabbrica delle pezzature di aggregato utilizzate. Con la medesima frequenza la Direzione Lavori potrà richiedere la ripetizione dei controlli sui materiali effettuati presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

### **Confezionamento delle miscele**

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

### **Preparazione delle superfici di stesa**

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 prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev'essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

### **Posa in opera delle miscele**

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. E' inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato saranno realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

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

Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

### **Protezione superficiale dello strato finito**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1,0 kg/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.



Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenza raggiunta dal misto.

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

## **CONTROLLI**

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 80.G.1.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio Ufficiale indicato dal Committente.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI EN 12350-7.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli dello spessore, della densità in sito e della portanza.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,1 s^2$$

dove  $s$  è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto.

Nei casi in cui il valore di  $s$  risulti superiore a 20 (carenza di spessore superiore al 20%) si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

A compattazione ultimata la densità in sito (DIN 18125-1 o -2), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove  $s$  è lo scostamento percentuale della densità in sito ( $\gamma_s$ ) rispetto a quella di laboratorio ( $\gamma_{s \text{ ottimo}}$ ) valutato con:

$$s = 100 (0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}} - \gamma_s) / 0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}}$$

Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

La misura della portanza viene determinata con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134. Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFWD. Il Modulo di deformazione  $E_{v2}$  deve risultare non inferiore a 180 MN/m<sup>2</sup> entro le 24 ore dalla realizzazione e non inferiore a 220 MN/m<sup>2</sup> dopo 3 giorni dalla realizzazione dello strato.

Nei casi in cui il valore di portanza entro le 24 ore risulti superiore al valore minimo ( $E_{v2} \geq 200$  MN/m<sup>2</sup>) lo strato viene accettato senza l'ulteriore controllo a 3 giorni.

Per valori medi del modulo  $E_{v2}$ , determinati con prove di carico su piastra dopo 3 giorni dalla realizzazione inferiori a 200 MN/m<sup>2</sup> verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = [p/2,5]^2$$

dove p è la differenza tra il valore di  $E_{v2}$  riscontrato (dopo 3 giorni) ed il valore minimo richiesto (220MN/m<sup>2</sup>).

Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali. Per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il Modulo dinamico  $E_{vd}$  ed il modulo  $E_{v2}$  ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori  $E_{v2}$  ricavati da tale correlazione.

Valori del modulo  $E_{v2}$  (dopo 3 giorni) inferiori a 180 MN/m<sup>2</sup> e/o del rapporto  $E_{v2}/E_{v1}$  inferiori a 2,15 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella G.1

Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Acqua	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Cemento	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Aggiunte	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>3</sup> di stesa	Curva granulometrica di progetto; Contenuto di cemento
Carote per spessori Strato finito (densità in sito)	Pavimentazione Strato finito	Ogni 100m di fascia di stesa Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Spessore previsto in progetto 98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza) 3 giorni dopo la posa in opera	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia stesa	$E_{v2} \geq 200 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,15$

## Articolo 14. Conglomerato bituminoso a caldo tradizionale

Il conglomerato bituminoso tradizionale a caldo è una miscela, dosata a peso o a volume, costituita da aggregati lapidei di primo impiego (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie), impastata a caldo con bitume semisolido e additivi in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE.

### A) - COMPONENTI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TRADIZIONALE

#### A1) AGGREGATI

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

#### Strato di Base

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A1**.

<b>TABELLA 14.A1</b>			
<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 25\%$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	$\geq 70\%$	C <sub>70/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 30\%$	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 1,5\%$	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A2**.

<b>TABELLA 14.A2</b>			
<b>AGGREGATO FINE</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0,063	UNI EN 933-1	$\leq 2\%$	f <sub>2</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per strato di base deve soddisfare i requisiti indicati in **Tabella 14.A3**.

<b>TABELLA 14.A3</b>			
<b>FILLER</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45 %	V <sub>30/45</sub>
Stiffening Power – rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥ 5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 14.A1, 14.A2 ed 14.A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

### **Strato di collegamento (Binder)**

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A4**.

<b>TABELLA 14.A4</b>			
<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25%	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 80%	C <sub>80/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	30 mm	-
Passante allo staccio 0,063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-1	≤ 30%	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤ 1,5%	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A5**.

<b>TABELLA 14.A5</b>			
<b>AGGREGATO FINE</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0,063	UNI EN 933-1	$\leq 2\%$	f <sub>2</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per binder deve soddisfare i requisiti indicati in **Tabella 14.A6**.

<b>TABELLA 14.A6</b>			
<b>FILLER</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45 %	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power – rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	$\geq 5\%$	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 14.A4, 14.A5 ed 14.A6 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

### **Strato di Usura**

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A7**.

<b>TABELLA 14.A7</b>			
<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 20\%$	LA <sub>20</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 20\%$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 1,5\%$	WA <sub>242</sub>
Valore di levigabilità (calcolato col metodo del PSV <sub>mix</sub> )	UNI EN 1097-8	$\geq 44\%$	PSV <sub>44</sub>



E' facoltà dell'Ente Appaltante prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 80\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

La miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica con Los Angeles  $\leq 20$  e levigabilità  $\geq 42$ , pari almeno al 30% del totale degli inerti (compresi quelli passanti al setaccio ASTM 4 ed il filler).

#### Valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati (PSV<sub>mix</sub>)

Il PSV<sub>mix</sub> è un indice che si calcola per le miscele di aggregati da impiegare per gli strati superficiali esclusivamente sugli aggregati che presentano trattenuto al setaccio 2mm.

Il PSV<sub>mix</sub> porta in gioco i valori del PSV delle singole pezzature con le relative masse volumiche apparenti (MVA) così da valutare l'aderenza sulla superficie stradale "pesata" in base al contributo "volumetrico" dei vari aggregati presenti.

Si potranno adottare miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste), alcune con PSV comunque  $\geq 40$  (PSV40), escluse le sabbie, ed altre con PSV  $\geq 44$ , (PSV44) combinati tra loro in modo da ottenere un PSV<sub>mix</sub> calcolato  $\geq 44$ .

A partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

- Si misurano le masse volumiche apparenti MVA (MVA1, MVA2, ecc.) di tutte le pezzature che presentano trattenuto al 2mm.
- Per ogni pezzatura: si escludono le percentuali di impiego passanti al 2mm, si sommano le percentuali di trattenuto uguali o superiori al 2mm e la risultante si moltiplica per la percentuale di impiego.
- Si riporta la somma a 100 per avere le nuove percentuali di impiego "trattenute al 2mm".
- Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche (VOL) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%.

Il PSV<sub>mix</sub> si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

$$PSV_{mix} = \sum (PSV_i \cdot VOL_i) / 100$$

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 14.A8**. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV  $\leq 44$  il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 20%.

<b>TABELLA 14.A8</b>			
<b>AGGREGATO FINE</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0,063	UNI EN 933-1	$\leq 5\%$	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in **Tabella 14.A9**.

<b>TABELLA 14.A9</b>			
<b>FILLER</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Metodo di Prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45 %	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power – rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥ 5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 14.A7, 14.A8 ed 14.A9 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 e nel Decreto 11 aprile 2007 (Sistema 2+).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

## **A2) LEGANTE**

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

I leganti bituminosi semisolidi si distinguono in bitumi di base e in bitumi modificati. I conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

### **Bitumi di base**

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in **Tabella 14.A10**.

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 Committente si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle detrazioni, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

TABELLA 14.A10		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50 - 70	70 - 100
punto di rammollimento	° C	45 - 60	40 - 60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤ -6	≤ -8
ritorno elastico a 25°	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,03 - 0,10	0,02 - 0,10
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT ( <i>Rolling Thin Film Oven Test</i> )			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua	%	≥40	≥50

### **Bitumi modificati**

I bitumi di base di tipo 70-100 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 "SF": modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella 14.A11
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella 14.A11

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica "BM" opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (es.: nei conglomerati bituminosi per strati di usura drenante e drenante alleggerito con argilla espansa) salvo diversa indicazione della Committente.

<b>TABELLA 14.A11 - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI</b>				
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>Base Modifica BM</b>	<b>Soft 2,5% - 3,5% SF (*)</b>	<b>Hard 4% - 6% HD (*)</b>
<b>PRIMA PARTE</b>				
penetrazione a 25° C	dmm	80 - 100	50 - 70	50 - 70
punto di rammollimento	° C	40 - 60	60 - 80	70 - 90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,01 - 0,10	0,10 - 0,35	0,15 - 0,45
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 (**)	≤ 3 (**)
<b>SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)</b>				
penetrazione residua a 25° C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

(\*) le percentuali indicate si riferiscono alla quantità di polimero impiegata

(\*\*) entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

### **A3) ADDITIVI**

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di base, binder ed usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato.

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 richieste per la miscela. 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 potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare alla D.L. un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

## **B) - FORMAZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TRADIZIONALE**

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE secondo la norma UNI EN 13108.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato

### **B1) MISCELE**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati.

La percentuale di legante (bitume), riferita al peso della miscela, deve essere compresa negli intervalli sotto indicati nelle Tabelle 14.B1, 14.B2, 14.B3 per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

#### **Strato di Base** (Tabella 14.B1)

<b>Apertura setacci UNI</b>	<b>passante totale in peso %</b>
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	68 - 88
Setaccio 16	55 - 78
Setaccio 8	36 - 60
Setaccio 4	25 - 48
Setaccio 2	18 - 38
Setaccio 0,5	8 - 21
Setaccio 0,25	5 - 16

Setaccio 0,063	4 – 8
Contenuto di legante (%)	3,8 % - 5,2 %
I valori del contenuto di legante sono riferiti al peso della miscela (UNI EN 12697-1 e 39). Spessori compresi tra 8 e 15 cm.	

**Strato di collegamento (Binder)** (Tabella 14.B2)

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90 – 100
Setaccio 12,5	66 – 86
Setaccio 8	52 – 72
Setaccio 4	34 – 54
Setaccio 2	25 – 40
Setaccio 0,5	10 – 22
Setaccio 0,25	6 – 16
Setaccio 0,063	4 – 8
Contenuto di legante (%)	4,1 % - 5,5 %
I valori del contenuto di legante sono riferiti al peso della miscela (UNI EN 12697-1 e 39). Spessori compresi tra 4 e 8 cm.	

**Strato di Usura** (Tabella 14.B3)

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %	
	FUSO A	FUSO B
Setaccio 16	100	-
Setaccio 12,5	90 – 100	100
Setaccio 8	70 – 88	90 – 100
Setaccio 4	40 – 58	44 – 64
Setaccio 2	25 – 38	28 – 42
Setaccio 0,5	10 – 20	12 – 24
Setaccio 0,25	8 – 16	8 – 18
Setaccio 0,063	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante (%)	4,5 % - 6,1 %	
I valori del contenuto di legante sono riferiti al peso della miscela (UNI EN 12697-1 e 39). Spessori compresi tra 4 e 6 cm per usura tipo A e spessore 3 cm per usura tipo B.		

La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

**B2) REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.

Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale (kPa)	600 ± 3	
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02	
Velocità di rotazione (giri/min)	30	
Diametro provino (mm)	150	Per base



Diametro provino (mm)	100	Per usura A, B e Binder
-----------------------	-----	-------------------------

**Tabella 14.B4****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.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11 - 15
N2	100	110	120	3 - 6
N3	180	190	200	≥ 2

**Tabella 14.B5**

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

**Tabella 14.B6****Strato di collegamento (binder)**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	binder			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11 - 15
N2	100	110	120	3 - 6
N3	180	190	200	≥ 2

**Tabella 14.B7**

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
--	-----------------------	----------------------------

Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 65	≥ 75

**Tabella 14.B8****Strato di usura**

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura A e B			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	11 - 15
N2	120	130	140	3 - 6
N3	210	220	230	≥ 2

**Tabella 14.B9**

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72 – 1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 65	≥ 75

**Tabella 14.B10****B3) ACCETTAZIONE DELLE MISCELE**

Il possesso dei requisiti di accettazione sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle miscele. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Su richiesta della direzione lavori dovranno inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 32 controlli effettuati.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1, del DPR n. 246/93 (Sistema 2+).

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate, per queste ultime di tiene conto della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

**B4) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE**

Il conglomerato deve essere 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 DL 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 legante alla temperatura richiesta ed assicurare viscosità uniforme fino al momento della miscelazione con gli aggregati lapidei, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere 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 deve essere 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 miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

## **B5) PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA**

### **Strato di Base**

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 14.B11, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m<sup>2</sup>.

<b>Emulsione bituminosa tipo C 55 B 5</b>				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	45+/-1 %	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	55+/- 1%	4
Contenuto di legante (bitume + flussante)	UNI EN 1431	%	> 53%	4
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	0%	
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850		120-180	5
Residuo bituminoso per evaporazione	UNI EN 13074			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	5

**Tabella 14.B11**

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella 14.B12.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 Kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 Kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

<b>Emulsione tipo C 60 B 4</b>				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	40+/-1 %	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	60 +/- 1 %	5
Contenuto di legante (bitume + flussante)	UNI EN 1431	%	> 59%	5
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	< 3%	3
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850		70-130	4
<i>Residuo bituminoso per evaporazione</i>				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	> 40	

**Tabella 14.B12**

È ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

### **Strato di collegamento (binder)**

Prima della realizzazione dello strato di binder è necessario preparare la superficie di stesa mediante applicazione di una mano d'attacco allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia. Le caratteristiche del materiale, da applicare con dosaggi opportuni al di sopra di strati in conglomerato bituminoso, sono riportate in Tabella 14.B13 relativamente ad una emulsione bituminosa a rottura rapida tipo C 60 B 4 (UNI EN 13808). Nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di binder su pavimentazione preesistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

È ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

<b>Emulsione tipo C 60 B 4</b>				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	58 - 62	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
<i>Residuo bituminoso per evaporazione</i>				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 39	5

**Tabella 14.B13**

Qualora lo strato di binder venga eseguito al di sopra di uno strato di fondazione costituito da una miscela non legata si dovrà provvedere, in luogo della mano d'attacco, alla realizzazione di una impregnazione mediante l'impiego di emulsione bituminosa cationica a rottura media caratterizzata dai requisiti di accettazione indicati in Tabella 14.B14 e dosata in modo tale da assicurare una quantità di bitume residuo pari a  $0,55 \text{ kg/m}^2$ .

