



# Provincia di Chieti

## Settore Lavori Pubblici

PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI SISTEMAZIONE STRADA PROVINCIALE S.S. 650  
FONDO VALLE TRIGNO SCHIAVI D'ABRUZZO

III° Lotto Funzionale

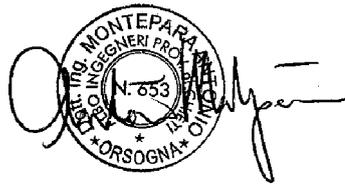
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
NORME TECNICHE

**STUDIO MONTEPARA**  
INGEGNERIA CIVILE

SEDE LEGALE  
Via V. Simeoni n° 12  
66036 Orsogna (CH)  
Tel. 0871/869652  
E-mail:  
Info@studiomontepara.it

SEDE OPERATIVA  
Via Farini n° 80  
43100 Parma  
Tel. e Fax 0521/905904

Il Progettista  
Prof. Ing. Antonio Montepara



ALLEGATO

2.2

Questo elaborato non può essere riprodotto né integralmente, né in parte per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Responsabile Unico del Procedimento

SCALA :

DATA : 25/06/2010

127 E A I A 02.02 R0

Topografia:

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
REVO					
REV1					
REV2					

## INDICE

ART. 1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	3
ART. 2 PROVE DEI MATERIALI	7
ART. 3 FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE	10
ART. 4 RILEVATI CON MATERIALI RICICLATI	34
ART. 5 DEMOLIZIONI	39
ART. 6 MALTE	40
ART. 7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI	40
ART. 8 COSTRUZIONE DEI VOLTI	49
ART. 9 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI, PEZZI SPECIALI,	50
ART. 10 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE	51
ART. 12 MURATURE DI MATTONI	52
ART. 13 INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO	52
ART. 14 IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DEI VOLTI DELLE GALLERIE	53
ART. 15 CAPPE SUI VOLTI	55
ART. 16 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.	55
ART. 17 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI	55
ART. 18 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI	58
ART. 20 DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	68
ART. 21 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	69
ART. 22 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE	69
ART. 23 SOVRASTRUTTURA STRADALE	70
ART. 24 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	85
ART. 25 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI	85
ART. 26 SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE	87
ART. 27 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE E OPERE IN VERDE	87
ART. 28 MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CALCESTRUZZO AUTOBLOCCANTI	98
ART. 29 DRENAGGI	98
ART. 30 GABBIONATE	99
ART. 31 STRUTTURE IN TERRA RINFORZATA CON RETE METALLICA	99
ART. 32 BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI	100
ART. 33 SEGNALETICA	102
Art. 34 IMPIANTI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE	106
ART. 35 MISURAZIONE DEI LAVORI	115
ART. 36 SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI	115
ART. 37 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	117
ART. 39 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE	119
ART. 40 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI	120
ART. 44 SOVRASTRUTTURA STRADALE	123
ART. 45 DRENAGGI	124
ART. 46 VESPAI A TERGO DELLE MURATURE, CORDONATE IN CONGLOMERATO	124
ART. 47 CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	125
ART.49 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE	125
ART. 50 SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE	126
ART. 51 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE	126
ART. 52 TELO "GEOTESSILE" PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E DRENAGGI	127
ART. 53 GABBIONATE	127
ART. 54 BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO, PARAPETTI METALLICI	127
ART. 55 SEGNALETICA	127

**CAPO I - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI MODO  
DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI  
LAVORO A MISURA ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO  
DEI LAVORI**

## **ART. 1**

### **QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

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

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000.

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

I materiali provverranno 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.

#### **a) Acqua.**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 9 gennaio 1996 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### **b) Leganti idraulici.**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 9 gennaio 1996, 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 lettere A., B. e 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 lettere D. ed E. della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da :

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

#### **c) Calci aeree - Pozzolane.**

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

#### **d) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 9 gennaio 1996 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc...).

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

**e) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.**

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

**f) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

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

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

**g) Cubetti di pietra.**

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

**h) Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.**

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

**i) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni.**

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

**l) 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.

**m) 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.

**n) Pietre da taglio.**

Dovranno provenire 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.

**o) Tufi.**

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

**p) Materiali laterizi.**

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

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

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

**q) 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.

**r) Materiali ferrosi.**

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

In particolare essi si distinguono in :

1. acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica : dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 9 gennaio 1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
2. lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. : dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
3. acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 9 gennaio 1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

**s) Legnami.**

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

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

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

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

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

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

**t) Bitumi - Emulsioni bituminose.**

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

**u) Bitumi liquidi o flussati.**

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

**v) Polveri di roccia asfaltica**

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

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

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

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

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

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

#### w) Olii asfaltici

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

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

- 1) *olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi*: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30  $\pm$  45°C;
- 2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55  $\pm$  70°C;
- 3) *olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35  $\pm$  50°C;
- 4) *olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55  $\pm$  70°C.

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

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

#### x) Materiali per opere in verde.

- 1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
- 2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.
- 3) *Materiale vivaistico*: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivaisti di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
- 4) *Semi*: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

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

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

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

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non

saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

- 6) *Paletti di castagno per ancoraggio vimate*: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.
- 7) *Verghe di salice*: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,50.
- 8) *Talee di salice*: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2.

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

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

y) **Teli di "geotessile"**.

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive :
  - 1) con fibre a filo continuo;
  - 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
  - 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

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

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a  $300 \text{ N} / 5\text{cm}^1$ , con allungamento a rottura compreso fra il 10 % e il 25 %. Qualora nei tratti in trincea o in rilevato il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati (anche di pavimentazione), la Direzione dei Lavori potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a  $600 \text{ N} / 5 \text{ cm}$ ,  $1200 \text{ N} / 5 \text{ cm}$  ovvero a  $1500 \text{ N}/5\text{cm}$ , 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.

## ART. 2 PROVE DEI MATERIALI

a) **Certificato di qualità.**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati dal Laboratorio Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma o da altro Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i

---

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

valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, ed avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

#### **b) Accertamenti preventivi.**

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

- 1.000 mc per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 mc per i conglomerati cementizi,
- 50 t per i cementi e le calci,
- 5.000 m per le barriere,

Il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, nell'eventualità che le caratteristiche di qualità non corrispondano a quanto previsto nel presente Capitolato, ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità. Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

#### **c) Prove di controllo in fase esecutiva.**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, per le prove e gli esami dei materiali impiegati e da impiegare, disposti dalla Direzione Lavori e dall'organo di collaudo per l'invio dei campioni ai Laboratori ufficiali prescelti dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, di norma, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo in accordo con la Direzione dei Lavori, previa apposizione 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 dal Laboratorio saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

L'onere di tali prove rimane a carico dell'Amministrazione mentre eventuali ulteriori prove ritenute necessarie dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore, ai sensi dell'art. 15 comma 8 del D.M. 145/2000 saranno a carico dell'Appaltatore.

Le prove di verifica della natura e delle qualità dei materiali utilizzati saranno in numero e tipologia rispondenti a seguenti criteri :

#### **calcestruzzi, murature, acciaio per carpenteria, armatura lenta e armatura precompressa**

si farà riferimento alla Normativa Vigente in materia

#### **piani di posa di rilevati e trincee**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione :

- per altezze di rilevato finito inferiori ad 1.00 metro : una prova di carico su piastra ( $\Phi$  30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 1.500 mq

- per altezze di rilevato finito comprese fra 1.00 e 2.00 metri : una prova di carico su piastra ( $\Phi$  30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 2.000 mq
- per altezze di rilevato finito superiori a 2.00 metri : una prova di carico su piastra ( $\Phi$  30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 3.000 mq

#### **materiali costituenti il corpo del rilevato**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione sul complesso del materiale di formazione del rilevato :

- analisi granulometrica : ogni 20.000 mc
- determinazione del contenuto in acqua : ogni 20.000 mc
- determinazione del Limite Liquido L.L. e dell'Indice di Plasticità I.P. : ogni 40.000 mc

Oltre a tali prove, verranno effettuati i seguenti ulteriori controlli :

#### **corpo del rilevato**

- determinazione della densità massima AASHO modificata, secondo i seguenti criteri :  
una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 10.000 mc per i successivi metri cubi
- determinazione della densità in sito secondo i seguenti criteri :  
una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 5.000 mc per i successivi metri cubi

#### **ultimo strato di 30 centimetri (piano di posa della fondazione stradale)**

- determinazione della densità massima AASHO modificata, secondo i seguenti criteri :  
una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.500 mc per i successivi metri cubi
- determinazione della densità in sito secondo i seguenti criteri :  
una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 1.000 mc per i successivi metri cubi
- prova di carico con piastra : una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.000 mc per i successivi metri cubi

#### **fondazione stradale in materiale arido stabilizzato**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

- analisi granulometrica : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della densità in sito : ogni 5.000 mq di stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 5.000 mq di stesa

#### **fondazione stradale in misto cementato**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale :

- analisi granulometrica : ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- prova di carico con piastra : una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata
- determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
- determinazione della resistenza a trazione indiretta (brasiliiana) della miscela a 7 giorni di maturazione : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

#### **conglomerati bituminosi**

Si effettueranno le seguenti prove in corso d'opera

- nr. 4 provini per rottura Marshall

- nr. 2 provini per determinazione del peso di volume
- nr. 1 estrazione di bitume e analisi granulometrica
- nr. 2 carote da 100 mm per G. A.
- nr. 1 definizione del punto di rammollimento
- nr. 1 prova di penetrazione
- nr. 1 prova di viscosità
- nr. 1 prova Los Angeles (solamente per strati di base e di collegamento)
- nr. 1 prova di fragilità (solamente per strati di usura)
- nr. 1 prova di recupero del legante dopo l'estrazione (solamente per strati di usura)

Tali prove devono essere condotte :

- per lo strato di base : ogni 5.000 metri quadrati finiti
- per lo strato di collegamento (binder) : ogni 5.000 metri quadrati finiti
- per lo strato di usura : ogni 5.000 metri quadrati finiti

### **ART. 3**

## **FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE**

#### **a) Generalità e definizioni**

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.

Tenuto conto delle possibilità offerte dalle tecniche di trattamento delle terre, sono da impiegare fino ad esaurimento, i materiali estratti da scavi di ogni genere, per la formazione dei rilevati o per altre sistemazioni territoriali connesse all'infrastruttura, purché essi risultino idonei all'impiego previsto, o siano resi tali. Nei casi di scavi in roccia lapidea, il materiale estratto deve essere utilizzato in ordine di graduatoria per la formazione di murature in pietrame, per l'apprestamento (attraverso frantumazione e vagliatura) di inerti per il confezionamento di calcestruzzi, per la produzione di materiale di riempimento di dreni; per la parte residua potrà essere destinato alla formazione di rilevati, eventualmente a seguito di idoneo trattamento. I materiali provenienti dagli scavi non risultati idonei alla formazione dei rilevati, o alle altre categorie di lavoro previste, sono collocati in siti di deposito; di contro, quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito. È a carico dell'appaltatore l'elaborazione del piano dei movimenti terra, in cui devono essere individuate le aree di prelievo di materiale nelle zone in cui si eseguono le opere oggetto del progetto, le cave di prestito, i siti di deposito e le eventuali strade di accesso. Qualora, per qualsiasi motivo, il piano dei movimenti di terra dovesse variare in corso di esecuzione, le nuove aree necessarie per le vie d'accesso e per la coltivazione di cave di prestito non previste, e/o per siti di deposito, debbono essere reperite e predisposte dall'Appaltatore, senza oneri per la Stazione appaltante. Resta a carico dello stesso Appaltatore, in tal caso, l'acquisizione delle necessarie corrispondenti autorizzazioni, secondo le vigenti leggi nazionali e regionali ed i regolamenti locali per il settore. In tutti i casi i costi connessi all'apertura, alla coltivazione ed al ripristino ambientale delle cave ricadono a carico dell'Appaltatore, rimanendo lo stesso responsabile di ogni eventuale danno a persone e cose connesso alla coltivazione delle cave ed alla fornitura dei materiali.

#### **b) Materiali per la formazione del corpo stradale e loro qualificazione**

1) 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. 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. Essi sono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre", sintetizzata in Tabella 1.

Tabella 1												
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose						Terre limo-argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6
Analisi granulometrica												
Frazione passante allo Staccio												
2 UNI2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10
											(P≤1L:3)	(P>1L:3)
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	

L'impresa deve procedere a qualificare preventivamente, per ogni zona di provenienza, tutte le terre che intende impiegare, siano esse provenienti dagli scavi o da cave di prestito, attraverso una campagna di indagine, corredata da prove di laboratorio. I tempi e le modalità di esecuzione della campagna di indagine devono comunque essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori

I materiali che l'impresa può impiegare sono solo quelli accettati dalla Direzione Lavori sulla base dei risultati della qualificazione dei materiali.

Qualora la Direzione Lavori abbia a suo insindacabile giudizio rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa ha l'obbligo di sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche richieste facendosi carico di allontanare immediatamente dal cantiere i materiali rifiutati.

L'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. Nella formazione dei rilevati possono essere utilizzati tal quali i materiali sciolti dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 e, quindi, A2-6 ed A2-7. Per le terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6 ed A7 si deve valutare se adoperarle con le cautele appresso descritte, se prevederne un trattamento ovvero, nel caso in cui provengano dagli scavi, se portarle a rifiuto.

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 vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo. È ammesso un contenuto di sostanze organiche di origine vegetale, purché inferiore al 2% in massa; tale limite diventa del 4% nel caso di materiali per strati di rilevato posti a più di 2 m al di sotto del piano di posa della pavimentazione (vedi articoli sulla stabilizzazione a calce)

GRUPPO A<sub>1</sub> - Appartengono a questo gruppo i materiali rocciosi non evolutivi e le terre granulari, generalmente di più o meno grossa pezzatura, pressoché insensibili all'azione dell'acqua e del gelo, che sotto il profilo dei movimenti di terra possono dar luogo ad un ampio spettro di comportamenti, in relazione:

- al contenuto di fino (frazione minore di 0,075 mm);
- all'assortimento granulometrico;
- alla presenza di elementi di grossa pezzatura.

Nel prevederne l'impiego occorre considerare che le ghiaie e le sabbie alluvionali con poco fino (meno del 5%), permeabili e prive di coesione, dopo costipamento risultano tanto più soggette all'erosione dell'acqua meteorica quanto più l'assortimento granulometrico è mal graduato. Per evitare che possano prodursi danni, l'Impresa deve rigorosamente procedere al rivestimento con terra vegetale delle scarpate man mano che cresce l'altezza del rilevato; la semina per l'inerbimento, ugualmente, deve essere effettuata il più rapidamente possibile.

I detriti di falda, le rocce alterate, i depositi morenici ed anche le alluvioni eterogenee con un contenuto di fino compreso tra il 10 ed il 15% danno luogo a strati molto compatti e difficilmente erodibili; richiedono, tuttavia, un attento controllo dell'umidità di costipamento al fine di attingere valori elevati di portanza.

I materiali con elementi superiori a D=50mm e, in particolare, quelli provenienti da scavi in roccia (dura e tenace) richiedono cautele e particolari provvedimenti per quel che riguarda la stesa in strati di spessore regolare ed il costipamento.

I provvedimenti da adottarsi consistono nelle seguenti operazioni:

- scarto degli elementi di dimensioni maggiori di D=500 mm;
- correzione granulometrica (per frantumazione e/o aggiunta di pezzature in difetto).

Nella redazione del piano dei movimenti di terra, di norma si riservano le terre del sottogruppo A<sub>1-a</sub>, specialmente se di granulometria ben assortita, ai manufatti in terra che richiedono più elevate proprietà meccaniche e/o agli strati di sottofondo.

GRUPPO A<sub>3</sub> - Le sabbie di questo gruppo, specialmente quando presentano una frazione ghiaiosa (>2mm) modesta, si prestano male al costipamento ed alla circolazione dei mezzi di cantiere, per mancanza di coesione e di portanza. Di norma l'impiego senza particolari accorgimenti è limitato alla realizzazione di bonifiche dei piani di posa dei rilevati e di strati anticapillari; per il corpo dei rilevati occorre impiegare terre A<sub>3</sub> con un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) non inferiore a 7.

Per le sabbie a granulometria uniforme deve prevedersi, invece, o un trattamento con cemento, o una correzione granulometrica, ovvero entrambi i provvedimenti.

SOTTOGRUPPI A<sub>2.4</sub> E A<sub>2.5</sub> - Le ghiaie e le sabbie limose a bassa plasticità di questi due sottogruppi sono convenientemente adoperate per la costruzione dei rilevati, peraltro senza difficoltà di esecuzione: la bassa plasticità (IP < 10) e la frazione fine non eccessiva (< 35%) permettono, infatti, di modificare facilmente il loro contenuto d'acqua. Generalmente presentano bassa permeabilità e modesta risalita capillare: perciò non richiedono particolari provvedimenti per proteggere dal gelo lo strato di sottofondo (o sottofondazione) e la soprastante pavimentazione.

Tenuto conto della sensibilità all'umidità di costipamento e dei rapidi cambiamenti di consistenza della frazione fine al variare del contenuto d'acqua, i lavori vanno immediatamente sospesi quando l'umidità naturale superi significativamente quella ottimale di costipamento e quando le condizioni atmosferiche portino ad un incremento del contenuto d'acqua.

Per tali terre, pertanto l'Impresa, è tenuta ad adottare programmi operativi che permettono di contenere i periodi di sospensione dei lavori, procedendo:

- all'estrazione per strati suborizzontali, allorché si vogliono favorire le variazioni di umidità;
- all'estrazione frontale, nel caso contrario.

Quando la frazione fine non supera il 12 % e se non sono presenti elementi di grossa pezzatura (D > 71 mm) queste terre non presentano particolari problemi di costipamento.

SOTTOGRUPPI A<sub>2.6</sub> E A<sub>2.7</sub> - Le ghiaie e le sabbie argillose di questi sottogruppi sono, di norma, convenientemente utilizzate per la formazione dei rilevati, specialmente se presentano un indice di gruppo IG=0. Il loro comportamento, tuttavia, è molto influenzato dalla quantità e dalla natura della frazione argillosa presente. Portanza e caratteristiche meccaniche attingono valori intermedi tra quelle delle ghiaie e delle sabbie che costituiscono l'ossatura litica del materiale e quelle delle argille che costituiscono la frazione fine. Poste in opera, esse presentano da media a bassa permeabilità ed altezza di risalita capillare che determina elevato rischio di formazione di lenti di ghiaccio per azione del gelo. Per questo motivo, in presenza di falda superficiale e di prolungata durata di condizioni climatiche di bassa temperatura, il loro impiego deve essere evitato nella formazione di strati di sottofondo e limitato agli strati posti al di sotto di 2,00 m dal piano di posa della pavimentazione stradale, previa predisposizione, a quota inferiore, di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

L'energia e l'umidità di costipamento delle terre dei sottogruppi in esame debbono essere costantemente controllate; quando il contenuto d'acqua risulta prossimo o supera il limite di plasticità della frazione fine si rischia, infatti, di provocare instabilità e cadute di portanza per sovracostipamento del materiale. Se lo stato delle terre e le condizioni

ambientali non obbligano alla sospensione dei lavori, è opportuno adottare basse energie di costipamento, operando su strati di modesto spessore.

GRUPPI A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub> E A<sub>7</sub> - Appartengono a questi gruppi i terreni limosi poco plastici e compressibili, i limi molto compressibili contenenti quantità variabili di sabbia e ghiaia (gruppi A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>) e i terreni argillosi (gruppi A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>). Le terre di questi gruppi possono essere impiegati solo dopo un opportuno trattamento (ad esempio a calce o a cemento) finalizzato a ricondurre le proprietà fisico-chimiche e meccaniche entro i limiti di garanzia delle prestazioni, nel volgere della vita economica dell'opera.

Per l'impiego di terre di questi gruppi occorre considerare che l'eventuale presenza di ciottoli ed elementi di grossa pezzatura può impedire l'azione dei mezzi di miscelazione e quindi renderne impossibile la stabilizzazione con calce e/o cemento.

## 2) 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 specificazioni 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.

Dopo che la Direzione Lavori abbia espresso il proprio benestare, il materiale o prodotto alternativo può essere impiegato nei lavori, fermo restando che l'Impresa resta responsabile, a tutti gli effetti, della rispondenza alle specifiche norme contrattuali ed ai controlli prestazionali richiesti per il prodotto.

## c) Pianificazione dei lavori

### 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 materiale un'indagine che indichi le modalità di esecuzione dei lavori, le tipologie dei materiali da impiegare e le loro modalità di messa in opera basata su sperimentazione in laboratorio e/o prove in vera grandezza.

Nel caso di cave di prestito messe a disposizione dalla Stazione appaltante, le aree da cui debbono prelevarsi i materiali sono consegnate all'Appaltatore in occasione della consegna dei lavori (ovvero di verbale parziale, se è disposta una consegna frazionata). Per l'occasione possono essere specificate le particolari modalità previste in progetto e che l'Impresa deve rispettare in ordine:

- ad eventuali condizioni particolari di prelievo del materiale (estrazione in acqua, a strati suborizzontali o frontali, uso o meno di mine);
- alla regolamentazione in materia d'ambiente, d'inquinamento atmosferico ed acustico, di sicurezza dell'esercizio;
- alle condizioni di stoccaggio del materiale cavato;
- alle opere provvisorie e finalizzate al deflusso delle acque;
- alle vie di accesso (viabilità interessata e piste di servizio);
- al ripristino dei luoghi dopo l'esercizio (ricucitura vegetazionale e modellazione morfologica, ripristini di pavimentazioni, ecc.).

Nel caso di cave di prestito proposte dall'Appaltatore, la soluzione deve essere da questo sottoposta all'approvazione del Direttore dei Lavori, provvedendo a corredare la richiesta di:

- indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego
- valutazione delle cubature estraibili;
- modalità di esercizio come sopra specificato;
- benestare del proprietario del suolo allo sfruttamento.

In entrambi i casi, l'Appaltatore è tenuto a provvedere, a sua cura e spese, alle necessarie autorizzazioni previste dalle norme, dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia (se non implicite nell'approvazione del progetto), rimanendo responsabile di ogni eventuale danno a persone o cose connesso alla coltivazione delle cave ed alla fornitura dei materiali.

In carenza di atti formali di autorizzazione allo sfruttamento non può essere iniziato alcun prelievo di materiale dalle cave di prestito.

### 2) Discariche e luoghi di deposito

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e 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, rinterrati, 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, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei lavori in relazione al loro rischio ambientale.

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.

### *3) 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, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, 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;
- 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.

Si osserva che la suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle norme UNI EN serie 9000. 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.

#### **d) Esecuzione dei lavori**

##### *Tracciamenti*

Tutte le quote debbono essere riferite a capisaldi inamovibili, facilmente individuabili ed accessibili: le relative monografie ne individuano le coordinate plano-altimetriche. Esse sono redatte dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori e sono allegate al verbale di consegna dei lavori. L'Appaltatore rimane responsabile della loro conservazione fino al collaudo.

Prima di porre mano ai lavori di movimento di materie, l'Impresa è obbligata ad eseguire, in contraddittorio con la Direzione Lavori, la picchettazione completa del solido stradale, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza della piattaforma stradale e dei margini esterni nonché alla configurazione delle scarpate. In questa fase si deve verificare la rispondenza degli elaborati grafici progettuali (piani quotati o a curve di livello, profili e sezioni trasversali) all'effettiva topografia dei luoghi, procedendo, in caso di discordanza, all'integrazione dei dati progettuali, secondo tempi e modalità previste dall'art. 131 del DPR 554/99. I disegni variati, sottoscritti dalla Direzione Lavori, saranno da questa trasmessi alla Stazione Appaltante insieme al proprio parere sui provvedimenti conseguenti.

L'Appaltatore è tenuto, altresì, ad installare, nei tratti indicati dalla Direzione Lavori, le modine necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e ricollocando quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa deve procedere al loro tracciamento, con l'obbligo della conservazione dei picchetti e, eventualmente, delle modine, come per le opere in terra.

#### **e) 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 (ivi 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.

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.

##### *2) Smacchiamento generale*

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 diffonità 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 assentite: 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 (spartitraffici centrali e laterali, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

I depositi provvisori di terra vegetale vanno sistemati come alla voce "pianificazione dei lavori – discariche e luoghi di deposito".

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 rammolimenti 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 del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature generalmente previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splatemento 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, fossi di guardia e canali;
- gli allargamenti di trincee ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti, per l'inserimento di opere di sostegno o 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 splatementi 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 deve 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 è fissato (da progetto o, in diffonità, 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.

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.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire quanto già realizzato, di avviare l'esecuzione delle murature o dei getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

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 gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

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 e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori. Analogamente, l'Impresa deve adempiere agli obblighi previsti dalle vigenti leggi (Legge 10.05.1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico, nonché all'eventuale trattamento delle acque.

#### *6) Scavi subacquei*

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.

#### *7) 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, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni sono portati a rifiuto solo se ciò è previsto in progetto, ovvero se ritenuti non idonei all'impiego da parte della Direzione Lavori. In caso di idoneità sono conferiti agli impianti di trattamento.

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.

#### *8) 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. In quest'ultimo caso l'Impresa è tenuta ad osservare tutte le prescrizioni imposte dalle leggi e dalle normative vigenti in materia e a munirsi dei necessari permessi rilasciati dalle competenti Autorità, nonché ad adottare tutte le cautele richieste, restando responsabile in tutto per eventuali danni a persone e cose.

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.

Nel caso in cui le cautele sopracitate non fossero ritenute dall'Autorità di tutela sufficienti l'Impresa deve eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici o altre apparecchiature non invasivi per l'ambiente, in relazione alla sensibilità dei siti ed ai tempi in cui debbono svolgersi le lavorazioni. Qualora il procedimento di scavo faccia uso di tecnologie diverse dalle previsioni progettuali, si procederà ad un conguaglio del compenso in base ai prezzi di elenco.

#### *9) 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, senza nulla pretendere per eventuali maggiori impegni organizzativi e distanze del trasporto all'interno del cantiere; in particolare deve aver cura che le materie di scavo riutilizzabili possano essere impiegate immediatamente, senza far ricorso a depositi provvisori.

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.

Inoltre, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi, 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.

#### **f) Rilevati**

Nel presente articolo, oltre alla costruzione del corpo stradale in rilevato, ivi compreso lo strato superiore costituente il sottofondo, si considerano tutte le lavorazioni che comportano riporto di materiali, quali le opere di presidio ed i riempimenti dei cavi. Vengono comprese, altresì, la bonifica del piano di posa dei rilevati e quella del sottofondo della pavimentazione nei tratti di trincea (ove occorra). Appartiene al corpo del rilevato stradale lo strato superiore dello stesso (rilevato migliorato), costituente il sottofondo della pavimentazione, nei limiti di spessore in cui risultano sensibili gli incrementi di sollecitazione indotti dai carichi stradali.

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,
- sottofondi,
- strati in terre stabilizzate a calce e/o con leganti idraulici,
- massicci in terra rinforzata,
- strati con materiali riciclati.

#### **g) Piano di 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, 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 banche eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si deve curare, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le banche debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente 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 deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale che 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, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione, 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 sottoporre alla Direzione Lavori un piano per il loro controllo e monitoraggio dell'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) Bonifica

Una volta asportato lo strato di terra vegetale, se il terreno di impianto risulta appartenente ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ed A<sub>3</sub> della classifica CNR-UNI 10006/1963, la preparazione del piano di posa consiste, oltre che nella sua profilatura secondo la geometria di progetto nella compattazione fino a raggiungere, su uno spessore non inferiore a cm 30, una densità secca almeno pari al 90 % di quella massima determinata in laboratorio secondo la prova AASHO Modificata.

Quando i terreni rinvenuti sono di natura limo-argillosa è necessario provvedere ad una adeguata bonifica del sottofondo secondo le modalità di seguito indicate per la stabilizzazione a calce

### 4) Requisiti di portanza

In ogni caso il terreno naturale in sito, dopo lo scoticamento e l'eventuale operazione di bonifica, deve essere regolarizzato e compattato, fino a raggiungere la densità richiesta.

La verifica della portanza deve essere effettuata tramite Prova di carico su piastra a doppio ciclo con misurazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$ , determinati con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n. 146 del 14.12.1992 - Norme svizzere VSS-SNV 670317); i valori accettabili sono i seguenti:

-  $M_d > 15 \text{ N/mm}^2$  e  $M_d/M_d' > 0.6$  per piani di posa con rilevati di altezza superiore a un metro, nel ciclo di carico compreso tra  $0,05 \text{ N/mm}^2$  e  $0,15 \text{ N/mm}^2$

-  $M_d > 20 \text{ N/mm}^2$  e  $M_d/M_d' > 0.6$  per piani di posa con rilevati di altezza inferiore a un metro e per strati costituenti il corpo del rilevato, con esclusione degli ultimi 30 cm, nel ciclo di carico compreso tra  $0,05 \text{ N/mm}^2$  e  $0,15 \text{ N/mm}^2$

-  $M_d > 50 \text{ N/mm}^2$  e  $M_d/M_d' > 0.6$  per l'ultimo strato del corpo del rilevato, per strati di sottofondo e per piani di posa della sovrastruttura in trincea, nel ciclo di carico compreso tra  $0,15 \text{ N/mm}^2$  e  $0,25 \text{ N/mm}^2$

-  $M_d > 80 \text{ N/mm}^2$  e  $M_d/M_d' > 0.6$  per strati di base della sovrastruttura stradale, nel ciclo di carico compreso tra  $0,25 \text{ N/mm}^2$  e  $0,35 \text{ N/mm}^2$

Per profondità intermedie si adottano valori linearmente interpolati. Le caratteristiche di deformabilità del piano di posa del rilevato devono essere accertate in modo continuo ed attraverso mezzi e modalità rappresentative, anche a lungo termine, dei comportamenti nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.). Laddove la natura e lo stato dei terreni d'impianto ponessero problemi di trafficabilità e/o rendessero inefficace il costipamento, così da non poter raggiungere i valori di modulo sopra indicati, deve essere prevista la bonifica del piano di posa del rilevato, ad esempio mediante trattamento con calce.

### h) Strati anti-capillari

Qualora sia prevista in progetto, ovvero sia ritenuto necessario da quanto emerge all'atto esecutivo (in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche e topografiche dei terreni di impianto, alla posizione della falda ed alla natura dei materiali costituenti il corpo del rilevato) l'Impresa è tenuta a realizzare (anche in variante al progetto, nei limiti della discrezionalità che la Stazione appaltante si riserva) sistemazioni particolari del piano di posa del rilevato che prevedano

la posa in opera di uno strato granulare con funzione anticapillare, protetto da un geotessile con funzione anticontaminante.

### 1) Strati in terre naturali

L'eventuale strato anticapillare, 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.

Per le modalità di costipamento ed i requisiti di portanza si rinvia a quanto precedentemente prescritto per il piano di posa del rilevato.

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.

Lo strato può essere realizzato con il ballast ferroviario disponibile all'interno dell'area di cantiere.

### 2) Geotessili

In alternativa ovvero 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 deve rispondere ai requisiti minimi riportati in Tabella 2:

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 8279/Parte 1.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero dei LL.PP. 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.