<b>Emulsione tipo C 55 B 5</b>				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	53 - 57	4
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	$\leq 10$	3
<i>Residuo bituminoso per evaporazione</i>	UNI EN 13074			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	$\leq 100$	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	$\geq 39$	5

**Tabella 14.B14****Strato di usura**

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa mediante applicazione di una mano d'attacco allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia. Le caratteristiche del materiale, da applicare con dosaggi opportuni, sono riportate in Tabella 14.B15 relativamente ad una emulsione bituminosa a rottura rapida tipo C 60 B 4 (UNI EN 13808). Nel caso di nuove costruzioni (stesa dell'usura sopra il binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,30 \text{ kg/m}^2$ , nel caso di ricarica (stesa di usura su pavimentazione preesistente) il dosaggio deve essere di  $0,35 \text{ kg/m}^2$  di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di  $0,40 \text{ kg/m}^2$  di bitume residuo.

È ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

<b>Emulsione tipo C 60 B 4</b>				
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Requisito</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	58 - 62	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	$\leq 10$	3
<i>Residuo bituminoso per evaporazione</i>	UNI EN 13074			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	$\leq 100$	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	$\geq 39$	5

**Tabella 14.B15****B6) 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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non 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, e la nuova stesa avvenga quindi in modo differito nel tempo, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere rivestito con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la migliore adesione 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 devono 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 posizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc.) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve 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 deve 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 binder - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10ton per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese. Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

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 deve presentarsi, dopo la compattazione, 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; può essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

Per lo strato di base, la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL 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 o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo.

Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

### C) - CONTROLLI SUL MATERIALE POSTO IN OPERA E PENALITÀ

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio: sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 14.C1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio Ufficiale indicato dal Committente.

Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base, binder, usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 14.A10, 14.A11
Base, binder, usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 14.A1, 14.A4, 14.A7
Base, binder, usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 14.A2, 14.A5, 14.A8
Base, binder, usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 14.A3, 14.A6, 14.A9
Base, binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	Proprietà risultanti dallo studio della miscela
usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10000 m <sup>2</sup> di stesa	Proprietà risultanti dallo studio della miscela
Base, binder, usura	Carote per controllo spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, binder, usura	Carote per controllo miscela	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, additivo d'adesione, %vuoti
usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN - CAT

**Tabella 14.C1**

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Sulla miscela di conglomerato sfuso devono essere determinati i seguenti parametri:

- la percentuale di bitume.
- la composizione granulometrica in conformità con la UNI 13108-1 e UNI 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2 (rif. . B1).
- le miscele vengono verificate mediante pressa giratoria per la determinazione di stabilità e rigidità per la verifica dei parametri di cui al paragrafo B2

Ai fini del controllo delle caratteristiche del conglomerato bituminoso posto in opera e della verifica degli spessori dei diversi strati, entro 6 mesi dalla fine della lavorazione di stesa, la DL dispone l'esecuzione di una campagna di carotaggi.

Sulle carote devono essere determinati: la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui, gli spessori dei diversi strati di conglomerato bituminoso; è facoltà della DL disporre a sua discrezione la determinazione sulle carote della percentuale di bitume, della granulometria degli aggregati e della quantità di attivante d'adesione.

L'ubicazione delle carote da estrarre dalla pavimentazione è scelta in modo casuale e a discrezione della DL. Le carote dovranno avere un diametro compreso tra 100 e 200 mm, e su di esse dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto di conglomerato bituminoso.

**Al solo fine della determinazione dello spessore dello strato**, lo stesso verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

**Ai fini contabili, non verranno pagati spessori superiori a quello previsto in progetto (cm 3).**

Per spessori medi, ritenuti accettabili, ma inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco dello strato per ogni mm di materiale mancante. Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per le carenze di spessore negli strati di base e/o di binder, il Direttore dei Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a 3,00 cm. Quando possibile, il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore dei sovrastanti strati di binder e/o tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, e per ciascuna tipologia di conglomerato bituminoso (base, binder, usura), una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nelle tabelle 14.B1, 14.B2, 14.B3 (ultima riga).

Valori di b superiori al 10 % comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli massimi indicati nella Tabella 14.C2 per i singoli strati:

Lavorazioni	max % dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)
Base	9 %
Binder	8 %
Usure A e B	7 %

**Tabella 14.C2**

verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del conglomerato in esame pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0,5v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato rispettivamente: al 10% per la base, al 9% per il binder e all'8% per il tappeto di usura A e B.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica, o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 20$  ed alla levigabilità  $PSV_{mix} < 44$ , verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 b^2$$

dove  $b$  è la percentuale in peso degli inerti di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 20$  ed alla levigabilità  $PSV_{mix} < 44$ , trattenuti al setaccio ISO 4.5mm, rispetto al peso totale degli inerti anche quelli passanti al setaccio ISO 4.50mm compreso il filler.

Per gli inerti grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per gli inerti grossi di natura basaltica non conformi alle percentuali richieste verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ detrazione} = 0,3b^2$$

Dove  $b$  è la differenza tra 30 e la percentuale in peso degli inerti di natura basaltica (di prima categoria Los Angeles  $\leq 23$  e CLA  $\geq 42$ ) trattenuti al setaccio maglia mm 4, rispetto al peso totale degli inerti, aggregato grosso e aggregato fino così come definiti nelle tabelle 83.1 e 83.2 compreso il passante al setaccio ASTM 200 (filler).

Il peso totale degli inerti è riferito a 100.

Quando il valore di  $b$  è maggiore del 12%, comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

In riferimento allo strato di usura, nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa, la DL o l'organo di collaudo può disporre a sua discrezione la misurazione dell'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

## **Articolo 15. Formazione di manti d'usura speciali**

### **TAPPETO DI USURA TIPO SPLITTMASTIX**

Lo splittmastix è un conglomerato bituminoso caratterizzato dalla presenza di una elevata quantità di graniglia e da un "mastice" costituito da bitume + filler + fibre stabilizzanti (splitt-mastix asphalt).

Le particolari caratteristiche granulometriche (e litologiche) degli inerti impiegati unitamente ad un alto contenuto di legante modificato con polimeri consente a questo tipo di pavimentazione di fornire prestazioni di assoluto livello in termini di durabilità, stabilità e resistenza alle deformazioni, rugosità superficiale e resistenza all'ormaiamento.

Il conglomerato tipo splittmastix è un conglomerato bituminoso a caldo, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, additivi e fibre.

## A) - COMPONENTI DEL TAPPETO DI USURA TIPO SPLITTMASTIX

### A1) AGGREGATI

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A1.

**Tabella A.1**

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤22%	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>1000</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20%	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤1,5%	WA <sub>24</sub> 2
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥45%	PSV <sub>45</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A2. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≤ 45 il trattenuto al setaccio 2mm non deve superare il 20 %.

**Tabella A.2**

AGGREGATO FINE			
Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		60%	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A3.



**Tabella A3**

FILLER			
Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	28-45%	V <sub>28-45</sub>
Stiffening Power - Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

## **A2) LEGANTE**

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A4.

**Tabella A4**

BITUME			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT (163°C)	UNI EN12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 65
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

## **A3) ADDITIVI**

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

Le fibre minerali nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico. Le fibre minerali stabilizzanti possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc.

## **B) - FORMAZIONE DI STRATI DI TAPPETO DI USURA TIPO SPLITTMASTIX**

### **B1) MISCELE – REQUISITI DI ACCETTAZIONE**



La miscela degli aggregati da adottarsi per lo splittmastix, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento ai fusi riportati in Tabella A5.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa.

**Tabella A.5**

Serie setacci ISO		Tipo 0/12	Tipo 0/8	Tipo 0/5
Setaccio	20	100		
Setaccio	14	90 – 100	100	
Setaccio	10	60 – 75	90 – 100	100
Setaccio	6.3	40 – 50	30 – 50	90 – 100
Setaccio	4	25 – 35	25 – 35	30 – 40
Setaccio	2	18 – 28	20 – 25	20 – 25
Setaccio	0.5	13 – 21	14 – 19	14 – 18
Setaccio	0.063	7 – 12	8 – 12	9 – 12
Percentuale di bitume		6,2 – 7,2	6,5 – 7,5	7,0 – 8,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibrette in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con parametri di prova riportati in Tabella A7.

La miscela deve essere caratterizzata da elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3).

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono riportati in Tabella A7.

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta).

I requisiti di accettazione richiesti per lo splittmastix sono riportati nella Tabella A7.

**Tabella A.7**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	8 – 12
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	2 – 4
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,5
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 45
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

## B2) ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di  $\pm 3$  delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di  $\pm 2\%$  per l'aggregato fino (passante al setaccio ISO 4.50 mm) e di  $\pm 1,5\%$  del passante al setaccio ISO 0.063mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,30$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### **B3) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere 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 devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 180° C e quella del legante tra 160° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

### **B4) PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA**

Prima della realizzazione del manto di usura tipo splittmastix è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,5 Kg/m<sup>2</sup>; in alternativa può essere utilizzato bitume modificato steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie.

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 70% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 70 BP 4) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella D1.

**Tabella D.1**

<b>EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	30+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	70+/-1%	8
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 67%	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	50-70 mm 10 <sup>-1</sup>	-
Punto di rammolimento	UNI EN1427	> 65°C	-
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	< -15°C	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	≥ 75%	5

Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche del bitume residuo indicate in Tabella D1. Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

### **B5) POSA IN OPERA**

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3 - 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante 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 deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t.

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 dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello splittmastix verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

### C) - CONTROLLI SUL MATERIALE POSTO IN OPERA E PENALITÀ

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio: sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio Ufficiale indicato dal Committente.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Sulla miscela di conglomerato sfuso devono essere determinati i seguenti parametri:

- la percentuale di bitume.
- la granulometria degli aggregati.
- le miscele vengono verificate mediante pressa giratoria per la determinazione di stabilità e rigidità per la verifica dei parametri di cui alla Tabella A7.

Tabella F.1				
CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Splittmastix	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Splittmastix	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Splittmastix	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Splittmastix	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Splittmastix	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Splittmastix	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Splittmastix	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, % additivi, % vuoti
Splittmastix	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia stesa	BPN ≥ 60 CAT ≥ 0,60

Ai fini del controllo delle caratteristiche del conglomerato bituminoso posto in opera e della verifica degli spessori dei diversi strati, entro 6 mesi dalla fine della lavorazione di stesa, la DL dispone l'esecuzione di una campagna di carotaggi.

Sulle carote devono essere determinati: la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui, gli spessori dei diversi strati di conglomerato bituminoso; è facoltà della DL disporre a sua discrezione la determinazione sulle carote della percentuale di bitume, della granulometria degli aggregati e della quantità di attivante d'adesione.

L'ubicazione delle carote da estrarre dalla pavimentazione è scelta in modo casuale e a discrezione della DL. Le carote dovranno avere un diametro compreso tra 100 e 200 mm, e su di esse dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto di conglomerato bituminoso.



Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi, ritenuti accettabili, ma inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco dello splittmastix per ogni mm di materiale mancante. Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello splittmastix pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella Tabella A5 (ultima riga).

Valori di b superiori al 10 % comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello splittmastix pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0,5 v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 10% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 22$  ed alla levigabilità  $PSV < 45$  verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 b^2$$

dove b è la percentuale in peso degli inerti di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 22$  ed alla levigabilità  $PSV < 45$  trattenuti al setaccio ISO 4.5 mm, rispetto al peso totale degli inerti anche quelli passanti al setaccio ISO 4,50 mm compreso il filler.

Per gli inerti grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (Tabella A1) la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa, la DL o l'organo di collaudo può disporre a sua discrezione la misurazione dell'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 50 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,50) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.



## **Articolo 16. Fresatura degli strati in conglomerato bituminoso**

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

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

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

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

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

## **MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

### **Generalità**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati per la realizzazione delle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati / certificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure indicate nel § 11.1 del D.M. 17/01/2018;
- *accettati* dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (Attestato di Qualificazione) o del Certificato di Valutazione Tecnica.

Sarà inoltre onere della Direzione dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla Relazione sui materiali, di cui al § 10.1 del D.M. 17/01/2018. La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

**Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme vigenti per l'accettazione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e a struttura metallica (D.M. 17 gennaio 2018, Circolare 7/2019 e D.P.R. 380/2001 e s.m.i.)**

### **Articolo 17. Calcestruzzo**

Le Norme contenute nel presente paragrafo si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso di cui al § 4.1 del D.M. 17/01/2018.

Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti il calcestruzzo può contenere additivi ed aggiunte.

Il calcestruzzo preconfezionato dovrà rispondere nel suo processo produttivo, nel trasporto e nella posa in opera alle direttive riportate nelle "Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato" emanate dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

## 1 - COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

### Leganti

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

### Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055. Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab.11.2.IV del D.M. 17 gennaio 2018. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

### Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104. I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

### Additivi

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

### Acqua di impasto

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

## 2 – SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo è una miscela progettata con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto (Relazione sui materiali) deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016. Nel caso di impiego di armature di pre- o post-tensione permanentemente incorporate nei getti è obbligatoria anche l'individuazione della classe di contenuto in cloruri.

Inoltre, si dovranno dare indicazioni in merito ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI EN 13670, alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale* ed alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (DPCSLP n. 361/2017). A tale scopo si raccomanda:

- I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità;
- Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere;

- La durata della stagionatura protetta deve essere tale da conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture;
- Le durate di stagionatura dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1;
- Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito;
- Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto.
- La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte. Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

Qualora la stagionatura non sia effettuata come sopra riportato il Direttore dei Lavori potrà anche ordinare la rimozione dell'opera e la sua ricostruzione a carico dell'impresa.

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17/01/2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm.

#### Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck}$	Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
<i>Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura</i>		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
<i>Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55</i> <i>[Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]</i>		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
<i>Classe di resistenza minima per strutture precomprese</i>		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
<i>Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75</i> <i>[Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]</i>		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
<i>Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105</i>		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

### 3 - CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

#### *Valutazione preliminare*

Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo in accordo con le prescrizioni di progetto.

#### *Controllo di produzione*

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo stesso.

#### *Controllo di accettazione*

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo utilizzato per l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.

#### *Prove complementari*

Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

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

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5 del D.M. 17/01/2018.

#### **Valutazione Preliminare - Accettazione delle miscele**

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

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8 del D.M. 17/01/2018, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

#### **Controllo di Accettazione**

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto e sperimentalmente verificate in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel prelievo di provini di cui al controllo di tipo A o di tipo B.

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3 del D.M. 17/01/2018. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto

possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

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

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

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

Il costruttore, prima dell'esecuzione di un qualsiasi getto, deve mettere a disposizione della Direzione Lavori appositi contenitori per consentire, in qualsiasi momento ritenuto opportuno dalla D.L., il prelievo dei cubetti da sottoporre a prove di laboratorio.

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

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

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

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

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

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1 del D.M. 17/01/2018.

### ***Tipologie di controlli***

Il controllo di accettazione si distingue in controllo di tipo A o di tipo B.

#### ***1) Controllo di tipo A***

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup> ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Sono qui richiamate le specifiche disposizioni di cui al § C11.2.5.1 della Circolare 7/2019.

#### ***2) Controllo di tipo B***

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).



Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Sono qui richiamate le specifiche disposizioni di cui al § 11.2.5.2 del D.M. 17/01/2018 e di cui al § C11.2.5.2 della Circolare 7/2019.

### **Esito del controllo di accettazione**

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi : 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )

Ove:

$R_{cm28}$  = resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>)

$R_{c,min}$  = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>)

s = scarto quadratico medio

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere, a proprie spese, ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel § 11.2.6. del D.M. 17/01/2018.

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ,  $R_{ckis}$  o  $f_{ckis}$ ) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto  $R_{ck}$  o  $f_{ck}$ . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto.

Qualora gli ulteriori controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, il valore caratteristico della resistenza in situ è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

In tal caso il quantitativo di calcestruzzo non conforme verrà contabilizzato riducendo il prezzo di elenco proporzionalmente al valore caratteristico della resistenza in situ trovata rispetto a quello assunto in fase di progetto.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, la Direzione Lavori può, in alternativa:

- dequalificare e conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate;
- fare eseguire lavori di consolidamento/adeguamento, preventivamente approvati dal Progettista;
- ordinare al costruttore di demolire e ricostruire l'opera o la parte di essa risultata non conforme.

Tutti i costi e gli oneri per gli eventuali interventi di consolidamento/adeguamento, demolizione e ricostruzione sono a carico del costruttore.

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

#### **4 - CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO**

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

Per il calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel § 11.2.8. del D.M. 17/01/2018 ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovranno, comunque, essere effettuate le prove di accettazione previste al § 11.2.5 del D.M. 17/01/2018 e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo fino a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve acquisire, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3 del D.M. 17/01/2018.

#### **Articolo 18. Casseforme, armature e centinature**

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate nel rispetto dei tempi di stagionatura e protezione del calcestruzzo adottati o secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori. L'impresa potrà rimuovere le armature di sostegno dei getti quando siano garantite il raggiungimento delle prescritte resistenze del calcestruzzo e la sua durabilità. Qualora la stagionatura non sia effettuata come sopra riportato la D.L. potrà anche ordinare la rimozione dell'opera e la sua ricostruzione a carico dell'impresa. Sono qui richiamate le specifiche direttive riportate nelle "*Linee guida sulla messa in opera del calcestruzzo strutturale*" del 09/2017 approvate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con DPCSLP n.361/2017.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade ecc.

## **Articolo 19. Acciaio**

Gli acciai devono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17/01/2018 e relative circolari esplicative (Circolare 7/2019). E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

### **1 - PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO**

Per tutte tipologie di acciaio si prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17/01/2018 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- *lotti di produzione*: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- *forniture*: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione);
- *lotti di spedizione*: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

### **Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione**

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per calcestruzzo armato normale o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. Sono qui richiamate le specifiche disposizioni di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 17/01/2018.

### **Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi sia da quelli di prodotti fabbricati nello stesso stabilimento ma aventi differenti caratteristiche, sia da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso fabbricante. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso fabbricante, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerate la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, possono essere adottati differenti sistemi di marchiatura, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, l'apposizione di targhe o cartellini, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

L'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti qualificati sono requisiti obbligatori.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e dalla impossibilità di manomissione, il fabbricante deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora sia presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o confezione) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti o dei trasformatori intermedi documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito. Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito. Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

### **Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui ai paragrafi specifici relativi a ciascun prodotto (§ 11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2 del D.M. 17/01/2018), fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3 del D.M. 17/01/2018;

c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del § 11.3.1.5 del D.M. 17/01/2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

## **2 – ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.10 e nel § 11.3.2.11 del D.M. 17/01/2018.

Gli acciai per calcestruzzo armato sono classificati in due diverse tipologie:

- Acciaio per calcestruzzo armato di tipo B450C caratterizzato come da § 11.3.2.1 D.M. 17/01/2018;
- Acciaio per calcestruzzo armato di tipo B450A caratterizzato come da § 11.3.2.2 D.M. 17/01/2018.

### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per calcestruzzo armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 D.M. 17/01/2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio. Per quanto riguarda la marchiatura delle barre e dei rotoli vale quanto indicato al § 11.3.1.4 D.M. 17/01/2018. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture di acciaio provenienti dallo stabilimento di produzione o da un distributore intermedio, vale quanto indicato al § 11.3.1.5 D.M. 17/01/2018; per quanto riguarda i prodotti pre-sagomati o pre-assemblati vale quanto indicato al § 11.3.1.7 D.M. 17/01/2018.

Tutti i prodotti sono caratterizzati dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .



Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.  
Per gli acciai B450A, il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato, ed il fabbricante deve procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al §11.3.2.11 del D.M. 17/01/2018.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza dell'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal Direttore dei Lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3 del D.M. 17/01/2018, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

#### **A - Valori di accettazione in cantiere - barre**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ massimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A



$f_t / f_y$	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t / f_y$	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/Raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

## B - Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ massimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
$f_t / f_y$	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t / f_y$	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	$\geq$ Sez. nom. $\phi$ maggiore x 450 x 25%	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il Direttore dei Lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro.

Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un Centro di trasformazione, o al Centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento (Cfr. § 11.3.2.10.1.3 D.M. 17/01/2018).

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un Centro di trasformazione, o al Centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio Tecnico Centrale.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al § 11.3.1.4 D.M. 17/01/2018, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso dei requisiti previsti al § 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di accettazione prescritti al presente paragrafo. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove da effettuarsi presso il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato delle prove di accettazione in cantiere, siano effettivamente quelli prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove contenente l'indicazione delle strutture cui si riferisce ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. 17/01/2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

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

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. 17/01/2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **3 - ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO (fili, barre, trecce e trefoli)**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del D.M. 17/01/2018.

#### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

Le caratteristiche dimensionali e di impiego, le proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione sono specificate nei § 11.3.3.1 e 11.3.3.2 del D.M. 17/01/2018.

#### *Centri di trasformazione*

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per calcestruzzo armato precompresso, un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal fabbricante di acciaio elementi base (fili, trecce, trefoli, barre, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere per la messa in opera.

#### **Controlli di accettazione in cantiere**

I saggi destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal Direttore dei Lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

I controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di 3 saggi ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ ,  $A_{gt}$  e  $E_p$ .

I risultati delle prove sono considerati accettabili se:

- nessuno dei valori di tensione sopra indicati è inferiore al corrispondente valore caratteristico dichiarato dal fabbricante;
- tutti i valori di tensione al carico massimo  $f_{pt}$  non superano il valore caratteristico  $f_{ptk}$  corrispondente, incrementato del 15%;
- tutti i valori dell'allungamento totale percentuale al carico massimo  $A_{gt}$  non sono inferiori al limite della Tab. 11.3.VIII del D.M. 17/01/2018;

Nel caso che anche uno solo dei valori delle tensioni o dell'allungamento totale percentuale al carico massimo non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari su un campione costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci è inferiore a 10, da alcuni fasci sono prelevati due saggi da due barre diverse, mentre da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001, i valori di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ ,  $A_{gt}$ ,  $E_p$ .

La fornitura è considerata conforme se:

- la media dei risultati ottenuti per le grandezze  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(0,1)}$ ,  $f_{p(1)}$  sugli ulteriori saggi è almeno uguale al valore caratteristico garantito dal fabbricante e i singoli valori sono superiori allo stesso valore caratteristico garantito, diminuito del 1,5%.
- la media dei risultati ottenuti per la grandezza  $f_{pt}$  sui 10 ulteriori saggi è al massimo uguale a 1,15 volte il valore caratteristico  $f_{ptk}$  garantito dal fabbricante e i singoli valori sono inferiori allo stesso limite, incrementato del 1,5%.
- la media dei risultati ottenuti per la grandezza  $A_{gt}$  sui 10 ulteriori saggi è al minimo uguale al limite indicato nella Tab. 11.3.VIII del D.M. 17/01/2018 e i singoli valori sono superiori allo stesso limite, diminuito del 5%.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della fornitura e la trasmissione dei risultati al fabbricante, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

Sono qui richiamate le specifiche disposizioni di cui al § 11.3.3.5.3 e § 11.3.3.5.4 D.M. 17/01/2018.

## Articolo 20. Strutture prefabbricate e precomprese

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto a tale riguardo è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla direzione dei Lavori.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformati o sovrasollecitate.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare si dovrà controllare che la contro freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni del piano di montaggio, 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.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, la Ditta 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 riguardo:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade ecc.
- per le interferenze con i servizi di soprasuolo e sottosuolo.

## **Articolo 21. Gallerie artificiali**

Le gallerie artificiali sono definite come manufatti realizzati totalmente o parzialmente dall'esterno e successivamente ritombati.

Le gallerie considerate nel progetto posto a base del presente appalto rientrano tra quelle realizzate con scavo parzialmente a cielo aperto. Tale tecnica viene generalmente adottata quando la situazione orografica e le caratteristiche geotecniche non permettono l'apertura di uno scavo totale dal piano di campagna fino al piano di imposta delle fondazioni.

In questo caso si procederà alla definizione di sezioni che prevedano l'esecuzione delle spalle mediante paratie realizzate dall'alto.

Successivamente, dopo l'esecuzione dell'impalcato di copertura potrà essere effettuato lo scavo della porzione di terreno contenuta tra le paratie laterali, l'impalcato e la platea di fondo.

In questo caso, lo spessore massimo ammissibile per il terreno di copertura è di 6 m. ed il ritombamento dovrà procedere in conformità con le sezioni contenute nel progetto esecutivo.

Per quanto riguarda tutte le fasi lavorative che comprendono gli scavi, la realizzazione di paratie di pali trivellati in calcestruzzo armato, l'utilizzo di conglomerato cementizio gettato in opera e il riporto di terreno naturale, valgono le prescrizioni nelle rispettive sezioni del presente Capitolato.

## **Articolo 22. Manufatti prefabbricati prodotti in serie**

Per questo tipo di opere si deve far riferimento a quanto riportato nel D.M. 17/01/2018.

Prima della posa in opera di ciascun manufatto prefabbricato, l'impresa è tenuta a produrre alla Direzione lavori copia della relazione di cui all'art. 9 della Legge 5-11-71 n. 1086.

La relazione di cui sopra, completa delle descrizioni di cui ai punti a) b) c) d) dell'art. 9 della Legge 5-11-71 n. 1086, oltre che dei disegni esecutivi, dovrà dimostrare la completa rispondenza del manufatto alle prescrizioni progettuali ed essere firmata da un tecnico abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità della legge per il progettista.

La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane a carico della ditta produttrice che è obbligata a fornire al direttore dei lavori un "certificato di origine" firmato dal produttore, che così si assume le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al ministero delle infrastrutture e dei trasporti (art. 9 L. 1086).

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore lavori di cui all'art. 6 L. 5-11-71 n. 1086.

Tutti gli elementi precompressi dovranno essere chiaramente e durevolmente contrassegnati onde si possa individuare la serie di origine.

La ditta produttrice dei manufatti è tenuta a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei manufatti stessi.

Oltre a quanto sopra specificato, tutti gli elementi prefabbricati previsti in progetto dovranno avere le caratteristiche indicate nelle corrispondenti voci di elenco prezzi e nei relativi elaborati grafici.

Per i ponti l'impresa sarà tenuta a fornire i calcoli statici dell'intero impalcato (travi in cap, soletta e trasversi gettati in opera ....) sviluppati sulla base della normativa vigente per ponti di prima categoria, ma la sollecitazione dei materiali non dovrà essere superiore all'85 % di quella prevista dalla norme stesse.

## **REGIMAZIONE DELLE ACQUE ED OPERE SPECIALI**

### **Articolo 23. Difesa idraulica del corpo stradale**

La difesa idraulica del corpo stradale si realizza mediante opere atte ad agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche, impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, assicurare la stabilità delle scarpate ed eventualmente convogliare sversamenti accidentali sulla carreggiata di inquinanti liquidi negli appositi recapiti protetti.