<b>Tabella 2</b>			
Parametro	Normativa	Unità di Misura	Valore
Peso	UNI 5114	g/m <sup>2</sup>	Secondo Progetto
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639	kN/m	18
Allungamento, in %	UNI 8639	%	60
Lacerazione, in N	UNI 8279/9	kN/m	0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279/14	KN	3
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13	cm/s	0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.		µm	< 100

## **i) 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 alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere scaricato 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 sovrapporre 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 è contrapposta ai 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 par. 1.3.

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 500 mm; 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.

Per quanto riguarda l'attitudine dei mezzi di costipamento in relazione alla natura dei materiali da impiegarsi occorre considerare che:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti;
- i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile correggere la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (A1, A2 e A3) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;
- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.
- La produzione delle macchine di costipamento 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.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (CNR 69/78).

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) ovvero deve sospendere i lavori (in condizioni climatiche sfavorevoli) 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 in questi casi desistere dall'utilizzo di tali materiali.

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.

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 1.4.3.5 "Controlli e specifiche prestazionali per rilevati e sottofondi". 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), scelti 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 prevede 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 ricarica, 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.

## 1) Sottofondo

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico stradale e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione.

Il sottofondo deve possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata regolarità della superficie finita per coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con la necessità di disporre di un piano superiore di posa della pavimentazione ben profilato e sostanzialmente omogeneo;
- portanza sufficiente a garantire, in ogni suo punto (omogeneizzazione della portanza), i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la sovrastruttura, tutto ciò per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore.
- Al sottofondo si richiede inoltre di proteggere
- in fase di costruzione gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia;
- durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di materiale fino inquinante (tale funzione può essere assegnata ad uno specifico strato in sabbia o ad un geotessile non tessuto).

Lo spessore totale dello strato di sottofondo che, a seconda dei casi è realizzato con la stesa ed il costipamento di uno o più strati, dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto ed a quella prevista in progetto per il piano di posa della sovrastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tener conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione (derivanti dalla eventuale presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico di mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

### 1) Materiali costituenti

Nella costruzione dei sottofondi devono essere utilizzati:

- materiali privi di elementi aventi dimensioni maggiori di  $D = 100$  mm, in considerazione della regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione;
- materiali non legati e terre granulari, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente con elementi a spigoli vivi, con poco fino (passante allo 0,75 mm minore del 12%) e non plastiche ( $IP < 6$ ) in grado di conferire agli strati finiti elevate proprietà meccaniche e buona impermeabilità;
- tout-venant di cava e misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A1-a della classificazione CNR-UNI 10006;
- Possono, altresì, essere impiegate:
- terre con indice di gruppo  $IG = 0$ , anche senza trattamento con legante, purché prive di elementi maggiori di  $D > 100$  mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati;
- terre stabilizzate con calce e/o leganti idraulici. In questo caso si devono seguire le norme sulla stabilizzazione delle terre riportate nel seguito

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche, i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.  
Il controllo della regolarità dei piani finiti, mediante regolo di 4,00 metri comunque diretto, deve fornire scostamenti inferiori a 30 mm in qualsiasi punto.

### m) Controlli e specifiche prestazionali per rilevati e sottofondi

#### 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 4.

Destinazione	Tabella 4 Frequenza dei controlli delle forniture					
	Rilevato		Sottofondo		Massicci rinforzati	
Tipo di prova	Primi 10000 m3	Ulteriori m3	Primi 5000 m3	ulteriori m3	Primi 5000 m3	ulteriori m3
Classificazione CNR-UNI 10006/63	2.000	5.000	500	2.000	500	2.000
Umidità naturale	500	1.000	200	500	200	500
Costipamento AASHO (CNR 69/78)	5.000	10.000	1.000	5.000	1.000	5.000

#### 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.

Il controllo mediante misure di densità in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR 69/1978, la frazione di materiale trattenuta al crivello 25 UNI 2334 non supera il 35% della massa totale.

In questo caso le prove di controllo in cantiere riguardano:

- misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma CNR-UNI 10008/63;
- misure di massa volumica (densità) apparente.

Le prove di controllo della portanza sono effettuate, generalmente, mediante misure del modulo di deformazione  $M_d$ , al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di densità, si possono realizzare prove di modulo a doppio ciclo di carico, per valutare il grado di costipamento. La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni modo, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato; inoltre, essa risulta necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

In alternativa, od anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con la trave di Benkelmann (CNR 141/92) o con mezzi ad elevato rendimento (FWD o altri sistemi equivalenti).

Le misure di deflessione (anche quelle puntuali) risultano, generalmente, più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, si prestano bene se occorre determinare la distribuzione generale della portanza dei sottofondi realizzati ed il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza.

### 3) Livelli prestazionali

Nella Tabella 5 sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione e al tipo di strada.

Per gli strati di sottofondo, tenuto conto delle situazioni localmente presenti, possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nella tabella, purché già considerate nel progetto della pavimentazione e giustificate sotto il profilo tecnico-economico.

Dato che la portanza, (Md, deflessione elastica D) 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 5 si riferiscono a contenuti d'acqua compresi tutti nell'intervallo:

$$w_{opt} - 1,5\% < w < w_{opt} + 2\% \quad (w_{opt}, \text{ da prove AASHO di laboratorio})$$

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 (sia per il modulo di deformazione Md, sia per la deflessione totale D) 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, previa :

- umidificazione, nel caso in cui risulta:  $w < w_{opt} - 1,5\%$ ;
- essiccazione, se le condizioni ambientali favoriscono l'evapotraspirazione in tempi accettabili per le esigenze di cantiere.

<b>Tabella 5</b>				
<b>Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo</b>				
STRATO	Tipo di Strada (3)	Grado d'addensamento % $\gamma_s$ max di laboratorio	Modulo di deformazione Md [N/mm <sup>2</sup> ]	$\Delta h$ (4) [mm]
Sottofondo (1)	Autostrada Extraurbana principale	$\geq 95\%$ AASHO Mod	$\geq 50$	$< 2,5$
	Altro	$\geq 100\%$ AASHO St.	$\geq 40$	$< 3,0$
Rilevato (2)	Autostrada Extraurbana principale	$\geq 92\%$ AASHO Mod	$\geq 30$	$< 4,0$
	Altro	$\geq 97\%$ AASHO St.	$\geq 25$	$< 5,0$

(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;

(3) Tipi di strada secondo il Codice della Strada (Dgls. 285/92);

(4) Cedimento permanente ( $\Delta h$ ) misurato dopo passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, secondo la norma SNV 670365.

Per i materiali a granulometria grossolana, per i quali non è possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO di laboratorio, come pure nel caso in cui non sia possibile procedere a misure di modulo di deformazione Md (presenza di blocchi e/o elementi di grossa dimensione), il controllo degli strati finiti può essere effettuato in modo rapido, mediante misure del cedimento permanente ( $\Delta h$ ) prodotto dal passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, in accordo alla norma SNV 670 365.

I valori ammissibili del cedimento permanente sono riportati nella Tabella 5.

Inoltre, trattandosi di misure ad elevato rendimento, le prove con autocarro con asse di 10 t sono convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza dei sottofondi sull'intera estensione della strada, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni di mezza costa.

Le misure di cedimento permanente sono di base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione Md e, quindi, sulla scorta dei risultati del modulo, per il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza dei sottofondi.

In ogni caso, le prove di controllo sono effettuate in contraddittorio con l'Impresa, nei posti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito verbale.

#### 4) Numero di prove di controllo

Il numero delle prove per i controlli di ricezione degli strati finiti è fissato dal progettista in relazione alle caratteristiche dei materiali che si prevede di impiegare ed alla loro destinazione.

La Direzione Lavori può apportare giustificate variazioni, in più o in meno, tenendo conto, da un lato, dell'eterogeneità delle forniture e dell'esperienza acquisita per ciascuno dei materiali impiegati, dall'altro, del giudizio che può trarsi dai risultati delle misure e da come appare condotto il cantiere, particolarmente, per quanto riguarda le caratteristiche delle macchine, le condizioni di utilizzazione delle stesse ed il coordinamento tra le diverse fasi di lavoro.

I valori indicati nella Tabella 6 per il numero delle prove di controllo (misure puntuali) debbono ritenersi, pertanto, indicativi di situazioni medie presunte.

Quando il cantiere appare ben condotto il numero di prove indicato nella tabella, ai soli fini della costruzione del rilevato, può essere dimezzato.

Tabella 6	Materiali per strato di sottofondo					
	RILEVATO		SOTTOFONDO			
Prova	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>	Distanza <sup>(2)</sup> m
Densità	500 - 1000	3000 - 5000	350 - 500	1000	-	-
Modulo Md <sup>(2)</sup>	1000-1500 <sup>(1)</sup>	5000 <sup>(2)</sup>	-	-	500 - 1000	50 - 100

(1) Solo nel caso in cui non è possibile procedere al controllo mediante misure di densità

(2) Distanziamento tra le sezioni in cui ricadono i punti di misura nel profilo longitudinale

#### 5) 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 Tab. 5.

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 Md o altra grandezza).

#### 6) Tronchi omogenei

Eccetto che per le strade soggette a traffico pesante limitato (meno di 100 veicoli commerciali al giorno, per ogni corsia) e, comunque, per lavori di modesta importanza, è fatto obbligo all'Impresa di verificare le soluzioni previste in progetto per la pavimentazione stradale, tenuto conto della distribuzione della portanza dei sottofondi determinata nel corso dei controlli di ricezione.

Allo scopo, occorre sezionare la strada in tronchi omogenei (o classi) di portanza dei sottofondi. Per fare ciò, è necessario avere una chiara rappresentazione della variazione spaziale della portanza che, a seconda dei casi, può essere fornita:

- dalle misure puntuali di portanza (per tronchi stradali di modesta importanza) effettuate nel corso delle prove di controllo dei sottofondi, se in numero sufficiente;
- dalle misure di cui sopra, eventualmente integrate dalle misure di cedimento permanente realizzate con autocarro con asse di 10 t;
- dall'auscultazione in continuo dalla portanza dei sottofondi, sull'intera estesa della strada, ottenuta con mezzi ad elevato rendimento quali il FWD o altri equivalenti.

Quest'ultimo caso deve intendersi obbligatorio per la costruzione dei tronchi autostradali e di strade extraurbane principali;

Le classi di portanza omogenee sono individuate sulla base della dispersione delle misure, tramite il coefficiente di variazione ( $C_v = \sigma/m$ ).

Per i sottofondi appartenenti ad una stessa classe il coefficiente di variazione calcolato sulla base di almeno 10 misure di portanza, deve risultare inferiore a 0,50.

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

Nella configurazione e profilatura delle scarpate (di rilevato e di trincea) e nello spianamento e regolarizzazione dei piani di posa della pavimentazione o dell'eventuale bonifica di trincea, l'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione in riferimento al progetto:

- $\pm 2\%$  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 delle bonifiche di trincea;
- $\pm 10$  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 con la frequenza che la Direzione Lavori riterrà opportuna; sono ritenute di norma accettabili fino ad un 5% di misure non conformi. In ogni caso, quando le difformità siano pregiudizievoli, l'Impresa è tenuta a riprofilare le scarpate ovvero regolarizzare la superficie del terreno naturale costituente il piano di posa della pavimentazione o della sottofondazione, asportando le parti in eccesso e ricolmando quelle in difetto rispetto alle quote prescritte.

I controlli geometrici, come quelli di densità e di portanza appresso descritti, debbono essere effettuati tempestivamente, in modo tale da non ritardare la posa in opera dello strato di fondazione (o dello strato di sottofondo).

#### **n) 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.

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.

Si deve, inoltre, evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti, è fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare a suo carico tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

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.

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  $25\text{-}50\text{ kg/m}^3$  di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescrive l'esatto quantitativo di cemento, entro i suddetti limiti, in funzione della granulometria del materiale terroso impiegato.

La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

#### **o) Stabilizzazione delle terre con calce**

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.

In generale i terreni limosi-argillosi, considerati normalmente non accettabili per la costruzione dei rilevati stradali, possono, invece, essere convenientemente utilizzati se opportunamente stabilizzati con apporto di calce in polvere.

Con riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006 si prestano, in genere, al trattamento con calce le terre fini plastiche limo-argillose dei gruppi A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub> non eccessivamente plastiche, così come quelle del gruppo A<sub>5</sub>, quando di origine vulcanica od organogena. Anche ghiaie argillose, identificabili come A<sub>2-6</sub> e A<sub>2-7</sub>, possono essere convenientemente stabilizzate con calce, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI non inferiore al 35%.

Prestazioni molto soddisfacenti si ottengono, altresì, dal trattamento a calce delle vulcaniti vetrose, costituite da terre pozzolaniche ricche di silice amorfa.

In ogni caso, la terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni, tali da impedire l'azione dei mezzi di miscelazione.

L'attitudine al trattamento dei terreni, differenziata in relazione alla destinazione del materiale deve risultare da appositi studi preliminari di laboratorio attraverso i quali sono determinati anche i dosaggi di legante da adoperare ed il campo dei tenori in acqua da osservare nel costipamento delle miscele.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> la calce aerea può essere utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso, per migliorare le caratteristiche meccaniche dei materiali e renderle stabili nel tempo, occorre aggiungere, successivamente alla calce, leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici della miscela terra-calce-cemento, devono essere i medesimi richiesti per la miscela terra-calce. La stabilizzazione mista con calce e successivamente con cemento può essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità (IP > 20) se interessa acquisire la stabilità all'acqua delle miscele a breve termine (entro 30÷40 giorni dalla stabilizzazione).

### 1) Caratteristiche delle terre da stabilizzare

Le terre da stabilizzare debbono avere le seguenti caratteristiche:

*Granulometria:* Le terre dovranno rientrare normalmente nel fuso riportato nel B.U. C.N.R. n.36; saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso un adeguato studio delle miscele di laboratorio ed eventualmente un campo prova, entrambi preventivamente approvati dalla D.L.

*Indice di plasticità:* l'indice di plasticità, determinato secondo la norma CNR-UNI 10014, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione, attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

*Contenuto di sostanze organiche:* il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

*Contenuto di solfati:* il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%. In nessun caso possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

*Determinazione del consumo iniziale di calce:* il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1.5%.

*Contenuto di nitrati:* il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%

*Valore di blu di metilene (VB):* per essere accettabile una terra deve presentare un valore  $VB > 200 \text{ cm}^3$  determinato in conformità alla norma UNI 8520, parte 15<sup>a</sup>.

Il terreno, in ogni caso, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura. Qualora le terre presentino, prima della miscelazione con calce, un valore del pH inferiore a 7 (determinabile seguendo le indicazioni relative alla norma ASTM D 4972-89) il tempo necessario per la stabilizzazione subirà un notevole aumento ed occorrerà effettuare un controllo prima di procedere all'apertura al traffico. Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> della classifica CNR UNI 10006 la calce aerea verrà utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso non si otterranno effetti sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, i che potranno essere raggiunti mediante la miscelazione, successivamente alla calce, di leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici della miscela terra-acqua-calce aerea-cemento, dovranno essere i medesimi richiesti per la miscela terra-acqua-calce aerea. La miscelazione combinata calce aerea cemento potrà essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità o qualora non possa essere garantita una maturazione protetta da acque di infiltrazione nello strato per un periodo compreso tra 20÷40 giorni dalla stabilizzazione.

## 2) Cemento

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland o pozzolanici del tipo 32.5.