#### **Cunette e fossi di guardia**

Le acque defluenti dal corpo stradale o dall'esterno (per esempio dal pendio, per strade a mezza costa o in trincea) vengono raccolte in piccoli canali, detti rispettivamente cunette o fossi di guardia che possono essere in scavo naturale o rivestiti.

Il rivestimento delle cunette e dei fossi di guardia può essere realizzato con calcestruzzo gettato in opera, con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato (C.A.V.), in muratura o con cordonature.

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, deve essere eseguito con conglomerato cementizio per opere di fondazione con  $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ , 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 di giunti.

Gli elementi prefabbricati devono essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ , armato con rete di acciaio a maglie saldate, del tipo Fe B 44k (B450C) in fili del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi possono avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni di progetto.

Lo spessore deve essere non inferiore a 7 cm e le testate debbono essere sagomate ad incastro a mezza pialla.

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia deve essere eseguito in muratura di pietrame o di mattoni e malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento, dello spessore indicato in progetto, deve essere eseguito previa predisposizione nello scavo della malta di allettamento.

Devono essere realizzate con cordoli prefabbricati di lunghezza non superiore a 1,00 m, di forma prismatica e con la sezione indicata in progetto. Gli elementi devono essere in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V.), con  $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ , presentare superfici in vista regolari e ben rifinite ed essere esenti da imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature.

I manufatti prefabbricati devono essere posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura. I giunti devono essere stuccati con malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento.

Le cordonature devono essere poste in opera su platea in conglomerato cementizio con  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ , interponendo uno strato di malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento, che deve essere utilizzata anche per la stuccatura dei giunti.

#### **Caditoie stradali**

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomate che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e manutenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ ;



armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;  
spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;  
predisposizione per l'innesto di tubazioni.

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio 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.

### **Embrici**

L'allontanamento delle acque di piattaforma dalla scarpata di un rilevato stradale può avvenire tramite scivoli che adducono l'acqua fino al piede della scarpata. Le canalette devono estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. L'elemento più alto è detto invito, i successivi embrici.

Gli embrici sono costituiti da elementi prefabbricati in C.A.V. realizzati con conglomerato cementizio  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$  ed aventi misure di cm 50/40x50x20 e spessore  $\geq 5 \text{ cm}$ .

Prima della posa in opera l'Impresa deve avere cura di effettuare lo scavo di imposta in funzione della forma dell'elemento e realizzare il piano d'appoggio in modo che risulti debitamente costipato, per evitare eventuali cedimenti dei singoli pezzi.

Alla base dell'elemento posto a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa deve provvedere a infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio  $\varnothing 24$ , della lunghezza minima di 80 cm. Il tratto infisso nel terreno deve essere almeno di cm 60, in modo che i tondi sporgano di circa 20 cm. Analoghi ancoraggi devono essere collocati ogni tre embrici in modo da impedire lo slittamento degli elementi. La sommità degli scivoli che si dipartono dal piano viabile deve risultare raccordata con la pavimentazione e con l'arginello mediante apposito imbocco in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato con  $R_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ .

La sagomatura dell'invito deve essere configurata in modo che l'acqua non abbia alcun impedimento nel defluire.

### **CONTROLLI**

Per il calcestruzzo e l'acciaio utilizzati nei manufatti realizzati in opera il controllo deve essere eseguito secondo quanto previsto nel D.M. 17/01/2018.

Per gli elementi prefabbricati in C.A.V. la Direzione Lavori deve verificare le caratteristiche attraverso i certificati rilasciati dal produttore in osservanza alle norme tecniche di cui al D.M. 17/01/2018.

Le griglie ed i chiusini devono essere accompagnati da certificato rilasciato da laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che attesti la conformità alle norme UNI-EN 124.

### **Tubazioni**

I tubi in P.V.C. saranno del tipo pesante per fognature e rispondenti alle norme UNI EN 1401. La giunzione dei pezzi avverrà con mastici adatti ed i raccordi di immissione o i raccordi in curva saranno realizzati con pezzi speciali. I tubi in P.V.C. saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti dalla D.L. sulla base delle specifiche tecniche contenute negli elaborati progettuali esecutivi.

I tubi in PEAD corrugato sono del tipo a doppia parete per fognature non in pressione SN4 o SN8 e rispondenti alle norme UNI EN 13476-1 e UNI EN 13476-3 tipo B. I tubi in polietilene ad alta densità corrugato a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, classe di rigidità  $SN4 = 4 \text{ KN/m}^2$  o  $SN8 = 8 \text{ KN/m}^2$ , con marchio di conformità di prodotto rilasciato da Istituto o Ente riconosciuto e accreditato Sincert, sono forniti in barre di lunghezza da m 6,0 o m 12,0 con giunzioni costituite da appositi manicotti di raccordo e o bicchiere ed anelli elastomerici, fornite e poste in opera in un letto di sabbia o ghiaietto, se in presenza di acqua, dello spessore minimo di cm  $15 + 1/10$  del



diametro del tubo, con un rinfiando e ricoprimento con sabbia fine e asciutta dello stesso spessore del piano di posa.

#### **Articolo 24. Pali trivellati in calcestruzzo armato**

Le perforazioni per l'esecuzione di pali gettati in opera o di micropali saranno eseguite con macchinario idoneo a rotazione o rotopercussione anche con l'impiego di aria o acqua a getto.

Nel caso di attraversamento di terreni sciolti o trovanti in muratura e calcestruzzo ovvero in presenza di falda, la perforazione avverrà con impiego di idoneo rivestimento metallico provvisorio del foro al fine di contenere temporaneamente le pareti laterali; tale rivestimento sarà estratto a lavorazione ultimata.

Nel caso di franamento delle pareti del foro, l'Impresa ha l'obbligo di riperforare più volte sino a dare la lavorazione idonea per le successive fasi di lavorazione.

Prima dell'inserimento delle armature, l'Impresa avrà cura di pulire con getto di aria le pareti del perforo. Le materie provenienti dagli scavi saranno portati a discarica a cura dell'Impresa senza che la stessa pretenda alcun compenso.

Le perforazioni saranno portate ad una profondità pari a quella indicata nel progetto, dette perforazioni saranno eseguite sia in verticale che inclinate ovvero secondo indicazioni prescritte dalla D.L.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibratori; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi che la confezione del palo.

Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua. L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso precedere lo scavo.

Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio, di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza, senza interruzioni.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.

I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

Nel prezzo dei pali si intende compensato l'onere per l'esecuzione delle prove di carico su pali che saranno effettuate nel numero e con le modalità previste nel DM 17/01/2018.

La D.L. dovrà in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbiano raggiunto la stagionatura prescritta.

Come prima indicazione, le prove potranno essere eseguite sulle due spalle, sottoponendo a prova uno dei pali di ognuna delle palificate, utilizzando come contrasto gli altri pali e la struttura della spalla, che dovrà quindi essere gettata prima della prova. Qualora si renda necessario, e in ogni caso ad insindacabile giudizio della D.L., si potrà procedere anche al parziale o totale rinterro della spalla, in modo da fornire il richiesto contrasto per la spinta.

Su una delle spalle le prove saranno eseguite su un palo della lunghezza come da progetto. Sulla seconda spalla il palo di prova sarà realizzato con lunghezza maggiore di quella di progetto, in modo da intestarsi nella argille di base riproducendo uno schema geotecnico analogo a quello delle pile. La lunghezza di tale palo di prova sarà di 30m a meno di diversa indicazione della D.L..

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire di mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.

Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio ufficiale, con relative curve di taratura.

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50mm, disposti a 120° intorno all'insieme palo-terreno. Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo. Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi-cedimenti.

Il palo di prova sarà preparato mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e realizzazione sulla testa del palo di una superficie liscia e regolare. Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

Poiché sarà sottoposto a prova uno dei pali della palificata, sarà necessario predisporre uno schema di prova che consenta, al termine della prova stessa, di ristabilire la situazione e i collegamenti strutturali come da progetto.

Solo come indicazione generale, da sviluppare nel dettaglio in fase costruttiva, viene indicato il seguente schema esecutivo.

- 1) scapitozzatura del palo di prova fino a 1m al di sotto della quota di fondo scavo (coincidente con l'intradosso del magrone);
  - 2) taglio delle barre di attesa del palo di prova sino alla quota di fondo scavo (coincidente con l'intradosso del magrone) per scollegare il palo di prova dal plinto di fondazione (il cui getto avverrà in fase 4);
  - 3) taglio di 5 barre del palo di prova, per ulteriori 70cm al di sotto della quota di intradosso magrone, così da realizzare (sul lato esterno) un'asola di ampiezza pari a  $b=50\text{cm}$  x  $h=70\text{cm}$  e consentire l'inserimento dei martinetti;
  - 4) getto del plinto di fondazione previa introduzione, nel plinto stesso prima del getto, di 6 tubi verticali in lamiera corrugata  $\varnothing 200\text{mm}$  al di sopra del palo di prova e per tutto lo spessore del plinto;
- Esecuzione della prova di collaudo
- 5) saldatura di n.5 barre  $\varnothing 24$  ( $L=2.00\text{m}$ ) ai 30cm restanti dei ferri tagliati in fase 3;
  - 6) inserimento di n.6 barre  $\varnothing 24$ , di lunghezza pari a 2.40m, in ciascuno dei 6 tubi alloggiati nel plinto al di sopra del palo di prova, così da ricostituire la continuità palo di prova-plinto;
  - 7) getto della testa del palo fino all'intradosso del plinto;
  - 8) intasamento dei tubi corrugati con betoncino autocompattante antiritiro ad alta resistenza (Rck 55 MPa).

Le suddette indicazioni sono da intendersi di massima e potranno variare in funzione delle effettive esigenze di cantiere e delle modalità ed effettive caratteristiche della prova.

Prima dell'inizio dei lavori di fondazione l'impresa dovrà presentare e sottoporre all'approvazione della D.L. un progetto dettagliato che illustri le modalità di contrasto, di carico e i criteri di esecuzione della prova oltre che i dettagli del ripristino del collegamento strutturale tra palo di prova e spalla.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'Art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e quindi al D.M. 17/01/2018.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 17/01/2018.

## **Articolo 25. Ancoraggi: materiali, componenti e tecnologie costruttive**

Gli acciai utilizzati devono rispondere alle prescrizioni sugli acciai da c.a.p. contenute nel D.M. 17/01/2018 e relative circolari esplicative (Circolare 7/2019). Gli apparecchi di testata devono essere conformi alle specifiche disposizioni legislative vigenti in materia.

I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 ed elencati nella Norma UNI ENV 197-1. Devono essere utilizzati solo cementi con contenuto totale di cloro inferiore allo 0,05% del peso del cemento e contenuto totale di zolfo inferiore allo 0,15 % del peso del cemento al fine di evitare il pericolo di corrosione sotto tensione.

L'idoneità del cemento deve essere certificata dal fabbricante.

Una volta stabilita la miscela, il controllo di tutti i parametri indicati va eseguito nella fase di messa a punto della miscela di iniezione. Una volta stabilita la miscela idonea, di cui sarà redatto il verbale, la stessa dovrà essere impiegata senza modifiche, ed in tal caso sarà sufficiente controllare la fluidità ad ogni impasto e la sua essudazione all'inizio di ogni giornata lavorativa o comunque ogni 50 tiranti.

Il valore della fluidità riscontrato durante i lavori potrà al massimo discostarsi di  $\pm 5$  secondi da quello misurato sulla miscela iniziale e verbalizzato.

Se, in occasione dei controlli, anche soltanto una delle due prove fornisce risultati non conformi a quanto prescritto, le iniezioni devono essere sospese e possono riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche.

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

- Devono essere collaudati per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1.5 e comunque avere una pressione di scoppio non inferiore a 1Mpa (10 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Devono presentare i seguenti diametri interni minimi:
  - Per miscele speciali: diametro minimo 8 mm.
  - Per miscele cementizie composte da acqua e cemento senza aggiunta di aggregati diametro minimo 9 mm
  - Per miscele cementizie composte da acqua, cemento e aggregati fini diametro minimo 16 mm.

La prova di tenuta deve essere eseguita con immissione di acqua su tutta la lunghezza del forno o sulla sola lunghezza di fondazione (perdita massima 1 l/min\*metro\*bar) oppure di miscela di iniezione (perdita massima 0,2 l/min\*metro\*bar) con pressione minima 1 bar.

Nei terreni sciolti o coesivi la prova va eseguita esclusivamente con miscela di iniezione, è consentito inserire immediatamente il tirante nel foro, senza necessità di lavaggio.

Nel caso di esito negativo va comunque prevista, dopo la bonifica della zona con iniezioni, la riperforazione.

L'intercapedine fra armatura e terreno circostante deve essere intasata con miscela cementante, operando a semplice circolazione, oppure con forzamento a pressione.

La pressione di iniezione, normalmente limitata a 25 KPa (0,26 bar) per metro di profondità può essere spinta a valori maggiori fino all'80% del carico litostatico del terreno circostante, purché sotto controllo strumentale.

La funzionalità dell'apparecchiatura di tesatura (pompa, collegamenti elettro-idraulici, martinetti) e l'affidabilità della strumentazione di controllo (manometri) devono essere verificate a ogni turno di lavoro, oppure quanto si riscontrino anomalie nella tesatura.

In particolare il cantiere deve essere dotato di un manometro campione (debitamente tarato presso un laboratorio ufficiale in data non anteriore a 6 mesi) con la possibilità di montaggio sulla pompa in parallelo con un manometro di servizio.

La tesatura del tirante deve poter procedere in conformità al programma di progetto (gradini di carico, tempi, misure e registrazioni, bloccaggio) con una tolleranza del  $\pm 5\%$  rispetto ai valori nominali.

L'installazione ed il collaudo dei tiranti di ancoraggio dovranno avvenire comunque secondo quanto stabilito nelle relative raccomandazioni A.I.C.A.P. di cui il Direttore dei Lavori dovrà avvalersi nella condotta delle opere da eseguire.

## **Articolo 26. Gabbioni metallici**

Gabbioni in rete metallica a doppia torsione, marcati CE in accordo con il Regolamento n. 305:2011 dell'Unione Europea sui prodotti da costruzione, con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., n. 69 del 2 Luglio 2013 e con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di acciaio, conforme alle UNI-EN 10223-3 e UNI-EN 10218, avente un diametro 2,70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zn - Al (5%) (EN 10244 - Classe A) e rivestimento in materiale polimerico di spessore minimo di 0,50 mm, portando il diametro esterno a 3,70 mm.

Il rivestimento, le cuciture, gli elementi metallici, la rete delle pareti e del coperchio, il riempimento ed il materiale devono rispettare integralmente il C.S.A. il pietrame sarà assestato, anche a macchina ma in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo del pietrame stesso, ed assicurare così un riempimento dei gabbioni costante nel tempo, senza fuoriuscita di materiale. Il ciottolame fornito dovrà essere di idonea granulometria non dovrà essere friabile e gelivo e presentare un elevato peso specifico.

I Gabbioni saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche degli elementi scatolari e avente diametro pari a 2,20/3,20 mm e quantitativo in modo da realizzare una struttura monolitica e continua. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1667 MPa e con una spaziatura massima di 200 mm. Compresa fornitura, posa in opera ed ogni prestazione necessaria per la creazione di facce piane ed ogni altra prestazione od onere. I Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La Società produttrice e la Società distributrice dovranno essere in Sistema Qualità certificato in accordo alla ISO 9001:2015 da un organismo terzo indipendente.

## **Articolo 27. Geotessile non tessuto per drenaggi e lavori stradali**

### **Geotessili in tessuto non tessuto**

#### Generalità

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione. I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

#### Caratteristiche dei materiali

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

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5.30 metri., In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche dei lavori, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 3.0 N/mq (300 g/mq) o non inferiore a 4.0 N/mq (400g/mq). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario spessore a secco resistenza a trazione allungamento a rottura

N/mq	mm	kN/cm <sup>2</sup>	%
≥ 3	≥ 3	≥ 11	≥ 40
≥ 4	≥ 3.5	≥ 15	≥ 40

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore. La superficie dei geotessili dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima, stabilità dimensionale.

#### Modalità esecutive

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

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 50 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1.50 metri, a distanza di 1 metro.

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

#### Prove di accettazione e controllo

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

### **Geotessili tessuto in polipropilene**

#### Generalità

I geotessili in tessuto polipropilene potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per ripartire efficacemente i carichi sui terreni di fondazione. I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

#### Caratteristiche dei materiali

Il geotessile tessuto flessibile dovrà essere realizzato in fibre di polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi, e alle sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno.

La resistenza nominale a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 45 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 15% in entrambe le direzioni (norma EN ISO 10319). La permeabilità all'acqua del materiale dovrà essere maggiore di 10 l/mq/s (DIN EN 11058).

Il geotessile tessuto dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni e le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste con copia delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltatrice e l'indirizzo di cantiere.

#### Modalità esecutive

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



approvato dalla Direzione Lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni e le procedure fornite dal produttore.

Per le modalità di posa, a seconda delle condizioni e del tipo di utilizzo, dovranno essere seguite le indicazioni riportate nei disegni di progetto o impartite direttamente dalla Direzione Lavori, in modo particolare per quanto riguarda la direzione dell'ordito e della trama.

#### Prove di accettazione e controllo

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

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste con copia delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltatrice e l'indirizzo di cantiere.

Le caratteristiche meccaniche dovranno essere verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati (EN 45001).

La produzione del geotessile tessuto deve essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001.

Ogni rotolo dovrà avere almeno una etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma EN ISO 30320.

#### Misurazioni

Le misurazioni verranno effettuate secondo le superfici effettivamente rivestite senza tenere conto di risvolti e sovrapposizioni.

### **Articolo 28. Terre Rinforzate pre-assemblate**

Fornitura e posa di elementi strutturali per rinforzo e sostegno di terreni per formazione di scarpate rinforzate rinverdibili ad alto angolo (50° - 60° - 70° - 80°) realizzate tramite posa per piani orizzontali di moduli di armatura planari con larghezza massima 3.00 m e lunghezza dei rinforzi in base alle specifiche esigenze tecniche e strutturali, pre-assemblati e costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale dimensioni nominali 8x10 con filo di diametro pari a 2.20 mm, galvanizzato con lega di Zinco - Alluminio (5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo minimo di 230 gr/mq.

L'elemento strutturale dovrà possedere tutte le caratteristiche tecnico-prestazionali in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006 e con le UNI-EN 10223-3, avrà maglia tessuta in trafilato di ferro conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri e carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mmq e allungamento minimo pari al 10%. La galvanizzazione del filo sarà tale da superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale polimerico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno nominale del filo a 3,20 mm. Il paramento frontale sarà provvisto di un elemento esterno di irrigidimento assemblato in fase di produzione in stabilimento costituito da un pannello di rete elettrosaldata a maglia quadrata o rettangolare, in base alle specifiche esigenze tecniche, con zincatura in lega di Zinco - Alluminio (5%); alla base dell'elemento frontale sarà presente un ulteriore pannello di rete elettrosaldata avente le medesime caratteristiche del precedente, collegato a "cerniera" tramite appositi punti di legatura. La funzione di ritenzione dei fini sul paramento frontale sarà svolta da un elemento costituito da biorete tessuta 100% in fibra di cocco a maglia aperta con massa areica minima di 700 gr/mq oppure in biorete tessuta in fibra di agave ad alta resistenza e specificatamente adatte ad un efficace e diffuso rinverdimento. Il paramento sarà tenuto inclinato secondo progetto, per mezzo di elementi a squadra



realizzati in tondino metallico pre-sagomato e pre-assemblati alla struttura con angolo massimo 70°. Ad ulteriore irrigidimento del paramento frontale saranno applicati a tergo del paramento 5 tiranti sagomati in ferro per ogni elemento modulare. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm<sup>2</sup>. A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale, reperito in sito a seguito della preparazione della scarpata di lavoro, per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee Guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2008; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

#### CARATTERISTICHE DEL FILO

Tutti i test sul filo sono eseguiti prima della fabbricazione della maglia.

- Resistenza a trazione: i fili utilizzati per la produzione dei gabbioni e del filo di legatura dovranno avere una resistenza a trazione compresa tra 350-550 N/mm<sup>2</sup> (UNI EN 10223-3 e Linee Guida Cons. Sup. LLPP 12/05/06)
- Allungamento: L'allungamento non deve essere inferiore al 10%, in conformità alle UNI EN 12223-3.
- Rivestimento galvanico a caldo ZN.AL5%: Le quantità minime di lega ZN.AL riportate nella Tabella 4 soddisfano le disposizioni delle UNI EN 10244-2
- Adesione del rivestimento galvanico: secondo UNI EN 10244-2
- Rivestimento Polimerico: in aggiunta alla protezione galvanica il filo è sempre rivestito in fase di produzione con polimero conforme alle EN-10245-3.

#### Articolo 29. Opere in verde

Comprendono interventi con tecniche di ingegneria naturalistica raggruppabili nelle categorie funzionali:

- opere di semina e rivestimento
- interventi stabilizzanti
- lavori di consolidamento
- barriere e muri vegetativi

Si tratta di un settore specifico in continua evoluzione tecnologica di cui si richiamano gli argomenti di più diffusa applicazione al settore stradale. Conseguentemente fanno parte integrante del presente Capitolato tutti gli specifici elaborati di progetto relativi alle opere in verde, comprese le relazioni illustrative.

#### Materiali costituenti

##### *Terreno vegetale*

Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo (di norma non superiore a 0,50 m) ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali.

Il terreno vegetale dovrà essere a reazione neutra, risultare sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea od arbustiva permanente: esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

#### *Materiale vegetale*

E' costituito da piante esemplari (alberi, arbusti e cespugli di grandi dimensioni, nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento) e da piante con particolari caratteristiche di crescita o ambientali.

Nel raggruppamento così definito vengono incluse le seguenti piante:

- tappezzanti;
- rampicanti, sarmentose e ricadenti;
- erbacee: annuali, biennali, perenni;
- bulbose, tuberose, rizomatose;
- acquatiche e palustri

#### *Concimi*

Possono essere di tipo ammendante, e cioè costituiti da sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno; oppure di tipo correttivo, e cioè costituite da prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

#### *Sementi*

Di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Eletti).

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie secondo le percentuali indicate in progetto, se non già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata con ogni cura.

Prodotti di pacciamatura Di origine naturale o di sintesi, sono destinati alla copertura del terreno per varie finalità operative, quali il controllo della evapotraspirazione, la limitazione della crescita di essenze infestanti, la protezione da sbalzi termici.

#### **Caratteristiche tecniche**

I tappeti erbosi dovranno avere caratteristiche rispondenti al progetto e garantire la conformità al momento della ultimazione dei lavori, salvo quanto diversamente specificato dal progetto stesso.

Gli impianti irrigui devono assolvere alle specifiche funzioni previste dagli elaborati di progetto secondo le preventive valutazioni rese necessarie alla loro progettazione; la funzionalità e l'efficacia dovranno rispettare le norme vigenti in materia di sicurezza.

I concimi minerali, organici, misti e complessi devono avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatte esclusioni per i letami, per i quali deve essere valutata di volta in volta la qualità e la provenienza.

I fitofarmaci devono essere rispondenti alle normative vigenti, emesse dal Ministero della Sanità.

Il materiale vegetale deve provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. L'impresa deve dichiararne la provenienza con relativa certificazione varietale e fitosanitaria alla Direzione Lavori.

L'Impresa sotto la sua piena responsabilità può utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori. In

particolare l'Impresa deve aver cura che le zolle e le radici delle piante che non possano essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Gli alberi devono presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora e devono essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

Gli alberi devono corrispondere alle richieste del progetto secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi;
- caratteristiche di fornitura: a radice nuda, in contenitore, in zolla.

Le piante con particolari caratteristiche di crescita o assimilabili devono rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto attiene tipo, specie, caratteristiche vegetative e di fornitura.

Gli arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non devono avere portamento "filato", devono rispondere alle specifiche indicate in progetto per quanto riguarda altezza, numero delle ramificazioni, diametro della chioma.

L'altezza totale deve essere rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma deve essere rilevato alla sua massima ampiezza.

Tutti gli arbusti e i cespugli devono essere forniti in contenitori, in zolla o a radice nuda.

Quando, per esigenze di sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) o la costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'Impresa deve fornire piante, zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc.)

Prima di procedere alla fornitura l'impresa deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa deve prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non deve contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

### **Modalità esecutive**

Le operazioni devono seguire rigorosamente l'ordine imposto in progetto o definito dalla Direzione Lavori in quanto trattasi di interventi da realizzare in rigoroso ordine cronologico predeterminato.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera, i preliminari lavori di pulitura del terreno devono essere eseguiti in accordo con la Direzione Lavori.

L'impresa prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere come da progetto all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale. Queste operazioni saranno da computarsi in base all'Elenco prezzi.

Tutte le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiare la struttura e di formare suole di lavorazione.

Successivamente ai movimenti di terra e alle lavorazioni del terreno, l'impresa dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati progettuali e delle indicazioni della Direzione Lavori, gli scavi necessari alla installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e delle opere a rete e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (es. irrigazione, illuminazione, ecc.), le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Dopo aver effettuato la lavorazione, l'impresa dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessari ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti. La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale o da impegnare con opere a verde e la tipologia di intervento vengono determinate quando le superfici sono pronte per essere sistemate a verde.

Non è consentita la modifica dei piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, al collaudo, devono risultare perfettamente regolari.

Particolare cura deve essere posta per la conservazione, lo spostamento ed il recupero delle piante esistenti nella zona, preservando gli strati fertili del suolo sull'area del cantiere.

Devono essere preliminarmente eseguite, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosione, profilando le stesse con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento di acqua.

Prima di procedere alle operazioni successive, l'impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori che verifichi la rispondenza agli elaborati di progetto ed alle indicazioni impartite.

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'impresa in accordo con gli elaborati di progetto e con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione: in caso contrario dovrà apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti.

Dopo aver eseguito le operazioni di pulizia delle terre, le lavorazioni preliminari e gli eventuali movimenti ed apporti di terra, l'impresa dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, buca o avvallamento.

La messa a dimora del materiale vegetale dovrà, avvenire in relazione alle quote definite dagli elaborati di progetto, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, internate oltre il livello del colletto.

La messa a dimora delle piante acquatiche e palustri aspetterà le caratteristiche esigenze della specie e varietà secondo quanto definito negli elaborati di progetto e dalle eventuali indicazioni della Direzione Lavori.

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni.

Le sementi impiegate nella esecuzione dei manti erbosi, siano esse pure o in miscuglio, devono presentare i requisiti legge richiesti in purezza e germinabilità, od essere fornite in contenitori sigillati ed accompagnate dalle certificazioni ENSE.

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolare modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato.

Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà seminata con uniformità secondo le indicazioni degli elaborati di progetto o della Direzione Lavori ed eventualmente lavorata a seconda del tipo di manto erboso da realizzare.

La formazione di tappeti erbosi con il metodo della propagazione comprende tutte le operazioni di preparazione agraria del terreno, la divisione delle zolle di specie erbacee stolonifere o rizomatose e le cure colturali, irrigazione compresa, previste negli elaborati di progetto.

Le operazioni da eseguire per la semina effettuata su suolo non rivestito di terra di coltivo comprendono tutte le seguenti operazioni:

- eliminazione di sassi, radici, elementi dannosi o d'intralcio;
- fresatura;
- apporto di correttivi;
- apporto di fertilizzanti;
- esecuzioni della semina;
- apporto di prodotti di fissaggio;

- apporto di prodotti di protezione.