## 3 Acqua

L'acqua eventualmente utilizzata per conferire agli impasti terra calce il tenore di umidità ottima di costipamento, e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione degli strati compattati, deve essere: dolce, limpida, esente da impurità dannose (oli, acidi, alcali, cloruri, solfati, materie organiche) e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terra calce

## 4 Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi\*;
- calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi\*.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento. Entrambi i tipi di calce debbono rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231/39; essi, inoltre, debbono avere le caratteristiche chimiche (UNI-EN 459-2/96) e le caratteristiche granulometriche riassunte nella Tabella 7

Requisito	calce viva	calce idrata
CO <sub>2</sub>	≤ 5%	—
Titolo in ossidi liberi (CaO + MgO) <sup>1</sup>	≥ 84%	—
Tenore in MgO	≤ 10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali	—	> 85%
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	≤ 5%	≤ 5%
Umidità	—	≤ 2%
acqua legata chimicamente	≤ 2%	—
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	—
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≥ 90%	—
Passante al setaccio 0.075mm	≥ 50%	≥ 90%

## 5) Progetto delle miscele

La D.L., preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, dovrà definire il programma di indagini di laboratorio, da eseguirsi presso laboratori ufficiali, al fine di determinare la miscela più idonea, anche in funzione delle condizioni ambientali in cui si prevede che verranno eseguiti i lavori.

I materiali utilizzati e la miscela, o le miscele di progetto dovranno essere approvate dalla D.L. che potrà richiedere indagini supplementari a quelle di seguito riportate.

Il dosaggio della calce va determinato sulla sola frazione fine e riportato proporzionalmente all'intero campione

La D.L. ha inoltre la facoltà di chiedere la realizzazione di un campo prove per verificare su scala reale i dati ottenuti dall'indagine di laboratorio.

\* L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m<sup>2</sup> o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO deve essere effettuata secondo la formula  $(100 - I - 2.27 * CO_2 - X)$  dove: I è la percentuale di impurezze (SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SO<sub>3</sub>). X è la percentuale di acqua legata chimicamente.

#### 6) *Analisi delle terre*

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.

Nel caso in cui il terreno sia trattato in sito, si preleveranno campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m<sup>2</sup> e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori a 200 m secondo uno schema a maglie rappresentativo dell'area da trattare; la profondità di tali pozzetti dovrà essere almeno pari a quella del suolo da trattare.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 m<sup>3</sup>. Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata, per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

#### 7) *Indice di portanza immediata*

Si devono individuare almeno tre diverse miscele che abbiano il valore dell'indice di portanza immediata (IPI), determinato secondo la normativa NF P 94-078, superiore a 10. Le miscele devono avere un tenore di calce crescente, a partire dal C.I.C. aumentato dello 0.5%, e umidità pari all'ottimo oppure pari al valore  $w_n$  previsto al momento della lavorazione.

Sulle miscele individuate secondo quanto indicato al punto precedente si deve determinare il rigonfiamento e il valore dell'indice CBR secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2. 1, , compattati secondo la normativa AASHTO Mod. T 99 (Proctor standard) e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  (postsaturazione).

#### 8) *Indice CBR*

Nel caso di stabilizzazione calce/cemento si valuteranno inoltre, per le diverse percentuali di calce, almeno tre miscele con tenori variabili di cemento (superiori comunque al 4%).

Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:

- piani di posa dei rilevati: C.B.R. > 30 e rigonfiamento < 1.5%
- rilevati e sottofondazioni: C.B.R. > 50 e rigonfiamento < 1.0%
- fondazioni e basi: C.B.R. > 70 e rigonfiamento < 1.0%

Si richiede, inoltre, per le miscele impiegate in strati di fondazione o in strati di base, l'esecuzione di prove CBR dopo 28 gg di maturazione a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  e U. R. > 95% e poi saturati per 7 gg in acqua a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ . Si riterranno idonee le miscele che presentano indice C.B.R. > 90 e rigonfiamento < 0.5 %

#### 9) *Rc a ELL*

Parallelamente alle predette prove CBR sulle stesse miscele si deve procedere alla determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, da eseguirsi su provini confezionati in stampi del tipo C.B.R. (B.U. CNR N.29) compattati secondo AASHTO Mod.T 99 (Proctor standard), avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  e U.R. > 95%. Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano una resistenza a compressione:

- piani di posa dei rilevati:  $R_c \geq 0.8$  MPa
- rilevati e sottofondazioni:  $R_c \geq 1.0$  MPa
- fondazioni e basi:  $R_c \geq 1.2$  MPa

Si richiedono, inoltre, per le miscele impiegate in strati di fondazione o in strati di base, prove di compressione ad espansione laterale libera da eseguirsi su provini confezionati in stampi del tipo C.B.R. (B.U. CNR N.29) compattati secondo AASHTO Mod.T 99 (Proctor standard), avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 28 giorni in aria a  $20^\circ \pm 1^\circ\text{C}$  e U.R. > 95%. Si riterranno idonee le miscele che presentano una resistenza a compressione  $R_c > 1.5$  Mpa

### **p) Modalità di esecuzione dei lavori**

#### 1) *Macchinari*

La scarificazione, la polverizzazione e la miscelazione della terra con la calce e l'acqua dovranno essere fatti con idonei macchinari(ad es. pulvimixer), o in idonei impianti (centrali di miscelazione), atti a lavorare uniformemente il materiale.

La potenza delle macchine dovrà essere adeguata agli spessori degli strati da trattare e compatibile con la produzione giornaliera prevista.

I motolivellatori dovranno essere semoventi, preferibilmente con ruote gommate lisce e tali da non lasciare impronte marcate sulla superficie lavorata. Gli spargitori di calce, se usati, dovranno assicurare una precisione di dosaggio

secondo quanto ammesso dalla D.L. Le attrezzature costipanti (rulli a piastre, rulli lisci, rulli gommati) dovranno dare garanzie del raggiungimento dei valori di densità in sito stabiliti di seguito. I distributori d'acqua dovranno essere forniti di valvole a rapido disinnesto per la sospensione dell'erogazione e dovranno garantire una distribuzione uniforme e controllabile.

Tutti i macchinari dovranno essere sempre mantenuti efficienti e dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L.; sarà facoltà della stessa richiedere la sostituzione di attrezzature che non siano ritenute idonee.

#### 2) *Posa in opera di miscele lavorate in sito*

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso; comunque il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, in caso di temperature, attuali o prevedibili, inferiori a 5°C, in presenza di vento che sollevi la calce stesa e nel caso in cui ci sia presenza di acqua, o di venute di acqua, sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, approvato dalla D.L., sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

#### 3) *Stoccaggio della calce*

La calce dovrà essere consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi silos dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.

Per la calce sfusa lo stoccaggio dovrà avvenire almeno in 2 silos distinti, ciascuno di capacità corrispondente ad una giornata di lavoro. Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

La calce in sacchi dovrà essere conservata al coperto, al riparo di umidità, pioggia e ristagni d'acqua, su idonee pedane che la separino dal terreno o su superfici asciutte (cls o asfalto).

#### 4) *Fasi esecutive*

La stabilizzazione a calce del terreno prevede le seguenti fasi:

- a) lo scotico;
- b) la preparazione del terreno da trattare;
- c) lo spandimento della calce;
- d) la miscelazione
- e) la compattazione e finitura degli strati.

#### Scotico del terreno

La realizzazione del piano di posa dovrà essere preceduta dall'esecuzione dello scavo, di larghezza pari all'ingombro del rilevato o della sede in trincea, per l'asportazione del primo strato di terreno vegetale e comunque per uno spessore non inferiore a 50 cm.

#### Preparazione del terreno

Consiste nella frantumazione e nello sminuzzamento delle zolle da utilizzare, fino alla riduzione di eventuali grumi di terreno limo-argillosi tali che il 100% passi attraverso un setaccio da 40 mm.

Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua. La quantità d'acqua utilizzata dovrà essere controllata da opportuni dispositivi e, perché raggiunga in modo omogeneo tutto lo strato di terreno da trattare, tale operazione dovrà essere effettuata prima di ultimare la frantumazione del terreno.

Al termine di tale operazione dovrà essere misurato, in più siti e a diverse profondità, il contenuto d'acqua  $W_n$ ; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del  $\pm 2\%$  rispetto al valore ottimale determinato in laboratorio e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un'aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.

Lo strato di terreno da trattare, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.

#### Spandimento della calce

In cantiere il dosaggio è riferito al  $m^2$  di suolo da trattare: la D.L. fornirà all'impresa il dosaggio in  $kg/m^2$  tenendo conto del dosaggio in percentuale stabilito in laboratorio con riferimento al suolo secco, della densità secca in sito del suolo e della profondità dello strato dopo trattamento e costipazione.

#### Spandimento della calce in sacchi

I sacchi di calce dovranno essere adeguatamente distribuiti sulla superficie da trattare in modo tale da ottenere una distribuzione unitaria di calce pari a quella di progetto la superficie interessata dallo spandimento di calce dovrà essere pari a quella lavorata nel giorno stesso.

Successivamente alla loro distribuzione i contenitori di calce dovranno essere tagliati e svuotati formando sul posto tanti mucchi che dovranno essere immediatamente livellati mediante rastrelli a mano o con adatti sistemi meccanizzati che non sollevino polvere e che comunque garantiscano l'omogeneità dello spandimento.

#### Spandimento della calce sfusa

La stesa della calce in polvere dovrà essere effettuata mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione della calce e devono permettere di predeterminare e mantenere il dosaggio, indipendentemente dalla velocità di marcia. Per diminuire lo spolvero della calce tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande per il contenimento della calce scaricata dal dosatore. Si dovrà verificare la quantità della calce effettivamente distribuita dalle macchine spanditrici facendole transitare su una superficie su cui sono distesi teli di dimensioni note e pesando la quantità di calce raccolta da ciascun telo al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina.

#### Miscelazione della calce col terreno

La miscelazione calce-terreno deve essere realizzata con diverse passate di idoneo macchinario (es. Pulvimixer), fino a quando la componente limo-argillosa passi interamente attraverso vagli a maglia quadra da 25 mm e almeno per il 60% al setaccio ASTM E 11 da 4 mesh (con luce netta di maglia da 4,75 mm).

In caso di piogge improvvise durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato realizzato adeguatamente protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo piccole quantità di calce.

Quando necessario, durante o dopo la miscelazione si irrorerà la terra trattata con acqua fino a farle raggiungere il tenore ottimale per la successiva compattazione.

La D.L. ha la facoltà di fare eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato, utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi.

La D.L. ha altresì la facoltà di effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer.

Qualora la superficie dello strato si mostri irregolare, per un'ottimizzazione della successiva compattazione, si procederà a un livellamento con grader o altra macchina adatta allo scopo.

#### Compattazione finale

La compattazione della miscela deve essere eseguita inizialmente mediante rullo vibrante a piastre, ed infine completata mediante rullo metallico liscio e/o rullo gommato.

Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato, senza ritardi, nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione, successivamente comunque al completamento della reazione esotermica di spegnimento nel caso di utilizzo della calce viva.

#### Maturazione dopo rullatura

Poiché la resistenza e la stabilità dimensionale di una terra stabilizzata dipende anche da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante il quale l'umidità ottima di compattazione deve restare il più possibile costante, immediatamente dopo il completamento dell'ultimo strato costipato e sagomato si stenderà un velo protettivo di bitume liquido BL 350-700 (B.U. CNR n. 7) in ragione di 1 kg /m<sup>2</sup> o di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (B.U. CNR n. 3) in ragione di 1,8 kg /m<sup>2</sup>.

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni. Qualora il terreno presenti un valore del pH < 7 il tempo di maturazione della miscela deve essere non inferiore a 28 giorni, trascorsi i quali bisogna procedere a controlli mediante prove per verificare l'effettivo grado di maturazione e permettere l'apertura al traffico. La maturazione, ovvero i tempi di maturazione, sono funzione della temperatura. Occorre considerare che al di sotto dei 10°C tali tempi aumentano notevolmente, in tal caso occorre quindi prevedere verifiche e controlli a 7 e 28 gg.

Strati compromessi da qualsiasi causa (condizioni meteorologiche, protezione non adeguata, traffico di cantiere, traffico esterno, ecc.) dovranno essere rimossi e sostituiti a cura dell'impresa.

#### posa in opera di miscele lavorate in centrale

Rispetto alla miscelazione in sito, le operazioni variano per le modalità di stesa della miscela che sarà eseguita con finitrice o livellatrice, o altro sistema accettato e approvato espressamente dalla D.L. per lo spessore richiesto dal progetto.

Le terre miscelate dovranno essere trasportate nel luogo dell'impiego immediatamente dopo la miscelazione, in contenitori coperti per evitare eccessivi essiccamenti o per essere protetti da eventuali piogge. La messa in opera del materiale miscelato dovrà avvenire immediatamente dopo la miscelazione e comunque non oltre i 60 minuti successivi.

Per quanto riguarda l'asportazione preliminare dello strato di terra vegetale, le caratteristiche granulometriche della miscela e le operazioni successive alla stesa di questa valgono le disposizioni indicate per le lavorazioni in sito.

#### **q) Trattamento con calce e cemento**

Nel caso di stabilizzazione calce/cemento la stesa della calce verrà effettuata per prima, seguendo le modalità di miscelazione sopra riportata. In seguito (almeno dopo 12 ore) si procederà alla stesa del cemento secondo le medesime modalità di lavorazione della calce, previo controllo costante dell'umidità della miscela Terra-calce-cemento; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del  $\pm 2\%$  rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la D.L., si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un'aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.

Al termine della compattazione, dopo la miscelazione con cemento, sarà necessario inibire il passaggio sul tratto appena terminato per un periodo non inferiore a 4gg al fine di consentire la maturazione del cemento.

#### **r) Giunti di lavoro**

Nei giunti di lavoro trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nella quali il contenuto di calce, lo spessore e la compattazione risultino insufficienti.

La sequenza degli strati deve essere realizzata in modo tale che gli strati successivi siano ben collegati fra loro evitando la formazione di piani di separazione sia orizzontali che verticali.

I tagli dovranno essere effettuati opportunamente al mattino seguente, nello strato indurito, in modo da presentare una superficie verticale, per evitare possibili fessurazioni successive.

Nella posa in opera di miscele preparate in centrale si può inserire una tavola da rimuovere il giorno seguente.

Ogni tronco di lavoro dovrà eseguirsi per la sua intera larghezza in un solo tempo, per avere giunti di lavoro longitudinali sempre chiusi; in caso contrario potrebbero successivamente prodursi fessure longitudinali nel manto bituminoso

#### **s) Controlli qualità**

La D.L. dovrà predisporre, prima dell'inizio dei lavori un accurato programma delle attività e il piano delle prove e delle verifiche da eseguire.

I controlli e le prove da effettuare in corso d'opera dovranno essere riportate in un apposito Piano di Controllo Qualità (PCQ), che, corredato dalla documentazione relativa ai controlli e alle prove sotto elencati, farà parte del Dossier Qualità dell'opera.

#### **t) Controlli in corso d'opera sui materiali**

##### *1) Calce*

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati ed approvati dalla D.L. Le caratteristiche della calce dovranno essere certificate dal produttore ogni 1200 kN di prodotto consegnato.

La D.L. ha la facoltà di predisporre un controllo periodico in cantiere della calce, in particolare della granulometria, della reattività all'acqua, del contenuto d'acqua, del contenuto in CO<sub>2</sub> combinata e del titolo di idrati totale per la calce idrata

##### *2) Terre e miscele*

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 1.000 m<sup>3</sup>; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli dello studio di laboratorio e che rispettino i limiti indicati nel presente capitolato.

Ogni 1500 m<sup>2</sup> di strato compattato, e comunque almeno una volta per ogni giornata lavorata, dovrà essere prelevato in sito un campione di miscela, interessando tutto lo spessore dello strato trattato, su cui far eseguire, secondo le stesse modalità previste per il progetto della miscela, la determinazione dell'indice CBR, la prova di rigonfiamento e la determinazione della resistenza a compressione a ELL. I risultati ottenuti dovranno essere coerenti con i risultati ottenuti dallo studio in laboratorio.