L'impresa eseguirà tutte quelle operazioni previste dagli elaborati di progetto o indicati dalla Direzione Lavori.

La formazione di manti erbosi con zolle precoltivate comprende tutti i lavori di preparazione agraria del substrato d'impianto, la messa a dimora delle zolle erbose e le lavorazioni successive, compresa l'irrigazione, che ne favoriscano l'attecchimento, secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto.

Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche adeguatamente fissate al suolo come da prescrizione di progetto o da indicazioni della Direzione Lavori.

Gli inerbimenti e le piantagioni delle scarpate e dei terreni in pendio comprendono tutte le lavorazioni del terreno e le operazioni di semina o piantagione con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatto a formare una stabile copertura vegetale secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone e automezzi, l'impresa dovrà proteggere, singolarmente o in gruppo, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) e/o sostanze repellenti previste dagli elaborati di progetto o precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori.

Se è previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc.) od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.

### **Avviamento all'esercizio**

Le obbligazioni contrattuali dell'impresa non si esauriscono con la messa a dimora delle essenze prative, arbustive e arboree, ma richiedono un ulteriore periodo di interventi finalizzati ad un completo attecchimento delle varie specie vegetali.

La durata della garanzia di mantenimento viene inserita nelle previsioni di progetto o di appalto; oppure, in difetto di indicazioni progettuali, verrà definita dalla Direzione Lavori in rapporto alla specifica tipologia dell'opera.

Il tempo di garanzia dopo il termine dei lavori di messa a dimora non può essere inferiore al periodo necessario per la prima vegetazione dopo l'installazione delle essenze.

Durante il periodo di concordato garanzia l'impresa dovrà procedere, anche per le eventuali piante preesistenti, interventi programmati di manutenzione comprendenti le seguenti operazioni:

- irrigazione
- ripristino conche e rinalzo
- falciatura, diserbi e sarchiature
- concimazioni
- potature
- eliminazione e sostituzione delle piante morte
- rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi
- difesa della vegetazione infestante
- sistemazione dei danni causati da erosione
- ripristino della verticalità delle piante
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

La manutenzione delle opere dovrà aver inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato.

L'impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi realizzati per il periodo di garanzia concordato.

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, l'impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rinalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa deve provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falciature del tappeto erboso.

L'eventuale impiego di diserbanti chimici deve attenersi alle normative vigenti.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche.

Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

Le potature di formazione e di rimanda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.

Le eventuali piante morte devono essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

E' obbligo dell'Impresa dover riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare, difettosa, che non rientri nei limiti di tolleranza previsti per la qualità dei prati.

Durante l'operazione di manutenzione l'Impresa deve estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacchiamme, quando previsto dal progetto.

### **Controlli prestazionali**

I controlli finali si differenziano in funzione del tipo di opera a verde, pur essendo comunemente rivolti ad accertare l'attecchimento al 100% di tutte le specie vegetali: tappeti erbosi, arbusti, alberi.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla dimora, le piante si presentino sane ed in buono stato vegetativo.

Dopo il termine suindicato la Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa, procederà alla analitica rilevazione di stato delle opere in verde; soltanto in caso di verifica di completo attecchimento la Direzione Lavori potrà disporre lo sblocco delle garanzie contrattuali prestate dall'impresa.

In casi controversi la Direzione Lavori potrà imporre all'impresa di ampliare, senza alcun compenso aggiuntivo, il periodo di garanzia e la contestuale attività manutentoria per un ulteriore ciclo vegetativo.

Dopo 90 giorni dall'inizio della seconda vegetazione successiva alla dimora la Direzione Lavori procederà, sempre in contraddittorio con l'Impresa, alla verifica finale di attecchimento. In tale seconda occasione la Direzione Lavori dovrà decidere in via definitiva se accettare l'opera a verde o applicare motivate detrazioni.

Le garanzie prestate dall'impresa vanno conseguentemente sbloccate, in tutto o in parte, dopo la verifica al secondo ciclo vegetativo, che viene quindi a costituire il limite temporale ultimo di accettazione o ripulsa delle forniture e dei lavori.

Fino alla ultimazione delle verifiche rituali di attecchimento l'impresa dovrà proseguire l'azione manutentoria mediante i seguenti adempimenti primari:

- dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza e quindi non dovuti a danni di forza maggiore;
- è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità;
- dovrà controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione dei fenomeni patogeni onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

L'impresa cesserà dalle suindicate obbligazioni soltanto dopo l'emissione degli atti di verifica finale di attecchimento.

### **Articolo 30. Barriere di sicurezza**

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento è la seguente:



- D.M. LL.PP. 18/02/1992, n. 223, "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996, "Aggiornamento del D.M. 18/02/1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 03/06/1998, "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. 4 maggio 1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Decreto 21 giugno 2004, n. 2367, "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- Direttiva 25 agosto 2004 Ministero delle Infrastrutture e trasporti "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21/07/2010, n. 62032, "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 28 giugno 2011, "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali di spartitraffico;
- barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc.;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d'arte, ostacoli fissi e simili.

Il progettista delle applicazioni dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M. 223/92 prevederà la protezione dei punti previsti dall'art. 3 dell'allegato al decreto 21 giugno 2004 del Ministero Infrastrutture e Trasporti, in particolare:

- margini delle opere d'arte quali ponti, viadotti, muri di sostegno, indipendentemente dalla loro estensione e dall'altezza dal piano campagna;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire pericolo per gli utenti della strada in caso d'urto (pile di ponti, alberature, pali di illuminazione).

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della destinazione ed ubicazione delle barriere, del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle di traffico cui la stessa sarà interessata:

TIPO DI STRADA	TIPO DI TRAFFICO	BARRIERE SPARTI TRAFFICO	BARRIERE BORDO LATERALE	BARRIERE BORDO PONTE
AUTOSTRADE (A) STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE (C) E STRADE URBANE DI SCORRIMENTO (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

STRADE URBANE DI QUARTIERE (E) E STRADE LOCALI (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

L'impresa è tenuta ad installare dispositivi di ritenuta omologati dal competente ufficio del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Per le sole tipologie di barriere per le quali non siano state ancora emanate le circolari previste dall'art. 9 del D.M. 18/2/1992 n. 223 (esistenza di almeno due barriere della stessa tipologia omologate) si dovrà richiedere la rispondenza dei dispositivi alle norme UNI EN 1317, richiedendo rapporti di crash test rilasciati da compi prova dotati di certificazione secondo le norme UNI EN 17025.

### ***Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione***

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni possibili.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. L'impresa è tenuta a fornire dichiarazione di conformità del produttore alle relative specifiche tecniche di prodotto (caratteristiche costruttive descritte nel progetto prototipo allegato ai certificati di omologazione).

Le barriere installate dovranno essere identificate su strada attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 m) e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore.

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore dei Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

## **Articolo 31. Segnaletica orizzontale e caratteristiche delle vernici**

Gli attraversamenti pedonali, le zebra e altra segnaletica del genere saranno eseguiti, con materiale termospruzzato plastico e postspruzzato, mentre la restante segnaletica longitudinale, laterale ecc. sarà eseguita con vernici premiscelate e post spruzzate.

La stesa della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita in modo tale da essere alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite dal C.d.S. o previste dai disegni progettuali.

Le prestazioni della vernice e del termoplastico posti in opera, dovranno garantire, per tutto il periodo di garanzia, un coefficiente di luminanza retroriflessa RL pari ad almeno  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$ .

Non saranno accettati valori RL minori di  $100 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  mentre valori compresi tra 100 e  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  determineranno l'applicazione di penali come di seguito definite.

Normativa di riferimento è la UNI EN 1436 punto 4.3 prospetto 2 per segnaletica permanente di colore bianco classe R2. Le misurazioni saranno effettuate secondo l'appendice B della stessa normativa.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzarsi deve essere conforme a quanto stabilito dal C.d.S., dal Reg.-C.d.S. e dai disegni esecutivi di progetto.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema di controllo qualitativo della produzione. Le verifiche verranno attuate in conformità a quanto previsto dalle norme regolanti la qualità, EN ISO 9002/94 e successive.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata ogni qual volta la D.d.L. lo riterrà opportuno. Detta segnaletica potrà essere eseguita sia con l'impiego di vernici rifrangenti, MONO E/O BI-COMPONENT che con l'impiego di materiale termospruzzato plastico, secondo quanto stabilito dalla D.d.L. senza che l'Impresa possa sollevare eccezione alcuna a tale titolo. La stesa della segnaletica

orizzontale dovrà essere conforme ai tracciati, le figure e le scritte stabilite dal C.d.S. o nei disegni allegati.

I colori della segnaletica orizzontale devono corrispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (registro colori 840-HR):

- bianco: R.A.L. 9016
- giallo : R.A.L. 1007

Per adempiere la funzione di sicurezza e di regolazione 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.);
- assicurare un'ottima adesione al sottofondo stradale anche di nuova realizzazione, essere resistente agli agenti atmosferici ed alle soluzioni saline e avere adeguata resistenza agli effetti prodotti dal traffico;
- essere trafficabile nel più breve tempo possibile dall'applicazione;
- non causare fessurazioni sul manto d'usura;
- non contenere materie incompatibili con la sicurezza del lavoro e la protezione dell'ambiente;
- non presentare segni di distacco: a tal proposito, l'Impresa, prima dei ripassi, dovrà assicurarsi che il materiale impiegato sia compatibile con il materiale residuo già in opera.

Sia per la vernice che per il materiale termoplastico, sarà richiesta l'applicazione di perline di vetro postspruzzate al fine di ottenere un maggiore grado di retroriflessione ed una visibilità notturna immediata.

Le sfere di vetro non dovranno subire alterazioni dovute all'azione di soluzioni o preparati per trattamenti invernali alla pavimentazione.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale dovranno essere accuratamente ripulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce d'olio e grassi a mezzo di solventi.

L'Impresa sarà tenuta, a propria cura e spese, ad effettuare la cancellazione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita.

Essa dovrà essere lineare, senza sbavature o svirgolate, rispettando, per la larghezza delle strisce la tolleranza di +/- 5 mm. e per la lunghezza la tolleranza di +/- 150 mm. ;

L'onere di tali interventi è ricompreso senza ulteriore compenso, nel prezzo di ogni singola lavorazione di cui all'elenco prezzi unitari.

L'applicazione dei materiali dovrà avvenire su superfici asciutte e sarà effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

Qualunque sia il tipo di stesa i materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso e per tutto il periodo di garanzia, il colore della sottostante pavimentazione ancorché di nuova realizzazione, o della segnaletica preesistente.

L'Impresa eseguirà la stesa della segnaletica orizzontale con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

I mezzi di lavoro utilizzati dalle Imprese dovranno essere collaudati presso la M.C.T.C. (Motorizzazione Civile e dei Trasporti in Concessione) per la circolazione stradale; tali mezzi dovranno altresì essere in linea con le più moderne tecnologie, in grado di eseguire a perfetta regola d'arte le lavorazioni richieste, dovranno essere ad elevata produzione, perfettamente funzionanti e in ottime condizioni.

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla D.d.L.; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa, che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dall'Ente; l'Impresa avrà l'onere, senza ulteriori compensi, della pulizia delle superfici trattate.

Successivamente, nel caso affiorassero delle strisce cancellate, l'Impresa sarà tenuta, a suo completo onere e carico, e ciò per tutto il periodo di garanzia previsto, ad eseguire gli opportuni interventi di cancellatura.

### **Classificazione materiali**

#### **a) PITTURE**

Possono essere di due tipi:

- Idropitture con microsfere di vetro postspruzzate:

La pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

- Pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:

La pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi e da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

#### **b) TERMOPLASTICO**

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore
- visibilità notturna
- abradibilità
- tempo di essiccazione.

### **Standard prestazionali e tolleranze**

#### **Colore**

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori del prodotto devono rientrare per tutta la loro vita utile all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche riportate nella citata tabella.

Non sono ammessi colori al di fuori delle zone colorimetriche prescritte.

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

#### **Visibilità notturna**

Viene definita dal valore di retroriflessione. Le prestazioni della vernice e del termoplastico posti in opera, dovranno garantire per tutto il periodo di garanzia, un coefficiente di luminanza retroriflessa RL pari ad almeno  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$ . Non saranno accettati valori RL minori di  $100 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  mentre valori compresi tra 100 e  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  determineranno l'applicazione di penali come di seguito definite.

Normativa di riferimento è la UNI EN 1436 punto 4.3 prospetto 2 per segnaletica permanente di colore bianco classe R2. Le misurazioni saranno effettuate secondo l'appendice B della stessa normativa.

#### **Valore STR di abradibilità**

Viene definita dal valore della resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli. Il valore minimo ammesso, per tutta la vita utile, deve essere di 50 STR (British Portable Skid Resistance Test). Non sono ammessi valori inferiori al valore indicato.

#### **Tempo di essiccazione**

##### **a) PITTURE**

La pittura applicata sulla superficie autostradale alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Trascorso

tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10°C e con umidità relativa inferiore a 80%. La tolleranza ammessa è + 7 minuti.

#### **b) TERMOPLASTICO**

La pittura applicata sulla superficie autostradale alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 30 secondi dall'applicazione per lo spruzzato ed entro 4 minuti per l'estruso. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento è controllato in laboratorio secondo le norme vigenti (ASTM D 711-55). La tolleranza ammessa è +10 secondi per lo spruzzato, +60 secondi per l'estruso.

Su richiesta della D.d.L. l'Impresa ha l'onere di presentare un campione di vernice da usare.

#### **Caratteristiche dei materiali**

##### **- IDROPITTURE POSTSPRUZZATE CON MICROSFERE DI VETRO**

Per le tre pigmentazioni:

1- Massa Volumica (T=25°C) 1,65-1,7 g/cm<sup>3</sup> 2- Residuo non volatile 80% in peso +/-5% 3- Quantità pigmenti (\*) 45% in peso +/-5% 4- Quantità TiO<sub>2</sub> (\*\*) 25% in peso +/-5%

5- Quantità microsfere postspruzzate 300 g/m<sup>2</sup>

6- PH 10 +/-0,5

(\*) riferito a 100 g. di prodotto esente da microsfere.

(\*\*) riferito a quantità di pigmenti.

##### **- PITTURE PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE CON MICROSFERE DI VETRO**

Potere coprente: dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/Kg. determinato dalle norme A.S.T.M.D. 1738.

Le resistenze a 25°C delle vernici dovranno risultare come segue:

- resistenza all'acqua = buona
- resistenza ai carburanti = buona
- resistenza al cloruro di calcio = buona
- resistenza al cloruro sodico = buona

pertanto il deterioramento risultante dovrà essere non apprezzabile.

La vernice dovrà essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, dovrà avere buona resistenza all'usura del traffico e dovrà presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

Tale visibilità e rifrangenza dovrà risultare immediatamente dopo la stesa della vernice senza richiedere, per evidenziarsi, il successivo passaggio al traffico.

Ciò dovrà essere ottenuto con procedimento di post-spruzzatura di perline. Caratteristiche per le tre pigmentazioni:

1- Massa Volumica (T=20°C) > 1,5 g/cm<sup>3</sup> (1,6-1,9 g/cm<sup>3</sup>)

2- Residuo non volatile 75-85% in peso

3- Quantità pigmenti (\*) 35% in peso +/-5%

4- Quantità TiO<sub>2</sub> (\*\*) 13-3% in peso

5- Quantità microsfere premiscelate 31% - 35% in peso

6- Quantità microsfere postspruzzate 300 g/m<sup>2</sup>

(\*) riferito a 100 g. di prodotto esente da microsfere.

(\*\*) riferito a quantità di pigmenti.

##### **- PITTURE TERMOPLASTICHE A SPRUZZO E/O A ESTRUSIONE PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE CON MICROSFERE DI VETRO**

La vernice rifrangente, in materiale termoplastico, sarà costituita da un composto di particolare formulazione contenente aggregati, riempitivi, perline, pigmenti e leganti in proporzione tali da dare

un film di elevatissima resistenza. Gli aggregati ed i riempitivi sono dei materiali inerti di particolare resistenza all'abrasione ed alto valore di coefficiente d'attrito.

Caratteristiche per le tre pigmentazioni:

1- Massa Volumica (T=20°C) 1,8-2,1 g/cm<sup>3</sup>

2- Quantità pigmenti (\*) 6% in peso

3- Quantità pigmenti + olii 20% in peso

Manutenzione Segnaletica orizzontale e verticale – CSA Norme Tecniche 17

4- Quantità legante (resina + olii) 20% in peso

5- Quantità microsfele premiscelate 25% in peso

6- Quantità microsfele postspruzzate 300 g/m<sup>2</sup>

7- Punto di rammollimento 80°C

8- Punto di infiammabilità 230°C

9- Resistenza alle escursioni termiche -20°C - +80°C

(\*) riferito al solo biossido di titanio.

La rifrangenza si otterrà sia mediante le perline premiscelate che con una spruzzatura supplementare delle stesse all'atto della stesa pari a gr/mq. 300.

Le verifiche saranno effettuate secondo le normative vigenti (ASTM D-2832, ASTM D-1394, FTMS 141a-4021, FTMS 141a-4184, BS 3262 – 4692 e aggiornamenti).

#### - MICROSFERE DI VETRO

Le perline di vetro debbono essere sferiche, esenti da lattiginosità e bolle d'aria, con indice di rifrazione maggiore di 1,5 usando per la relativa determinazione, il metodo di immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alterazioni all'azione di soluzioni acide tamponate da pH 5 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di sodio o cloruro di calcio.

La granulometria delle sfere di vetro dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche dei setacci A.S.T.M. Caratteristiche:

- Indice di rifrazione > 1,52;
- Controllo (visuale) qualità: minimo 85% di microsfele senza difetto e massimo 5% di graniglie di vetro in numero;
- Trattamento con silicone: senza;
- Sfericità: minimo 80% per i trattenuti ai setacci più grandi, e minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci.
- Trattamento microsfele postspruzzate: le microsfele devono essere rivestite con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante del prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse ed il prodotto applicato.
- Granulometria: deve essere secondo la tabella seguente ed è da determinarsi secondo il metodo ASTM D-1214.

#### **Disposizioni per la posa in opera delle vernici**

L'Impresa eseguirà la posa della segnaletica orizzontale con compressori di sua proprietà, del tipo più moderno e veloce.

I compressori da usarsi dovranno essere provvisti di dispositivi per porre in opera il tipo di vernice richiesto, che è rifrangente con perline premiscelate e post-spruzzate.

Il lavoro di nuovo impianto dovrà essere eseguito dall'impresa, appena terminati i lavori principali.

La posa della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita in modo tale da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico.

Il giudizio sull'esattezza della posa è riservato in modo insindacabile alla D.d.L. e saranno ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni opera e fornitura relativa alla cancellazione ed ai rifacimenti di segnalazioni giudicate non correttamente posate.

I lavori di posa della segnaletica in vernice rifrangente, effettuati con macchine operatrici condotte a mano, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza emanate dal C.d.S., dal Reg.-C.d.S. e nel Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti del 10.07.2002 e successive modifiche e/o



integrazioni e dal Piano di Sicurezza in fase di Progettazione, e da eventuali integrazioni e/o disposizioni date dal Coordinatore per la Sicurezza dei Lavori in fase di esecuzione (C.S.E.).

I lavori di posa della segnaletica in vernice termoplastica rifrangente a spruzzo, saranno effettuati con macchina operatrice semovente completa di idoneo compressore, riscaldatore ed agitatore, apparato di spruzzo e perlina.

La stesa del materiale termoplastico dovrà avvenire alla temperatura di 180° - 200°C su superfici sufficientemente asciutte.

L'Impresa dovrà, alla consegna dell'appalto dei lavori, fornire la scheda tecnica ed un campione delle vernici che intende usare, specificando fabbriche ed analisi.

Pertanto la Impresa può presentare un tipo di vernice a suo giudizio ritenuta più idonea, anche se difforme da quello del Capitolato, agli effetti della durata, della visibilità, dell'aspetto generale, della scivolosità e della garanzia richiesta.

Sarà giudizio insindacabile dell'Ente l'accettare o meno tipi di vernice non di Capitolato, anche se, a detta dell'Impresa, di caratteristiche superiori.

L'uso di dette vernici, anche se accettate dall'Ente, è agli effetti delle garanzie richieste, di esclusiva responsabilità dell'Impresa.

L'Impresa deve presentare per ogni tipo di materiale che intenda impiegare una scheda tecnica con l'indicazione delle caratteristiche.

Qualora la D.d.L. lo ritenesse necessario, l'Impresa deve presentare 1 campione di materiale da sottoporre alle prove, che devono essere consegnati in confezioni metalliche da 1 Kg (barattoli) sigillati con stagno e riportare i seguenti dati:

- nome commerciale del prodotto;
- rapporto di diluizione (se è previsto il diluente);
- caratteristiche microsfele di vetro (sia premiscelate che postspruzzate);
- data di produzione.

Le quantità delle singole campionature devono essere le seguenti:

- Kg. 4 di pittura per ogni colore;
- Kg. 4 di diluente se previsto;
- Kg. 2 di microsfele di vetro da premiscelare;
- Kg. 2 di microsfele di vetro da postspruzzare;
- N.3 lamierini d'acciaio, di dimensioni 30x50 cmq con spessore 0,5 mm, su cui devono essere stati applicati i prodotti.

Il costo delle prove e delle campionature è a carico dell'Impresa.

### **Dosaggi**

Non vengono indicate quantità minime di pittura da applicare.

Sarà cura dell'Impresa stabilire le quantità minime in modo da soddisfare, sia per pavimentazioni drenanti che per pavimentazioni di qualsiasi tipo (conglomerato chiuso, binder, etc.), sia per gli interventi richiesti di ripasso o di nuovo impianto, la vita utile richiesta ed il raggiungimento e mantenimento per tutta la vita utile del prodotto del coefficiente di luminanza retroriflessa RL pari ad almeno  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$ .

### **Vita utile segnaletica orizzontale e garanzie**

Per vita utile del prodotto verniciante si intende il periodo temporale che intercorre dal momento dell'applicazione alla perdita anche di una sola delle caratteristiche prestazionali sottostanti.

La vita utile deve essere, sia per la segnaletica orizzontale eseguita sul manto d'usura di nuova costruzione, sia per quella limitata al solo ripasso, come da valori seguenti:

- Pitture: nuovo: mesi 12 (dodici); ripasso: mesi 12 (dodici);
- Termoplastico: nuovo: mesi 12 (dodici); ripasso: mesi 12 (dodici);
- Colato plastico: nuovo: mesi 36 (trentasei).

Durante il periodo di vita utile, l'Impresa provvederà a sue totali spese, su richiesta della D.d.L., a tutti i ripristini e rifacimenti che si rendano necessari a causa della carenza anche di una sola delle caratteristiche come specificato nel precedente articolo del presente capitolato.

Tutti gli oneri derivanti dalla garanzia di cui sopra, sono da intendersi già compensati nei rispettivi prezzi di Elenco durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'Impresa, provvedendo di volta in volta ai ripristini resisi necessari, senza che occorran particolari inviti da parte della l'Ente, avendo cura di dare un preavviso anche verbale alla D.d.L..

A sua volta la D.d.L. si riserva, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Impresa gli interventi manutentivi che ritenesse necessari per il ripristino della perfetta efficienza delle opere, salvo restando la facoltà, in caso di inadempienza dell'Impresa, di provvedere direttamente ai ripristini a spese dell'Impresa stessa.

Quanto sopra non esime l'Impresa dalle responsabilità, sia civili che penali, per danni all'Ente o a terzi che dovessero derivare da tali inadempienze, restando l'Impresa responsabile in merito per tutta la durata della garanzia.

E' responsabilità dell'Impresa fornire prodotti che soddisfino quanto richiesto come tempo di garanzia e mantenimento per tale periodo del coefficiente di luminanza retroriflessa RL pari ad almeno  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$ .

Le caratteristiche date sui prodotti da usarsi si intendono perciò indicative, ritenendo fondamentali gli esiti delle prove di cui al successivo articolo.

### **Norme di misurazione e valutazione dei lavori**

I lavori verranno valutati a misura secondo i seguenti criteri:

- a) le strisce continue e discontinue a metro lineare, secondo l'effettivo sviluppo in lunghezza verniciato;
- b) le zebre e le frecce di direzione a metro a quadrato, secondo la effettiva superficie verniciata;
- c) le lettere a metro quadrato, secondo l'area del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera;
- d) le cancellature con sverniciatore chimico e/o meccanico, secondo l'effettiva superficie sverniciata.

### **Controlli**

I controlli degli standard prestazionali saranno eseguiti ogni qual volta la D.d.L. lo ritenga necessario. Le verifiche e /o i prelievi devono avvenire in contraddittorio con l'Impresa. I materiali saranno inviati a centri o laboratori attrezzati per le prove, scelti dalla D.d.L.. Le spese saranno a carico dell'Impresa.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in laboratorio (corrispondenza tra il prodotto presentato e quello posto in opera) e/o in cantiere con strumentazione portatile in sito (colore, visibilità notturna e abrasibilità) e/o con macchine ad alto rendimento (visibilità notturna).

#### Controlli di laboratorio:

- colore
- caratteristiche chimico – fisiche
- tempo di essiccazione
- granulometria
- indice di rifrazione
- qualità e quantità perline.

I prelievi dovranno essere effettuati, per tutti i prodotti e materiali impiegati.

#### Controlli in situ:

Le prestazioni del materiale posto in opera dovranno garantire, per tutto il periodo di garanzia, un coefficiente di luminanza retroriflessa RL pari ad almeno  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$ . Non saranno accettati valori RL minori di  $100 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  mentre valori compresi tra 100 e  $150 \text{ mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$  determineranno l'applicazione di penali come di seguito definite. Normativa di riferimento è la UNI EN 1436 punto 4.3 prospetto 2 per segnaletica permanente di colore bianco classe R2. Le misurazioni saranno effettuate secondo l'appendice B della stessa normativa.

Eventualmente la D.d.L., iniziati i lavori di ripasso, darà disposizioni all'Impresa affinché la stessa provveda ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per verificare il valore del coefficiente; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con la D.d.L., nei luoghi che quest'ultima riterrà più opportuni. Ogni misurazione sarà composta da almeno 4 rilievi effettuati ad una distanza di circa 1 mt. tra loro: la media sarà assunta come valore finale.

Le misurazioni effettuate, dovranno essere riportate su apposito rapportino indicante gli estremi del contratto, la data, la progressiva chilometrica, l'esatta ubicazione delle misurazioni ed i valori rilevati; il rapportino dovrà essere firmato dall'Impresa e dall'incaricato della D.d.L..

Qualora i valori rilevati risultino inferiori, l'Impresa avrà l'obbligo di adoperarsi modificando la composizione della vernice o sostituendo il prodotto impiegato, rinnovando la segnaletica eseguita a proprie cure e spese; successivamente dovranno essere effettuate altre 10 misurazioni per verificare il valore del coefficiente. Nel caso in cui i valori risultassero insufficienti, l'Impresa dovrà nuovamente ripetere la procedura. Prima dello scadere della garanzia, o comunque prima del ripasso, la D.d.L., darà disposizioni all'Impresa affinché provveda ad effettuare almeno 10 misurazioni di controllo per verificare il valore del coefficiente che dovrà risultare dalla media delle misurazioni, superiore a  $150 \text{ mcd} \times m-2 \times lx-1$ ; tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con la D.d.L., nei luoghi che la stessa riterrà più opportuni.