### 3) Fasi operative

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 2000 mq di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.

Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Dopo la fase di miscelazione, con una frequenza di una prova ogni 2000 m<sup>2</sup> dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm.

I seguenti controlli dovranno essere eseguiti ogni 2000 m<sup>2</sup> di terreno trattato e comunque almeno due per ogni tratto di miscela omogenea posata e per ogni giornata lavorata.

#### t) Controlli sul prodotto finito

##### 1) Prova di carico su piastra

Prova di carico su piastra a doppio ciclo con misurazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$ , determinati con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n. 146 del 14.12.1992 - Norme svizzere VSS-SNV 670317); i valori accettabili sono i seguenti:

- $M_d > 15$  N/mm<sup>2</sup> e  $M_d/M_d' > 0.6$  per piani di posa con rilevati di altezza superiore a un metro, nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm<sup>2</sup> e 0,15 N/mm<sup>2</sup>
- $M_d > 20$  N/mm<sup>2</sup> e  $M_d/M_d' > 0.6$  per piani di posa con rilevati di altezza inferiore a un metro e per strati costituenti il corpo del rilevato, con esclusione degli ultimi 30 cm, nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm<sup>2</sup> e 0,15 N/mm<sup>2</sup>
- $M_d > 50$  N/mm<sup>2</sup> e  $M_d/M_d' > 0.6$  per l'ultimo strato del corpo del rilevato, per strati di sottofondo e per piani di posa della sovrastruttura in trincea, nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm<sup>2</sup> e 0,25 N/mm<sup>2</sup>
- $M_d > 80$  N/mm<sup>2</sup> e  $M_d/M_d' > 0.6$  per strati di base della sovrastruttura stradale, nel ciclo di carico compreso tra 0,25 N/mm<sup>2</sup> e 0,35 N/mm<sup>2</sup>

##### 2) Densità in sito

La densità in sito deve essere determinata secondo il B.U. C.N.R. 22, il valore rilevato deve essere confrontato con la densità massima Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo la normativa AASHTO T99 e dovrà risultare

- >95% per i di posa dei rilevati
- >98% per i rilevati, per i piani di posa in trincea, per gli strati di sottofondazione e della sovrastruttura.

Le densità in sito e in laboratorio devono essere determinate nella stessa giornata lavorativa.

##### 3) Realizzazione del campo prove

Ultimato lo studio di laboratorio, la D.L. ha la facoltà di chiedere all'impresa l'esecuzione di un campo prove per verificare su scala reale i dati ottenuti. Per questo scopo, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e per le sedi in trincea, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di larghezza 4 m e di lunghezza utile 30 m; quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di dimensioni utili in sommità 4 m x 50 m (escluse le rampe d' accesso degli automezzi nel caso dei rilevati).

Il campo prova dovrà essere realizzato secondo le stesse modalità di esecuzione indicate nel presente capitolato e con gli stessi materiali che verranno poi impiegati per l'esecuzione dei lavori.

Si potranno sperimentare una o più miscele fra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio.

Nei singoli tratti del campo prove verranno eseguite le stesse prove e verifiche predisposte per il controllo qualità, eventualmente integrate secondo le richieste della D.L.

## ART. 4 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 del D.M. 5 febbraio 1998.

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.

### a) Qualificazione fisico meccanica

L'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento.

I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi:

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

Per le miscele a più largo spettro, provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, si applica la Tabella 8 per i sottofondi; nel caso meno restrittivo del corpo del rilevato si usa la Tabella 9.

Per gli inerti provenienti prevalentemente da attività industriali, con reimpiego diretto di una specifica tipologia di scarti, valgono invece le specificazioni riportate nella Tabella 10 per il sottofondo, e nella Tabella 11 per il corpo del rilevato.

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

Tabella 8	Materiali per strato di sottofondo	
<i>Parametro</i>	<i>modalità di prova</i>	<i>Limiti</i>
CLS, MATTONI E LATERIZI, INTONACI, MATERIALI LITICI, MALTE, CERAMICA	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<20% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,2% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,4% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 23/71	<15% in massa
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	NP
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	100%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Perdita Los Angeles	UNI EN 1097/2	<45
Rapporto fra passante setaccio 0,425 mm e 0,075 mm	CNR 23/71	>1,5
Indice di forma (frazione > 4 mm)	CNR 95/1984	<35
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	CNR 95/1984	<35

Tabella 9	Materiali per corpo del rilevato	
<i>Parametro</i>	<i>modalità di prova</i>	<i>Limiti</i>

CLS, MATTONI E LATERIZI, INTONACI MATERIALI LITICI, MALTE, CERAMICA	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<25% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,3% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,6% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 23/71	<25% in massa
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	<6
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Dimensione massima	Misura diretta	< 140 mm
Trattenuto crivello 71UNI *	Frantumazione	Assenza di vuoti interni
* Nota: in caso di presenza di mattoni forati, blocchi forati e simili. va eseguita la frantumazione per il riuso fino ad avere il 100% di passante al crivello 71 UNI.		

<b>Tabella 10</b>	<b>Scarti industriali per sottofondo</b>		
	<i>Parametro</i>	<i>modalità di prova</i>	<i>Limiti</i>
	Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	>80% in massa
	Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
	Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,5% in massa
	Indice di plasticità	CNR UNI 10014	Non plastico
	Perdita Los Angeles	UNI EN 1097/2	<45
	Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	100%
	Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
	Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 23/71	<20% in massa
	Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo $\pm 2\%$ WOTT	CNR 69/78	Differenza P0,075post - P0,075ante

<b>Tabella 11</b>	<b>Scarti industriali per corpo rilevato</b>		
	<i>parametro</i>	<i>modalità di prova</i>	<i>Limiti</i>
	Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
	Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<20% in massa
	Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<1% in massa
	Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85%
	Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
	Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 23/71	<25%
	Dimensione massima D max	UNI EN 933/1	140 mm
	Indice di plasticità	CNR UNI 10014	<4

### **b) Requisiti chimici**

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

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

### **Impianto di lavorazione**

L'impianto di lavorazione, per garantire l'omogeneità e la costanza temporale del prodotto, deve essere organizzato in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotato di una zona debitamente attrezzata e delimitata per lo stoccaggio provvisorio del materiale;
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dall'alimentatore, il controllo qualitativo dei materiali e, con stoccaggio separato, tramite un by-pass, la successiva eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso;
- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fina, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato d'un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro (per le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore);
- essere dotato d'un vibrovaglio, per la selezione delle frazioni granulometriche. Le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc...) devono essere, invece, automaticamente separate, anche in più stadi e convogliate in appositi contenitori.

Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, l'impianto deve dovrà essere strutturato in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato dal committente per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo dettagliate al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98, n.72. Ai fini del mantenimento degli standards qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuate visite di efficienza dell'impianto ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato e comunque almeno una ogni sei mesi.

### **c) Formazione e stoccaggio delle partite**

- Le singole partite di prodotto, o lotti, devono essere stoccate su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m<sup>3</sup>.
- L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:
- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purchè la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante.
- Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

### **4) Campionature per impianti ordinari**

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei prelevamenti stessi, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei materiali.

Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, quindi trasportato, adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fino.

#### **d) Prelievo dei campioni da cumuli conici o simili**

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

- se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, si preleveranno almeno cinque campioni, del peso minimo di 50 kg, da parti diverse ed a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste dalla norma CNR 25/1972 par.6 e curando di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;
- se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza alle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

#### **e)Prelievo dei campioni da cumuli piatti ed estesi**

L'accumulazione in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente una singola partita, deve avere altezza massima di 3.00 m.

Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 12, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

<b>Tabella 12</b>	<b>Campionatura da cumuli piatti</b>		
Volume del cumulo piatto (m <sup>3</sup> )	< 500	500 – 1000	1000 – 3000
Numero minimo di campioni	3	4	5

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo inferiori a 3 metri. Per altezze superiori, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un campione ogni 3 metri o frazione.

#### **f) Prelievo dei campioni da partite omogeneizzate in fase di formazione**

Se le partite vengono disposte in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzate in modo automatico durante la loro formazione, la campionatura può essere effettuata progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va ridotta, poi, per quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.

In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo, secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei paragrafi precedenti.

#### **g) Prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto**

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla norma CNR 25/72 par. 7 UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti separatamente a prova.

#### **h) Campionatura per impianti a prodotto costante**

Un impianto di trattamento dei materiali provenienti da riciclo può essere qualificato a "prodotto costante" se, oltre a quanto sopra descritto per l'impianto di lavorazione, permette di:

- separare automaticamente, anche in più stadi, e convogliare in appositi contenitori le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere ecc...);
- compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato. Ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato e, comunque, almeno una ogni 6 mesi da parte di un Laboratorio accreditato dal Ministero LL.PP.

Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato, se, per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 4000 m<sup>3</sup> al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziato una costanza di risultati conformi alle specifiche.

Qualora l'impianto sia anche dotato di laboratorio interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del laboratorio accreditato. La prima serie sarà sottoposta a prova dal laboratorio interno; della seconda serie il laboratorio accreditato sottoporrà a prova un campione ogni 10 o frazione.

Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel laboratorio interno, completi del verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso 1 campione su 10, i risultati dei due laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel laboratorio interno, le medesime avranno piena validità per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del laboratorio accreditato.

#### **i) Accettazione**

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

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

Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

#### **l) Posa in opera**

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

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre.

Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Questi ultimi debbono comunque essere confinati tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Viene riservata alla Direzione Lavori la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali per una larghezza dell'ordine di 2,00 m. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

#### **m) Controlli prestazionali**

I controlli, salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progettazione, debbono riguardare sia la compattazione, sia la portanza degli strati.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni dettate dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico, determinato mediante prove con piastra in accordo alle procedure di cui alla norma CNR 146/92, deve risultare non inferiore a:

- 50 N/mm<sup>2</sup>: su strati di sottofondo
- 20 N/mm<sup>2</sup>: su strati di rilevato posti ad almeno 1,00 m dal piano di posa della sovrastruttura stradale;
- 15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto ad almeno 2,00 m dal piano di posa della sovrastruttura stradale.

- Il grado di costipamento (CNR 69/78), determinato mediante il rapporto tra la densità del secco raggiunta in sito e quella massima determinata in laboratorio secondo la prova di costipamento AASHO Mod., deve risultare non inferiore a:
  - 95%: per strati di sottofondo;
  - 90%: per gli strati di rilevato posti almeno ad 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione;
  - 90%: per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, ecc.. da definire con l'ente gestore.
- Ogni 2.000 m<sup>2</sup> di materiale steso in opera e compattato, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto finale rispettino i requisiti riportati. Debbono quindi essere eseguite le seguenti prove:
  - granulometria;
  - prova di carico su piastra a doppio ciclo con misura dei moduli di deformazione;
  - grado di costipamento;
  - misura dello spessore dello strato.

#### **n) Campo prova**

Un campo prova deve essere predisposto quando, l'impiego dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 30.000 m<sup>3</sup>. Anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dalle specifiche di Tabella 1.4.3.1 e seguenti, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperite in zona. In ogni caso, il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, deve essere presentato dall'Appaltatore e approvato dalla direzione lavori.

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione  $M_d$  (CNR 146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, sia per la miscela, sia per le modalità di compattazione, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma.

Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti. Debbono essere effettuate prove granulometriche su campioni di materiale già costipato per un confronto con le granulometrie effettuate su materiali prima della sua messa in opera.

I risultati ottenuti con il campo prova debbono soddisfare i requisiti richiesti, qualora questi non venissero raggiunti, debbono essere modificati i metodi di compattazione, fino al raggiungimento degli stessi; in caso di ulteriore insuccesso deve essere escluso l'impiego del materiale sperimentato.

Per quanto non espressamente indicato valgono le disposizioni generali per il campo prova già indicate ai capi precedenti per i materiali sciolti.

## **ART. 5 DEMOLIZIONI**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti

## **ART. 6 MALTE**

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

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

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

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

## **ART. 7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI**

**(Normali e precompressi)**

### **A) GENERALITÀ**

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Amministrazione provvederà a propria cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988 di cui l'Impresa deve prestarsi a fornire assistenza.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza :

- della legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- della legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- del D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- del D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche di rettifica relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS n. 55/1986);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS n. 28/1991 del 18.06.1991).

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- b) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà

resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma o presso altro Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver effettuato i controlli dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

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

## B) COMPONENTI

### *Cemento*

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

### *Inerti*

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno da luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm dilato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

#### *Acqua*

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

#### *Additivi*

La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori e preventivamente al loro utilizzo, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

### C) CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma, o altro Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Amministrazione secondo quanto previsto nel Capitolato Generale di Appalto Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000, mentre l'Impresa dovrà prestarsi all'assistenza per la fornitura dei provini.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla  $R_{ck}$  la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali :

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;

b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua / cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

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

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente :

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m<sup>2</sup>; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc... (Norme UNI 6132-72).

#### D) CONFEZIONE

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

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

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

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

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

#### E) TRASPORTO

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

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

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

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

#### F) POSA IN OPERA

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

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

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

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

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,50 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

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

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

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

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

#### G) STAGIONATURA E DISARMO

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

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

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M. 9 gennaio 1996.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

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

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### H) GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc...).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno valutate e stabilite in accordo alla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone pliuetano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra (muri, spalle, rivestimenti ecc...) si dovrà prevedere, in accordo alla Direzione dei Lavori, in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili e dovranno avere diametro non inferiore a 50 millimetri.

Per la formazione di tali fori l'Impresa non avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### I) PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC...

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i facimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### L) MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE

(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato e metallici)  
(D.M. 9 gennaio 1996 - Parte terza)

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, nr. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente terzo comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP. e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Il deposito ha validità triennale.

#### M) CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purchè rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc...) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'ente appaltante, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

#### N) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI

Si richiama quanto è stato prescritto nelle "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste dal D.M. 9 gennaio 1996, nonché quelle indicate nella circolare n. 6804 del 19 novembre 1959, del Servizio Tecnico dell'ANAS, per quanto non in contrasto con il citato D.M. e delle quali si richiamano i seguenti paragrafi :

- a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;
- b) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- c) subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

#### O) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESSI

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996.

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, nè coke, nè altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue :

- 1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh<sup>1</sup> all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finchè la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;

---

<sup>1</sup> *Misura della fluidità con il cono di Marsh.*

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro  $d$  variabile da mm 5 a mm 11.

La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta sarà compreso tra 13 e 25 minuti secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli

- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 dilato;
- 3) l'essudazione<sup>2</sup> non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;

è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

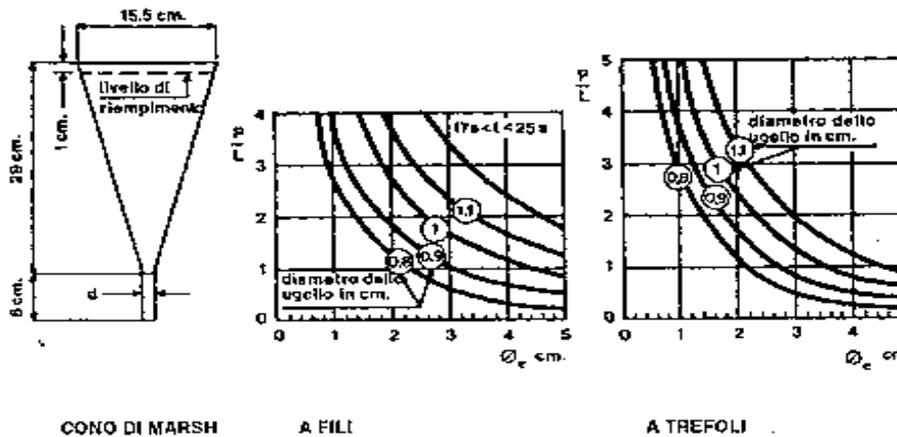
Eguale dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

## ART. 8 COSTRUZIONE DEI VOLTI

I volti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in modo che il manto o tamburo asseondi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si riterrà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

E' data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che riterrà di sua convenienza, purchè presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta. Gli eventuali coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellato che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima. In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.



Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm<sup>2</sup>)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi_G^2 - n \times \phi_f^2}$  diametro equivalente in funzione della guaina  $\phi_G$ , del diametro dei fili  $\phi_f$  e del loro numero  $n$

<sup>2</sup> Misura della essudazione della malta.

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>2</sup>, Ø 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell' acqua trasudata.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso ed a corsi o filari che esattamente corrispondono agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connesure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 all'estradosso.

I conci che costituiscono una volta debbono essere in numero dispari.

A tale uopo l'Appaltatore per i volti di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pur senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di volte a rotoli concentrici, ma la Direzione dei Lavori, per volte a piccolo raggio potrà, a suo giudizio, concedere l'adozione di un sistema misto, e cioè a rotoli con frequenti corsi passanti. Per i volti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

Si avrà maggiore cura tanto nella scelta dei materiali quanto nel loro collocamento in opera e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Per le volte in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera lunghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno contenuti tra i piani radiali disposti secondo le generatrici e, nei volti obliqui, saranno costruiti a dente di sega.

In tutti i casi, il conglomerato dovrà essere gettato in appositi casseri disposti simmetricamente rispetto al concio in chiave, in modo che le centine risultino sempre caricate uniformemente.

Il conglomerato dovrà essere gettato e vibrato nei casseri senza interruzione e ripresa di sorta per ogni concio, fino a che il concio stesso sia completamente ultimato.

L'ordine del getto sarà sottoposto alla preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori.

A getto ultimato, i conci dovranno essere periodicamente innaffiati e, quando occorra, anche ricoperti con sabbia umida.

Nelle costruzioni delle arcate dei ponti a più luci, si procederà in modo che nessuna pila sia assoggettata asimmetricamente alla spinta di una arcata costruita e disarmata.

Il calcestruzzo da usare nella costruzione dei volti dovrà avere un  $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup> e sarà confezionato con inerti granulometricamente assortiti come da prescrizioni dell'articolo delle presenti Norme Tecniche relativo ai conglomerati cementizi qualora la struttura debba essere realizzata con conglomerati non armati o debolmente armati.

L'Appaltatore non potrà procedere al disarmo dei volti senza preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori, la quale, peraltro, non lo esonera dalle sue responsabilità, sia verso l'Amministrazione che verso terzi.

Il riempimento sopra i volti ed i loro rin fianchi sarà eseguito esclusivamente in pietrame o materiali granulari aridi.

L'Impresa dovrà presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori e nel numero di copie che saranno richiesti, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità dei volti, redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi, unitamente ai progetti ed ai calcoli delle centine, restando inteso che l'Impresa resta unica responsabile a tutti gli effetti del buon risultato dell'opera e dei calcoli relativi.

## **ART. 9**

### **CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI, PEZZI SPECIALI, PARAPETTI, ECC...**

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratorii, un conglomerato cementizio avente un  $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; del relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

## **ART. 10 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE**

Per l'esecuzione di tali opere provvisionali, 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, purchè 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 secondo le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori. 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 e ferrovie.

## **ART. 11 MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI**

Muri di sostegno prefabbricati in serie in stabilimento realizzati mediante l'impiego di pannelli in calcestruzzo armato e precompresso, aventi superficie a vista con curvatura circolare, ad asse verticale e rifinita mediante getto su matrice in gomma. I pannelli saranno monolitici a tutta altezza e verranno posati entro una idonea fondazione prefabbricata.

Per altezze superiori a tre metri essi porteranno degli ancoraggi costituiti da teli in geotessuto sintetico opportunamente collegati al pannello sul lato controterra, al fine di contrastare la spinta del terreno sia in fase di riempimento che in fase di esercizio.

Gli ancoraggi e le fondazioni dovranno essere tali da contrastare la spinta di un terrapieno avente angolo di attrito interno  $> 30^\circ$ , peso specifico del terreno di riempimento di 1,8 tonnellate al minuto, e sovraccarico sul rilevato di esercizio di 4 tonnellate al mq.

I pannelli avranno larghezza standard di 2,40 m e spessore variabile sulla larghezza, pari a 26 cm per i bordi laterali e 16 cm sulla mezzeria. Essi dovranno essere realizzati con calcestruzzo aventi  $R'_{ck} = a 45\text{Mpa}$ .

L'armatura sarà costituita da barre ad aderenza migliorata del tipo Feb44K mentre per la precompressione si useranno trefoli formati da fili di acciaio armonico avente  $F_{ptK} = 1865\text{ Mpa}$ .

Dovrà essere creato tra pannelli contigui un giunto maschio o femmina che assicuri la complanarità; inoltre nel giunto tra i pannelli verrà creato un drenaggio verticale protetto contro l'intasamento con un geodreno di larghezza minima 10 cm e spessore minimo 1,5 cm, al piede del giunto sarà previsto uno scarico verso l'esterno delle acque raccolte.

La prevegetazione del pannello dovrà essere realizzata in stabilimento con supporto vegetativo posto all'intradosso ed impianto di essenze vegetali opportunamente fissati ad idoneo supporto all'estradosso. Il supporto vegetativo di intradosso sarà costituito da materassi in geotessuto aventi spessore di 15 cm (minimo) riempiti con vulcanite o materiale equivalente con pori aperti in pezzatura da 3 a 8 mm, integrata con una percentuale dal 20 al 30% humificata (con processo di humificazione in atto almeno al 50%) e da una percentuale dal 10 al 15% di terreno vegetale.

Il materasso in geotessuto sarà fissato all'intradosso del pannello da un'intelaiatura provvisoria e degradabile in legno.

Il pannello prefabbricato sarà provvisto di fori di dimensioni minime 40 x 15 cm tali da permettere la messa a dimora sulla superficie esterna del pannello delle essenze vegetali che si radicheranno attraverso detti fori sul supporto vegetativo fissato sulla superficie interna.

La ramificazione delle essenze vegetali impiantate sarà fissata mediante legature con filo ricotto plastificato ad una apposita griglia di sostegno, resistente agli agenti aggressivi ambientali, realizzata con rete metallica zincata o materiale

equivalente, comunque a maglia quadrata o rettangolare avente dimensioni tali da consentire un corretto sviluppo delle essenze impiantate.

Detto sostegno è posto ad una distanza minima di 10 cm dalla superficie esterna del pannello in calcestruzzo e collegato ad esso tramite supporti in lamiera metallica zincata di spessore 1,5 mm disposti nella misura di uno per ogni 2 metri quadrati.

Le piante rampicanti o giroscopiche saranno messe a dimora in stabilimento attraverso gli appositi fori predisposti.

Da questi alloggiamenti (che incidono a tutto spessore il pannello) si accederà (tramite l'incisione di un geotessuto sintetico di contenimento) al supporto vegetazionale in cui collocare l'apparato radicale delle piantine.

La scelta del tipo di essenza da impiantare sarà fatta in base alla zona climatica di impiego ed all'esposizione del paramento a verde; detta scelta sarà comunicata in forma scritta dall'Impresa alla D.L. che dovrà dare il suo benestare prima dell'inizio delle operazioni d'impianto del verde.

## **ART. 12 MURATURE DI MATTONI**

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

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

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 centimetro e non minore di 0.50 centimetri.

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

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

## **ART. 13 INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

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

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedano.

### **A) INTONACI ESEGUITI A MANO**

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

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

### **B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)**

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

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

La malta sarà di norma composta di Kg. 500 di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

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

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori. In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 ÷ 40.

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

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

#### C) APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

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

### **ART. 14**

#### **IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DEI VOLTI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI ED ALTRI MANUFATTI**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti delle gallerie artificiali e di altri manufatti, compresi ponti, viadotti, sotto via, etc., mediante:

- a) guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati;
- b) con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

Per i ponti ed opere similari quali viadotti, sottovia, cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, etc., i materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione.

In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e +60°C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

#### **a) Guaine bituminose.**

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici - sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'asportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer - sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa 0,5 Kg/m<sup>2</sup> di massa bituminosa analoga a quella della guaina, da applicare a freddo (in emulsione acquosa o con solvente);
- tipo di guaina - sarà preformata, di spessore complessivo pari a 3 ÷ 4 mm, di cui almeno 2 mm di massa bituminosa; l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con fiamma e spatola metallica;
- resistenza e punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A1 o Ga): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G2L e G2T): 60 Kg/8 cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni di acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia di almeno 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

#### **b) Membrane elastiche.**

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con gli appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione Lavori. Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/cm<sup>2</sup>;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m<sup>2</sup> senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

## **ART. 15 CAPPE SUI VOLTI**

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti sarà costituito con le materie e nelle proporzioni volumetriche seguenti:

- malta cementizia composta con Kg. 500 di cemento e m<sup>3</sup> 1 di sabbia: parti nove;
- pietrisco di dimensioni non minori di mm 5 e non maggiori di mm 20: parti sedici.

Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, le superfici da rivestire e le connessioni saranno diligentemente pulite e lavate con acqua abbondante.

Lo smalto si distenderà quando la superficie d'estradosso sia ancora umida; comprimendo poi fortemente e lisciando col dorso della cazzuola.

Allorchè lo smalto avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese, ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, aumentandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura; quindi verrà estradossato con fine malta cementizia.

Durante le suddette operazioni lo smalto sarà, ove d'uopo, riparato dal sole e dalla pioggia con stuoie od altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento.

Lo spessore delle cappe dovrà essere non minore di cm 5.

Ove fosse ordinata la esecuzione di cappe di asfalto, saranno seguite le prescrizioni di cui all'articolo precedente.

## **ART. 16 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

### GENERALITÀ

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 9 gennaio 1996.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 tonnellate max; ogni partita minore di 25 tonnellate deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 tonnellate, spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M. 9 gennaio 1996.

## **ART. 17 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

Il getto in opera degli acquedotti tubolari in conglomerato cementizio verrà eseguito, per la parte inferiore della canna, usando semplici sagome; per la parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Per il getto è consentito anche l'uso di forme pneumatiche.

Gli acquedotti tubolari non dovranno avere diametro inferiore a cm 80 qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento, per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni impartite dalla D.L.; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

Di norma i tubi saranno posati in opera in base alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro dello spessore prescritto dalla Direzione dei Lavori; verranno inoltre rinfianchati con calcestruzzo cementizio secondo il

dosaggio prescritto e secondo la sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

#### DIMENSIONI INDICATIVE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA DI POSA

$\phi$ tubi in cm	Spessore tubi in mm	Spessore platea in mm
80	70	20
100	85	25
120	100	35

#### MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come : soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO<sub>4</sub> nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto delle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso il Laboratorio Prove Materiali e Strutture del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Parma o altro Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi :

### 1. AD ELEMENTI INCASTRATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5 % in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

### 2. A PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro, in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

### 3. TUBI PERFORATI PER DRENAGGI

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 -con tolleranza UNI (Norme UNI 2634) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1, 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

## **ART. 18**

### **DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni del progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

I relativi oneri saranno compensati coi corrispondenti prezzi di elenco

## **ART. 19**

### **IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE D'ARTE**

L'estradosso degli impalcati delle opere nonché le pareti contro terra di alcune parti delle stesse debbono essere protette dalle infiltrazioni d'acqua o di agenti corrosivi mediante l'applicazione di strati di materiale impermeabile con o senza strato portante in modo tale che venga assicurata la perfetta aderenza dello stesso strato impermeabilizzante alla superficie da proteggere anche in presenza di dilatazioni, ritiri, flessioni, vibrazioni o altre sollecitazioni dell'opera d'arte. Lo strato impermeabilizzante dovrà inoltre costituire in alcun modo elemento di discontinuità fra la struttura e la sovrastante pavimentazione.

Le impermeabilizzazioni dovranno essere eseguite con la maggior accuratezza possibile specialmente in vicinanza di fori, passaggi, cappe, bocchettoni, montanti per guard rail, ecc. così da evitare comunque ogni infiltrazione d'acqua.

Il manto impermeabile deve risultare integro, non deve dar luogo a fessurazioni, infiltrazioni di umidità od a qualsiasi altro difetto che ne possa compromettere la funzionalità.

Per il tiro in opera dei materiali sulle coperture l'Appaltatore sarà tenuto ad approntare elementi di protezione stabile che possano consentire una assoluta sicurezza dell'incolumità di cornicioni, pareti, ecc. da imbrattamenti o deterioramenti.

L'esecuzione delle opere dovrà essere conforme alle prescrizioni di progetto ed alle indicazioni impartite, caso per caso, dalla Direzione Lavori.

Prima di dar corso all'esecuzione delle opere ci si dovrà accertare della buona esecuzione dei sottofondi, che siano state rispettate le pendenze di progetto e che i piani di posa, sia verticali che orizzontali, siano perfettamente asciutti, privi di asperità o di quant'altro possa compromettere la perfetta esecuzione delle opere.

Sarà comunque da evitare l'incollaggio di manti impermeabili ad una temperatura inferiore ai 5°C o in presenza di una umidità relativa superiore a 80% per evitare saldature imperfette che consentirebbero facili infiltrazioni d'acqua.

In corrispondenza di giunti strutturali il manto andrà interrotto e incollato sui bordi del giunto stesso, sopra la fessura si collocherà un cordolo di schiuma plastica in modo che non penetri nel vano del giunto, si applicherà quindi una striscia di 33 cm di guaina impermeabilizzante sino a farle assumere una forma di omega; tale striscia dovrà essere incollata sui bordi del manto impermeabile. Sopra tale striscia si riporterà una successiva striscia larga 50 cm sagomandola sulla precedente ed incollandola in corrispondenza dei bordi della striscia precedente e al manto impermeabile per 12 -15 cm di larghezza.

Le superfici e le solette da impermeabilizzare dovranno presentare pendenze regolari non inferiori a 1,5% su tutta la loro estensione ed essere lisci, coerenti, esenti da asperità o avallamenti allo scopo di permettere il totale deflusso dell'acqua.

Gli spigoli e gli angoli dovranno essere arrotondati con un raggio di circa 6- 8 cm; eventuali riporti di malta cementizia devono risultare ben aderenti al supporto.

Durante la realizzazione e la rifinitura di una copertura impermeabile si dovrà curare al massimo la pulizia del cantiere e tutelare l'integrità del manto. Si dovrà evitare di lasciare sulla copertura ritagli di lamiera, pezzi di ferro o altri oggetti e spigoli che potrebbero penetrare nei manti.

I fori destinati ad accogliere i bocchettoni di scarico non dovranno presentare spigoli vivi e attorno al foro la soletta dovrà presentare un incavo profondo 1,5 - 2 cm per evitare che lo spessore della flangia del bocchettone e degli strati impermeabilizzanti determinino un rialzo attorno al ferro con conseguente ristagno d'acqua; tutte le superfici da impermeabilizzare dovranno comunque essere asciutte, stagionate, lisce e prive di boiaccia, detriti, terriccio, ecc.

Per i risvolti verticali della impermeabilizzazione sulle pareti, dovranno essere previsti tagli sulle murature per l'altezza richiesta e di profondità sufficiente per contenere l'impermeabilizzazione ed i rivestimenti in modo che questi ultimi risultino a perfetto filo con l'intonaco ed il rivestimento della parte superiore alla zona verticale impermeabilizzata. Qualora al piede delle pareti impermeabilizzate venga costruita una zoccolatura, la profondità dell'incassatura dovrà essere tale da permettere alla zoccolatura di risultare a perfetto filo con la parete finita superiore.