Se la media dei valori risultanti dalle misurazioni di controllo risultasse inferiore a  $150 \text{ mcd} \times m-2 \times lx-1$  verrà applicata una riduzione pari alla percentuale in difetto, sull'importo relativo alla categoria dei lavori insufficienti (ad esempio se la media risultante è pari ad un valore di  $135 \text{ mcd} \times m-2 \times lx-1$ , stabilito  $150 \text{ mcd} \times m-2 \times lx-1$  il valore minimo, verrà detratta una percentuale pari al 10% sul prezzo al netto del ribasso d'asta).

Tale riduzione, sarà detratta dal successivo stato d'avanzamento dei lavori; in occasione dell'ultimo stato di avanzamento dei lavori o finale, l'Ente si avvarrà della facoltà di riscuotere l'eventuale riduzione dalla fideiussione di cui al relativo articolo del Capitolato d'Appalto Parte Generale.

Le misurazioni su autorizzazione della D.d.L. potranno essere effettuate direttamente dall'Impresa se questi è in possesso della certificazione ISO 9000 o superiore; in caso contrario, le misurazioni dovranno essere effettuate da Istituto o da altra Impresa certificata come sopra esposto, ritenuti idonei dalla D.d.L. secondo proprio insindacabile giudizio.

Tutti i costi relativi alle prove, comprese la segnaletica di cantiere, il personale, la strumentazione e quant'altro occorra, saranno a carico dell'Impresa.

Potranno essere ordinati dalla D.d.L. controlli dei valori di retroriflessione con apparecchi ad alto rendimento tipo ECODIN o similari a geometria Ecolux LCPC con angolo di incidenza di  $86^\circ$  e  $30'$  e angolo di divergenza di  $1^\circ$ . Le prove potranno essere ordinate su tutta la segnaletica orizzontale effettuata.

## **Articolo 32. Materassi Metallici Plastificati**

Fornitura e posa in opera di rivestimenti flessibili con Materassi Metallici a tasche in rete metallica a doppia torsione, marcati CE in accordo con il Regolamento n. 305:2011 dell'Unione Europea sui prodotti da costruzione, con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., n. 69 del 2 Luglio 2013 e con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di acciaio, conforme alle UNI-EN 10223-3 e UNI-EN 10218, avente un diametro 2,20 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zn - Al (5%) (EN 10244 - Classe A) e rivestimento in PVC atossico, ai sensi della UNI-EN 1186-3:2003 Met.A, di spessore minimo di 0,50 mm, portando il diametro esterno a 3,20 mm. Il rivestimento, le cuciture, gli elementi metallici, la rete dei diaframmi e del coperchio, il riempimento ed il materiale devono rispettare integralmente il C.S.A. Sotto il telo di base del materasso sarà steso un geotessile ritentore di fini; tale elemento sarà costituito da un geotessile non tessuto in fibre di polipropilene CE con resistenza a trazione  $> 14,5 \text{ kN/m}$  secondo la UNI EN 10319, allungamento a rottura  $> 70\%$  secondo la UNI EN 10319 e con resistenza al punzonamento statico  $> 2,4 \text{ kN}$  secondo la UNI EN ISO 12236 e di massa areica  $200 \text{ g/m}^2$  UNI EN 965.

Il pietrame di riempimento sarà assestato, anche a macchina ma in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo del pietrame stesso, ed assicurare così un riempimento dei Materassi costante nel tempo, senza fuoriuscita di materiale. Il ciottolame fornito dovrà essere di idonea granulometria non dovrà essere friabile e gelivo e presentare un elevato peso specifico. Successivamente al

riempimento delle tasche dei materassi con pietrame, si provvederà all'intasamento dei vuoti con idoneo terreno vegetale per favorire ed accelerare lo sviluppo vegetativo dell'opera.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La Società produttrice e la Società distributrice dovranno essere in Sistema Qualità certificato in accordo alla ISO 9001:2015 da un organismo terzo indipendente.

### **Articolo 33. Resina Epossidica Bicomponente**

Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm.

Con resina tixotropica a base epossidica.

### **Articolo 34. Biostuoia Antierosiva In Fibre Naturali**

Fornitura e posa di biostuoia realizzata mediante l'interposizione tra due reti in polipropilene di una massa organica costituita da fibre di paglia e/o di cocco non inferiore ai 450 g/m<sup>2</sup>, rinforzata e contenuta da una rete fotosensibile e biodegradabile di maglia minima 10x10 mm. Tra una delle georeti e la massa organica sarà posto un foglio di cellulosa da massa arcaica non inferiore ai 25 g/m<sup>2</sup> in grado di decomporsi celermente dopo la posa. Il geocomposito descritto verrà assemblato meccanicamente mediante una serie di cuciture longitudinali poste ad interasse di circa 50 mm in modo da rendere solidali gli strati. Il materiale verrà fornito in rotoli di ampiezza non inferiore ai 2,0 m. Inoltre, la Società produttrice e la Società distributrice dovranno essere in Sistema Qualità certificato in accordo alla ISO 9001:2015 da un organismo terzo indipendente. La biostuoia verrà posata, con il lato con il foglio di cellulosa a contatto con il terreno, srotolandola lungo le linee di massima pendenza e fissandola sulla scarpata con picchetti acciaio nervato B450C con zincatura elettrolitica (UNI EN ISO 2081:2018) di diametro 7,00 mm e di lunghezza di lunghezza di circa 50-80 cm secondo la consistenza e profondità del substrato in ragione di n. 2 o più picchetti per metro quadrato in maniera da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento del cotico erboso. I teli contigui saranno sormontati di almeno 10 cm e picchettati ogni 50 cm. La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e rifilate in modo da eliminare solchi e materiale sciolto in modo tale da garantire il più possibile l'aderenza della biostuoia al profilo del terreno. La scelta della biostuoia è legata alle caratteristiche geomorfologiche, granulometriche e pedologiche del terreno di posa. Tali rivestimenti devono sempre essere abbinati ad una semina o idrosemina, inoltre possono essere infisse nel terreno talee di specie arbustive del diametro compreso tra i 2 e 5 cm, di lunghezza di 0,50 ÷ 0,80 m con elevate capacità di propagazione vegetativa (salice, ligustro e le tamerici, queste ultime resistenti a condizioni alterne di forte aridità e presenza di sali nel terreno) in ragione di n. 5 talee al metro quadrato da compensarsi a parte.

### **Articolo 35. Opere Di Protezione Del Corpo Stradale Dalla Caduta Massi**

#### **35.1 Ispezione delle pareti rocciose e Disgaggio**

Perlustrazione, disgaggio e bonifica di scarpate e pendici rocciose

Esplorazione di pareti rocciose ed abbattimento di volumi di roccia Tale lavorazione, eseguita da personale specializzato rocciatore provvisto di attrezzatura adeguata, nonché dei requisiti di legge richiesti, consiste nell'abbattimento sistematico dei volumi rocciosi pericolanti e/o in equilibrio precario e nell'eventuale taglio delle piante e delle ceppaie, nonché nell'eventuale asportazione di coltri di detrito sciolto. il versante dovrà essere accuratamente ispezionato, allo scopo di poter

effettuare sia un rilevamento di dettaglio dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso interessato, che l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili.

### 35.2 Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario

Demolizione di spuntone o placche di roccia dura Tale lavorazione che consiste nella demolizione e nell'abbattimento di elementi di roccia in equilibrio precario potrà essere eseguite tramite: · attrezzature idrauliche · impiego di agenti chimici non esplosivi · cartucce pirotecniche per uso tecnico classificate P2 · impiego di esplosivo

### 35.3 Sistemi di rivestimento delle pareti e scarpate

Le caratteristiche tecniche dei prodotti finiti che comportano impiego di rete metallica a doppia o semplice torsione debbono, in generale, fare riferimento a quelle del materiale di base (filo metallico), a quelle della rete che ne deriva ed a quelle dei materiali ad essa associati (pietrame e terra di interposizione e rinfilanco; elementi di cucitura e collegamento; chiodature ed ancoraggi, ecc.) nonché a quelle al manufatto nel suo insieme. Il rivestimento di pareti e scarpate, in relazione alle caratteristiche dell'ammasso roccioso, potrà essere realizzato con rotoli in rete in filo d'acciaio a doppia torsione. Caratteristiche tecniche Il filo di acciaio impiegato per la costruzioni delle reti deve essere: · del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN ISO 16120-2. · Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm<sup>2</sup> ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%. · Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si fa riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2. La protezione del filo in acciaio dalla corrosione è affidata ad un rivestimento in materiali polimerici. Per lo spessore minimo di rivestimento si fa riferimento alla norma UNI EN 10244-2 ed alle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013. Per le caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione, la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, si può fare riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e quanto riportato nelle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013.

### 35.4 Rafforzamento corticale di pendice rocciosa ·

Rivestimento di scarpate e pareti con rete metallica Caratteristiche tecniche Rete metallica a doppia torsione, realizzata secondo le indicazioni progettuali in conformità alle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ed allegate in appendice La rete metallica sarà bloccata: · in sommità e al piede della scarpata mediante la stesura, attraverso le asole degli ancoraggi, di fune d'acciaio zincato di diametro  $f \geq 12$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 90,7 kN (riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 1) Il Reticolo di contenimento a forma romboidale, con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, deve essere realizzato con funi d'acciaio  $f \geq 16$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 161 kN e funi d'acciaio di diametro  $f \geq 12$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 90,7 kN; NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

### 35.6 Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio ·

Pannelli di rete in fune per rivestimento di pareti rocciose ·

Realizzazione di ancoraggi passivi idonei al consolidamento di volumi rocciosi con barre di acciaio classe B450C · Formazione del reticolo di contenimento Caratteristiche tecniche Il pannello di rete metallica è formato da funi realizzate con un unico trefolo di diametro  $f \geq 8,0$  mm, e carico di rottura



del trefolo <sup>3</sup> 40.6 kN , conformato in maglie romboidali o anelli di area massima 1600 cm<sup>2</sup> . (riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 1) Struttura di rinforzo costituita da reticolo di contenimento costituito da funi d'acciaio  $f \geq 16$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 161 kN. in sommità e  $f \geq 12$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 90,7 kN tutte le altre NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

### 35.7 Realizzazione del reticolo di contenimento in fune ·

Formazione del reticolo di contenimento Caratteristiche tecniche Reticolo di contenimento a forma romboidale con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, realizzato con funi d'acciaio  $f \geq 16$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 161 kN e funi d'acciaio di diametro  $f \geq 12$  mm e carico di rottura <sup>3</sup> 90,7 kN; NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

### 35.8 Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili ·

Rete con resistenza a trazione longitudinale  $50 \leq \text{kN/m} < 100$  · Rete con resistenza a trazione longitudinale  $100 \leq \text{kN/m} < 150$  Rete con resistenza a trazione longitudinale  $\text{kN/m} \geq 150$  Caratteristiche tecniche I rivestimenti delle scarpate in roccia o in terra saranno realizzati mediante rete metallica, realizzate con differenti caratteristiche costruttive e comunque tensionabili (in filo d'acciaio a singola torsione, geocomposito in filo e fune d'acciaio, ecc), posizionata in parete di qualsiasi altezza con l'ausilio di rocciatori, attrezzatura idonea e mezzi meccanici, Il cerchio inscritto nella maglia costitutiva della rete non dovrà essere maggiore di 80 mm (con una tolleranza max di + 10 mm). La rete, provvista di certificazione CE, sarà caratterizzata da una resistenza a punzonamento e deformazione massima dichiarata e documentata, testata in accordo a UNI 11437 La galvanizzazione dovrà essere in lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme alla EN 10244, con grammatura non inferiore alla classe A della EN 10244. 1.1.5.3 Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato.

### 35.9 Sistema di ancoraggi

Realizzazione di ancoraggi passivi idonei al consolidamento di volumi rocciosi con barre di acciaio classe b450c · Chiodature per ancoraggio del reticolo di contenimento · Bullonatura di consolidamento in parete a qualsiasi altezza · Formazione di ancoraggi d'attacco della barriera paramassi in pannelli di rete in fune Gli ancoraggi dovranno essere realizzati con: · barre in acciaio, con diametro  $f \geq 24$  mm secondo EN 10080, con caratteristiche non inferiori al tipo B450C. barra in acciaio con resistenza minima caratteristica allo snervamento di 500 N/mm<sup>2</sup> e a rottura di 550 N/mm<sup>2</sup> del diametro minimo di 25 mm, iniezione di sigillatura con malta cementizia dosata a 250 kg/mc di impasto e piastra di ancoraggio delle dimensioni min. di cm15x15 cm sp.1,0 cm o golfaro; · barre di acciaio tipo Diwidag pretensionate a 5 tonn. min, di diametro compreso tra Ø=24 mm e Ø=28 mm, dotate di testa espansiva di pretensionamento, iniezione cementizia o con resina bicomponente, piastre di bloccaggio, dado e quant'altro occorra per dare il lavoro finito;

Opere accessorie di difesa del corpo stradale -· doppia fune spiroidale in fili d'acciaio marcata CE, galvanizzati con Zinco secondo la Classe A in conformità a UNI EN 10244-2, formante sull'estremo esterno un asola, diametro  $f \geq 16$  mm e carico di rottura a trazione assiale d'ancoraggio <sup>3</sup> 400 kN, (riferimenti tecnici e normativi vedi Appendice p.to 4) La scelta della tipologia e il dimensionamento degli ancoraggi e delle eventuali funi costituenti il reticolo di contenimento, dovrà essere oggetto di studio dettagliato in rapporto alla situazione sito specifica e documentato in una relazione tecnica. La realizzazione e l'installazione degli ancoraggi e funi d'acciaio, può comprendere anche l'inserimento di piastre di ripartizione. Per tutte le lavorazioni può essere concesso l'utilizzo di elicottero.