Nel caso di coperture ad elementi prefabbricati in cls, anche se sigillati con riporto di cemento, le linee di unione degli elementi dovranno essere isolate dal manto ponendosi a cavallo strisce di membrana impermeabilizzante di larghezza 10 - 20 cmn totalmente indipendenti, cioè a secco, prima di stendere il manto impermeabile.

Lungo il perimetro esterno e lungo i lati dell'intercapedine del viadotto antistante l'aerostazione, il manto impermeabile, potrà, su indicazione della Direzione Lavori, essere di larghezza superiore a quella prevista, onde permettere eventuali raccordi a nuove parti di costruzioni previste in fasi successive.

#### **a) Impermeabilizzazione di muri controterra**

L'impermeabilizzazione delle murature entroterra e del tronco ferroviario avverrà con la posa di una membrana di PVC spessore mm 1,2 del tipo descritto al punto A comma e), su tessuto non tessuto preventivamente steso sulle murature e fissato sulle parti verticali con dischi o piattine flessibili in PVC tramite tasselli espansione.

La membrana di PVC sarà posata in indipendenza e verrà saldata sulle sormonte per termofusione. I manti da saldare dovranno essere sovrapposti di 5 cm circa e fissati a punti ogni 30-40 cm, si procederà quindi alla saldatura continua esercitando nel contempo una pressione costante, con l'apposito anellino, sui lembi riscaldati.

Le saldature dovranno essere controllate e quindi sigillate con l'apposita pasta sigillante, le superfici da saldare dovranno essere pulite ed asciutte.

I manti saranno fissati alle pareti verticali mediante saldatura sui dischi o piattine in PVC più sopra descritti.

Il trattamento impermeabilizzante dovrà essere protetto, durante la fase di reinterro, mediante pannelli di polistirene espanso, spessore 40 mm, densità 20 kg/mc, posati a secco, onde evitare danneggiamenti meccanici.

#### **b) Impermeabilizzazione di opere in c.a. fuori terra**

Prima della posa del rivestimento, le superfici da impermeabilizzare dovranno essere pulite e rese prive di qualsiasi materiale incoerente come polvere, carburanti, grassi, ossidi, crescite organiche; tutti i materiali friabili ed eventuali efflorescenze superficiali dovranno essere rimossi.

La pulizia per ampie zone andrà effettuata con sabbatura o con getto d'acqua a pressione; per aree più ristrette potrà essere sufficiente una martellatura ad aghi o una bocciardatura.

Dopo la pulizia, le murature in calcestruzzo dovranno essere bagnate (preferibilmente 24 ore prima della posa del rivestimento) con acqua pulita in modo da inumidirle evitando ristagni.

Il rivestimento andrà posato usando preferibilmente apparecchiature a spruzzo d'aria; si potranno effettuare anche applicazioni a pennello avendo cura di incorporare meno aria possibile.

Si applicherà una prima mano dello spessore di circa 1 mm; dopo circa 30 minuti e comunque non prima che la prima mano si sia stabilizzata, ma non completamente polimerizzata, si applicherà una seconda mano sempre allo spessore di 1 mm.

Si avrà cura che l'applicazione avvenga con temperature comprese fra i 5° C e i 35°C.

Si eviterà di applicare il rivestimento in condizioni di eccessiva insolazione o forte vento.

Durante il tempo di maturazione la superficie del rivestimento andrà protetta dal sole e dal vento con una pellicola protettiva spruzzata, oppure con fogli di polietilene, teli bagnati o simili.

#### **c) Impermeabilizzazioni su piani carrabili**

Particolare attenzione sarà prestata alla perfetta lisciatura del piano di supporto al fine di evitare punzonamenti o trasferimenti di sollecitazioni localizzate conseguenti ai carichi dinamici particolari.

Il manto impermeabile dovrà essere perfettamente ancorato al supporto al fine di evitare scivolamenti e conseguenti corrugamenti del manto stesso e della protezione in presenza di carichi di frenate, potrà essere quindi realizzato come segue:

- verrà dato uno strato di primer da 400 gr/mq sul quale si eseguirà un spalmatura di bitume in ragione di 1200 gr/mq, La posa del manto in PVC plastificato spessore 2 mm, come descritto al punto A comma 1), verrà eseguita posando le guaine sulla spalmatura di bitume secondo le linee di massima pendenza agli eventuali opportuni ancoraggi nelle testate terminali. Le giunzioni saranno realizzate, curando sempre di sovrapporre un margine non inferiore a 5 cm del rotolo successivo.

#### A) CAPPE DI ASFALTO NATURALE

La cappa asfaltica per impermeabilizzazione di superfici di qualunque forma e dimensione avrà normalmente lo spessore di mm 8 e dovrà essere stesa su apposito massello di sottofondo, costituito da gretonato di calce e pozzolana o da calcestruzzo cementizio magro, accuratamente costipato e rifinito in modo da ottenere superfici regolari, ma ruvide.

Nel caso di strutture in calcestruzzo cementizio, la cappa asfaltica sarà applicata direttamente sulla superficie da trattare opportunamente regolarizzata, ben pulita.

In ogni caso, se le strutture portanti sono in metallo ovvero in c.a. ordinario o precompresso ed è prevedibile la formazione in superficie di microfessure, è opportuno far precedere all'applicazione del manto impermeabilizzante una stesa di circa 600 gr/mq di bitume liquido o di emulsione bituminosa (con esclusione delle emulsioni acide).

Ad evitare la formazione di bolle, si dovrà porre, fra il sottofondo e lo strato impermeabilizzante, carta al bisolfito di calcio da 50 gr/mq e da 70 gr/mq o cartonfeltro bitumato da 200 gr/mq, i cui fogli, ai margini, dovranno essere sovrapposti per almeno 8 - 10 cm ed incollati tra loro con emulsione bituminosa o bitume caldo.

In tale ultima circostanza è bene che la struttura impermeabilizzante non resti indipendente dal supporto, al fine di evitare una possibile formazione di un piano di scorrimento; in particolare la carta deve essere perforata con fori di circa 4 mm di diametro che impegnino in totale il 15% circa della superficie complessiva.

La miscela asfaltica normalmente verrà preparata sul luogo d'impiego, usando caldaie costituite da focolare e recipienti di fusione completamente indipendenti con o senza agitatori meccanici, e durante la cottura, dovrà essere continuamente rimescolata e mantenuta ad una temperatura non eccedente i 180°C per evitare il pericolo di dannose carbonizzazioni.

La miscela sarà posta in opera a temperature comprese tra i 150 e i 180 °C e lisciata a mezzo di spatole di legno o con idonei mezzi meccanici, per evitare la formazione di sacche d'aria e per conferire la dovuta compattezza ed il necessario spessore allo strato impermeabilizzante.

La stessa sarà fatta in giornate asciutte e a zone, limitate sul lato libero da righello di ferro di opportuno spessore, che serve da guida al posatore ed assicura la costanza dello spessore.

Per le riprese dei bordi delle successive zone, se il materiale al bordo non è sufficientemente caldo, si verserà il materiale caldo lungo tutta la linea d'attacco allo scopo di riscaldare la malta già stesa e quindi si procederà a stendere il nuovo materiale per la successiva zona.

All'innesto di pareti verticali con quelle orizzontali saranno realizzati opportuni raccordi che impegnino ciascuna delle sue pareti per non meno di 5 cm.

La composizione percentuale in peso della miscela sarà la seguente:

- mastice d'asfalto: 93 - 94%
- bitume: 6 - 8%

Il mastice d'asfalto proverrà dalla macinazione di rocce asfaltiche, aventi tessitura regolare ed intimamente impregnate di bitume, la cui percentuale non dovrà essere inferiore al 6% rispetto al peso complessivo della roccia.

Il mastice di asfalto sarà di norma confezionato in pani del peso ciascuno di circa 25 Kg con un contenuto di bitume di circa il 15% in peso.

L'indice di plasticità del mastice di asfalto naturale, misurato a mezzo dell'apparecchio Wilson, a 25°C, dovrà essere compreso fra 50 e 80 dmm.

Il bitume estratto dal mastice d'asfalto naturale presenterà un contenuto di asfalteni compreso tra il 20 e il 30% di peso.

L'aggregato minerale del mastice d'asfalto naturale dovrà presentare, in via di massima, la seguente granulometria:

- passante al setaccio N. 10 ASTM (mm 2) in peso 100%;
- passante al setaccio N. 80 ASTM (mm 0,177) in peso 60%;

- passante al setaccio N. 200 ASTM (mm 0,074) in peso 30 - 50%.

In luogo del mastice di roccia asfaltica, la Direzione dei Lavori potrà consentire l'impiego di polvere di roccia asfaltica contenente bitume naturale nella misura non inferiore al 6%.

Potrà essere consentito "bitume di petrolio", proveniente cioè dalla distillazione distruttiva dei prezzi di petrolio ed eventualmente anche di tipo "ossidato".

I bitumi predetti dovranno presentare, secondo le condizioni climatiche locali, una penetrazione Dow a 25°C variabile da 40 - 50 dmm ad 80 - 100 dmm, e rispondere a tutte le caratteristiche fissate nelle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

A protezione e ad integrazione della cappa asfaltica sopra descritta, potrà essere steso un successivo strato avente la seguente composizione:

- mastice d'asfalto: 60% - 45%;
- sabbia e graniglia (1 - 3 mm): 35% - 45%;
- bitume: 7% - 10%,

nella quale le quantità di bitume saranno stabilite in funzione della granulometria dell'inerte, mentre la qualità del bitume sarà analoga a quella impiegata nel primo strato.

Nella stesa del secondo strato si avrà cura di sfalsare i giunti o, meglio, procedere all'applicazione in senso normale a quello seguito per il primo strato.

## B) CAPPE DI ASFALTO SINTETICO

### 1. Materiali.

Quando ordinato dalla Direzione Lavori, l'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante l'applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

legante: dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad oppure in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali o gomme termoplastiche del tipo approvato dalla Direzione Lavori. I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione. Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela di inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico. Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v} \quad \text{in cui:}$$

v = log 800 - log penetrazione a 25°C

u = temperatura di P e A (°C) -25

filler: dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 UNI (ASTM N. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30 - 35% in peso sulla miscela di inerti. Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40/50 filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P e A di almeno 15°C superiore a quello del bitume puro;

sabbia: dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale o di frantumazione di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65 - 50% in peso sulla miscela di inerti;

miscela finale: la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 e il 23%. Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5 e il 7% ( $V_b - v = 5 - 7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115°C. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130°C.

L'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei

materiali componenti compresi i primers di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di mm 10 e massimo di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

## **2. Modalità di applicazione.**

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da olii, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia); prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere, pertanto, ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50-55% e da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P e A 85 - 90°C), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/mq nel primo caso e di 0,45 - 0,50 Kg/mq nel secondo. Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 300 °C (+ 10°C); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno. Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrice particolarmente studiate e attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro, e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8°C.

Il mastice asfaltico deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta, che si riproducono sulla cappa impermeabilizzante, dovranno essere portate a livello, in seguito, dopo completamento dell'impermeabilizzazione, mediante riempimento con lo stesso materiale che si userà per la pavimentazione (conglomerato bituminoso tipo binder debitamente rullato o asfalto colato che dovrà essere solo colato, distribuito e livellato con frattazzi di legno); sulla superficie così riprofilata, si provvederà poi alla stesa della pavimentazione definitiva.

Sulla parete interna dei coronamenti (Cordoli o parapetti in calcestruzzo) dovrà essere applicata a caldo, previa mano di ancoraggio con primer, una guaina prefabbricata, armata con non tessuti in poliestere del peso minimo di 350 g/mq e impregnata con mastici bituminosi, che verrà poi sigillata e risvoltata per almeno 25 cm sulla cappa di mastice di asfalto e per almeno 10 cm sul bordo del coronamento nel caso dei cordoli; nel caso dei parapetti in calcestruzzo la guaina verrà incollata sulla superficie inclinata del parapetto adiacente alla soletta per un'ampiezza tale da essere completamente ricoperta dalla pavimentazione definitiva (binder ed usura o asfalto colato).

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciolga con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

La scelta tra i due sistemi di finitura (guaina o mastice preformati) spetterà insindacabilmente alla Direzione Lavori.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in calcestruzzo, con degli stucchi epossidici, ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso. In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 140°C in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

## **3. Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico**

La confezione del mastice di asfalto verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire. Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1<sup>A</sup> procedura

- a) premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 210-230°C
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anch'esso preventivamente portato alla temperatura di 150-160°C
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 minuti
- d) scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (Cooker) coibentata munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 minuti, alla temperatura di 200-210°C, onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler

2<sup>A</sup> procedura

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 200°C, per almeno 30 minuti, fino a ottenere l'intima miscela del bitume col filler
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento, a temperatura di 200-210°C, fino a ottenere un impasto perfettamente omogeneo e uniforme.

La scelta delle procedure sarà sottoposta alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anch'esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

## **C) GUAINE BITUMINOSE ARMATE CON NON TESSUTI IN POLIESTERE**

### 1. Modalità di messa in opera

Il manto impermeabilizzante potrà essere realizzato con guaine preformate di larghezza non inferiore a un metro, i cui costituenti rispondano, per caratteristiche meccaniche e quantità, alle normative stabilite nel seguito.

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in prossimità dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto A.

Tali guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (Sormonti) di costruzione. Il manto impermeabile potrà anche essere realizzato con guaine costruite in opera, dopo la stesa del primer, spruzzando il legante a temperature non inferiori ai 180°C o 230°C, secondo la stagione e il tipo di legante, con idonei fusori, prima e dopo la messa in opera del non tessuto; in questo caso le strisce di non tessuto dovranno avere una larghezza non inferiore ai 2 metri per ridurre il numero dei giunti. L'Impresa potrà proporre alla Direzione Lavori, alla quale spetta insindacabilmente la scelta finale, il sistema di realizzazione con guaine preformate o con guaine costruite in opera.

Si adotteranno, su disposizione della Direzione Lavori, le masse bituminose e non tessuti di volta in volta adatti (seguendo le prescrizioni date nel seguito), a seconda delle caratteristiche degli impalcati e delle condizioni climatiche presenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

Nel caso di impiego delle guaine preformate si adotteranno secondo il parere insindacabile della Direzione Lavori, uno dei due diversi metodi di messa in opera, usando per ognuno di essi un tipo apposito di guaina preformata (vedi anche punto 2d).

#### 1° metodo di stesa

Guaina messa in opera direttamente sul primer. Si adotterà indicativamente nel caso di solette lisce regolari, ben asciutte e stagionate, con temperature medie diurne dell'aria non minori di 10°C.

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 4-5 mm, dei quali 2-3 mm (\*) di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto col primer, ad un massimo di 0,5 mm, sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

#### 2° metodo di stesa

Guaina messa in opera dopo una spalmata di circa 1 Kg/mq della stessa massa bituminosa che la costituisce (anche diluita con un massimo di 20% di bitume 60/70), sopra il primer d'attacco alla soletta. Si adatterà indicativamente nel caso di solette con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura diurna dell'aria minore di 10°C.

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 3-4 mm; dei quali 1-2 mm di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto con la massa spalmata in precedenza e un massimo di 0,5 mm (come nel caso precedente), sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 4-5 mm; la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta (2 Kg/mq, misurati, con le modalità descritte nel seguito per il primer).

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato), e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 Kg/cmq, in permeometro, a 60°C, per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

## 2. Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione degli stessi

Per ogni tipo di guaina da impiegare dovranno essere forniti da parte dell'Impresa:

- n. 1 rotolo di guaina preformata;
- n. 2 metri quadrati, con l'indicazione dei sensi longitudinali e trasversali, della sola armatura non impregnata e la indicazione della casa produttrice nonché delle caratteristiche tecniche da essa dichiarate con una descrizione sommaria dei metodi di prova serviti a determinarle.

---

(\*): Un mm di spessore della massa bituminosa corrisponde ad una quantità della stessa

Per le guaine non preformate dovranno essere forniti 5 Kg di massa bituminosa ed il non tessuto.

Dovranno inoltre essere forniti per ambedue i tipi di guaine (preformate o no) 1 Kg del primer che si intende usare come mano d'attacco con i solventi eventualmente necessari alla sua diluizione e la descrizione delle modalità di impiego.

Al termine delle prove e sulla base dei risultati ottenuti, verrà attribuito ad ogni tipo di guaina il punteggio dalla somma dei valori indicati nel seguito; zero punti nel caso di prova o caratteristica positiva e 2 o più punti (fino a 10), nel caso di prova o caratteristica negativa.

Le guaine che avranno totalizzato 10 o più punti saranno ritenute non idonee per l'impiego autostradale.

Si riportano nel seguito dettagliatamente le caratteristiche richieste, le modalità di prova e d'impegno dei materiali costituenti e delle guaine preformate.

### **a. Primer**

Primer di adesione alle superfici in calcestruzzo cementizio costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P e A 85 -90 °C), additivato di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, olii grassi e polveri, o rese tali.

La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 e il 50% in relazione alle condizioni della soletta.

La quantità di primer messo in opera sarà compresa tra 350 e 500 gr/mq. L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 Kg/cmq, misurati in senso perpendicolare a quest'ultima di -1 Kg/mq (prova di trazione), e velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 20°C (5°C).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" Ford 4 a 25°C dovrà essere compresa tra 20 e 25 sec. (Primer con 50% di residuo secco).

La messa in opera delle guaine verrà effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

### **b - Massa bituminosa**

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con capolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri, purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Sarà escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale; la presenza di questa ultima nella massa bituminosa comporterà l'assegnazione di 10 punti alla guaina che la contiene.

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

MI - punto di rammollimento P e A (°C)	M2 - punto di rottura Fraas (°C)	M3 - penetrazione (dmm) (con peso di 100 gr) a 25°C
130 - 140	- 15	20 - 30

La non rispondenza a queste caratteristiche comporterà l'assegnazione di 4 punti per ognuna delle precedenti prove (MI, M2, M3) non soddisfatte.

### c - Armatura

Sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate.

Saranno anche ammesse guaine con armature miste, non tessuto in poliestere e rete o velo di vetro (o altro materiale non putrescibile), in questo caso però la guaina verrà penalizzata di 2 punti.

Le prove sull'armatura saranno effettuate su campioni che siano stati in precedenza tenuti in aria calda (180°C), senza tensione per 10 minuti.

Le caratteristiche dell'armatura dopo tale condizionamento saranno:

A1 - Resistenza alla punzonatura a 40°C (tempo di condizionamento di 15 minuti), su dischi liberi del solo non tessuto per un diametro di 10 cm e punzone sferico 0 5 min. Velocità di avanzamento del punzone 25 mm/min; 5 punzonature per campione, su due campioni. Valore finale ottenuto dalla media dei due valori a loro volta medie di 5:

- non inferiore a 15 Kg.

Qualora i valori risultino inferiori a 15 Kg la guaina verrà penalizzata di 4 punti.

A2 - Peso dell'armatura. Il peso del solo non tessuto dovrà essere non inferiore ai 300 gr/mq, per utilizzazioni su impalcati lisci o resi tali con l'impiego di bocciardature o riprese con malte di resina. Per impalcati con irregolarità superficiali superiori al centimetro sotto regolo di 1 m saranno usate armature più pesanti, fino a 450 gr/mq. L'utilizzazione di guaine di peso diverso dal minimo prescritto

dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

La presenza di non tessuti di peso inferiore ai 300 gr/mq comporterà la eliminazione della guaina (punto 10):

- le armature dovranno inoltre avere variazioni dimensionali (tra -30°C e +200°C) minori del 3%;

- punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiore a 250°C;

- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microrganismi (immarcescibilità);

- perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

La carenza di uno dei requisiti precedenti comporterà ugualmente l'eliminazione della guaina che usi quel tipo di armatura (punti 10).

### d - Guaina completa (preformata o costruita in laboratorio)

La guaina impermeabile completa avrà le seguenti caratteristiche:

- posizione asimmetrica dell'armatura (anche quella di tipo misto) rispetto la massa bituminosa che sarà di spessore di circa 0,5 mm nella parte superiore, a contatto con il conglomerato bituminoso, e nella parte inferiore di spessore pari a:

1° metodo di stesa:  $\div 2 \div 3$  mm, se la guaina è messa in opera direttamente sul primer (spessore complessivo guaina e  $4 \div 5$  mm).

2° metodo di stesa:  $\div -1 \div - 2$  mm se la messa in opera della guaina è preceduta dopo la stesa del primer da una spalmata della stessa malta bituminosa costituente la guaina, in ragione di circa 1 Kg/mq (spessore complessivo guaina  $3 \div 4$  mm).

(In ambedue i casi lo spessore complessivo dell'impermeabilizzante in opera sarà di  $4 \div 5$  mm).

- Posizioni dell'armatura diverse da quella prescritte porteranno all'eliminazione della guaina stessa (punti 10).

G1: Prova di piegatura a 5°C (eseguita dopo condizionamento per almeno due ore in ambiente a temperatura controllata, e nel tempo di 15 secondi dall'estrazione del campione da questo ambiente), attorno ad un tondino di acciaio 0 10 mm, anch'esso condizionato a 5°C, fino a far combaciare i bordi, su due campioni di 10x10 cm.

La prova sarà eseguita piegando i campioni in senso longitudinale e trasversale, dalla parte col massimo ricoprimento di massa bituminosa. In quest'ultima non dovranno formarsi fessure nette. Qualora la prova risulti negativa la guaina sarà eliminata (punti 10).

G2: Resistenza a trazione nei due sensi (longitudinale e trasversale), su strisce larghe 8 cm e di lunghezza non superiore a 17 cm:

velocità di trazione 25 mm/min;

temperatura 20+5 °

resistenze (medie di tre prove).

G2L: In senso longitudinale 110Kg/cm<sup>2</sup>

allungamento (%)

maggiore del 30% e minore del 70%

G2T: In senso trasversale 60 Kg/cm<sup>2</sup>

allungamento (%) maggiore del 30% e minore del 70%

Qualora non risultino soddisfatti il valore di resistenza o di allungamento o entrambi, per ciascuna delle due prove verrà applicata alla guaina una penalizzazione di 5 punti.

G3: Punzonamento a caldo (40°C con tempo di condizionamento di 15 minuti) su dischi liberi per un diametro di 10 cm e punzone sferico 0 5 mm, dal lato superiore delle guaine:

velocità di avanzamento del punzone 25 mm/min;

5 punzonamenti per campione, su due campioni.

Valore finale ottenuto dalla media dei due valori a loro volta medie di 5:

- non inferiore a 15 Kg

Qualora non venga raggiunto il valore prescritto, la guaina verrà penalizzata di 8 punti.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori, sui materiali effettivamente messi in opera. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o riconosciuto in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

#### D) MANTO IN P.V.C. PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI SUPERFICI INTERRATE

Il rivestimento impermeabilizzante di murature entroterra e cunicoli sarà costituito da uno strato impermeabile in membrana di P.V.C, spessore mm 1.2 ottenuto per estensione in un unico spessore resistente alle aggressioni biologiche. La membrana in P.V.C, possiederà le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- massa aerica spessore 1,2 mm	1,5 kg/mq	UNI 8202/7
- carico a rottura (V=500 mm/min)	18,5 MPa	UNI 5819
- allungamento e rottura	380%	UNI 5819
- stabilità dimensionale a caldo	< 0,5%	UNI 8202/17
- piegatura a freddo	<40°C	UNI 8202/15
- impermeabilità all'acqua	imper.	UNI 8202/21
- resistenza al punzonamento statico	PS5	UNI 8202/11
- resistenza al punzonamento dinamico	Pd3	UNI 8202/12

#### E) STRATO DI SEPARAZIONE, COMPENSAZIONE O SCORRIMENTO

Lo strato di separazione e/o scorrimento, che dovrà essere posato secondo la stratificazione stabilita nei disegni originali di progetto, sarà costituito da feltro in tessuto non tessuto sintetico polipropilenico, agugliata da fiocco con le seguenti caratteristiche:

- grammatura	g/mq 800	g/mq 400
- - spessore	mm 7	mm 3,3
- res. punzonatura	N 6000	N 3300
- res. alla trazione (valore minomi garantito)	N/5cm 1800	N/5 cm 950
- permeabilità verticale valore K a 0,02 bar	cm/s 3.10-1	cm/s 4.10-1

valore K a 1 bar	cm/s 4.10-1	
valore Ka2bar	cm/s 5.10-2	cm/s 6.10-2
- permeabilità orizzontale		
valore K a 0,02 bar	cm/s 6.10-1	cm/s 8.10-1
valore K a 1 bar	cm/s 1.10-1	cm/s 1.10-1
valore Ka2bar	cm/s 7.10-2	cm/s 8.10-2
- portata d'acqua verticale		
carico idraulico di 10 cm a:		
0.02 bar	1/smq60	1/s mq 121
1 bar	1/s mq 40	1/s mq 60
2 bar	1/s mq 20	1/s mq 52

Potranno essere richiesti feltri in tessuto non tessuto di grammatura diversa da quelli qui sopra descritti a seconda delle esigenze di progetto.

#### F) BARRIERA AL VAPORE

La barriera al vapore di cui alla presente specifica potrà essere costituita dai seguenti materiali:

1. strato di polietilene spessore 0,4 mm
2. Manti con armatura metallica

Membrana con armatura metallica in lamina di alluminio goffrato (8/100 di mm) e da un compound bituminoso formato da una miscela stabilizzata di bitumi distillati, elsatomeri, plastomeri. La membrana si spessore mm 3-r4 dovrà possedere un'elevata resistenza meccanica, al punzonamento e alla perforazione e dovrà avere le seguenti caratteristiche verificate in base ai metodi di prova previsti dalle norme UNI 8202.

- resistenza alla trazione:

- carico di rottura	4/N	L=45	T=26
- allungamento	% L = 3,6	T = 3,2	
- flessibilità a freddo	°C -10		
- scorrimento a caldo	mm < 1		
- impermeabilizzazione all'acqua	impermeabile		
- comportamento all'acqua:	assorbimento	% < 1	
- permeabilità al vapor d'acqua	praticamente nullo		

#### G) ISOLANTI

L'isolante adottato per opere di cui alla presente specifica sarà costituito da:

1. Pannelli in polistirene espanso

La protezione dell'impermeabilizzazione dei muri controterra sarà ottenuta con la posa a secco di pannelli in polistirene espanso spessore 40 mm densità 20 kg/mc.

I pannelli dovranno rispettare i requisiti prescritti dalla norma UNI 7819/78: "Polistirene espanso in

#### H) MEMBRANA IN PVC PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI COPERTURE CARRABILI

Per l'impermeabilizzazione di viadotti o coperture con pericolo di infiltrazioni di olii e a contatto con bitumi e catrami, sarà utilizzata una membrana di spessore mm 2,0 in PVC plastificato ottenuta per estrusione con impiego di plastificanti polimerici ed avente un'alta resistenza agli idrocarburi in genere (benzine, olii, gasolio, kerosene, ecc.) secondo le norme UNI 8313. La membrana avrà le seguenti caratteristiche fisico-chimiche:

- massa areica	sp. 2,0 mm	> 2 kg/mq	UNI 8202/7
- carico a rottura		20 MPa	UNI 8202/8
(provetta a clessidra)			
- allungamento a rottura		320%	UNI 5819
- stabilità dimensionale a caldo			
6 h a 80° C		< 0,5%	UNI 8202/17
- piegatura a freddo			
(mandrino diam. 2 mm)		< -40° C	UNI 8202/15
- impermeabilità all'acqua			

(6 h con 50 m H <sub>2</sub> O)	impermeab.	UNI 8202/21
- resistenza al punzonamento statico	Ps 5	UNI 8202/11
- durezza Shore A	80° Shore	UNI 4916

### I) GUAINA AUTOADESIVA PER PIANI CARRABILI

Membrana autoadesiva impermeabilizzante atta all'applicazione sotto i manti bituminosi di viadotti stradali e capace di sopportare le sollecitazioni dei veicoli in frenata grazie all'adesione della membrana sia al supporto sottostante sia al manto bituminoso che la sovrasta. La membrana dovrà essere costituita da un tessuto di polipropilene spalmato con un composto autoadesivo di bitume polimero. La membrana dovrà sopportare anche le sollecitazioni trasmesse dalle vibrofinitrici impiegate per la posa del binder bituminoso. In particolare il materiale dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Prodotto base	Tessuto a maglia di polipropilene		
spessore prodotto base	mm	0,45	
spessore adesivo	mm	1,50	
spessore totale	mm	1,80	
peso	kg/m <sup>2</sup>	1,7	
proprietà meccaniche e funzionali	Metodi di prova	U.M.	Dati
resistenza a trazione della membrana	BS 2782 Met.320	N/cm	350
allungamento	BS 2782 Met.320	%	50
resistenza a perforazione	ASTM E154	N	900
aderenza	ASTM D1000	N/cm	40
permeabilità al vapor d'acqua	BS3177	g/m <sup>2</sup> /24 h	0,40
resistenza al vapore	-	MN/s/j	513
penetrazione acqua nei giunti	MOAT 5.1.4	%	nulla
stabilità dimensionale: longitudinale	MOAT 5.1.6 (70°C)		nessun movimento
laterale			nessun movimento

## ART. 20

### DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

#### DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE

La demolizione della parte della sovrastruttura 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.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo sempre a giudizio della D.L. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0,5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla D.L. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori che potrà autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla D.L. e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La demolizione degli strati bituminosi potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla D.L.; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione

del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

Le pareti dei giunti sia longitudinali sia trasversali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

#### **DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

### **ART. 21**

#### **SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

### **ART. 22**

#### **FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc..., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ente appaltante.

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

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'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 subeorticali 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.

## **ART. 23** **SOVRASTRUTTURA STRADALE**

### **Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo articolo 2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

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

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea 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.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dall' ANAS S.p.A..

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli indicati, sugli elaborati progettuali.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori eseguirà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

## A) STRATI DI FONDAZIONE

### 1. FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE.

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

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, 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 del 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.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 ÷ 100
Crivello 25	60 ÷ 87
Crivello 10	35 ÷ 67
Crivello 5	25 ÷ 55
Setaccio 2	15 ÷ 40
Setaccio 0,40	7 ÷ 22
Setaccio 0,075	2 ÷ 10

- 1) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 2) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 3) 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 (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);
- 4) 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. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm$  2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

<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.

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 I), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### **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<sup>3</sup>.

Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,20 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 i 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%, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, 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 asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la

---

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

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

dove :

- $d_r$  densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata in laboratorio
- $d_i$  densità della miscela inerte
- $P_c$  peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
- $x$  percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nei casi di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensioni superiori a 35 mm, compresa fra il 25 e il 40 %. In tale caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm)

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.

## 2. FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO.

### a) Descrizione.

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

### b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

#### *Inerti*

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti :

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti :

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	72 ÷ 90
Crivello 15	53 ÷ 70
Crivello 10	40 ÷ 55
Crivello 5	28 ÷ 40
Setaccio 2	18 ÷ 30
Setaccio 0,40	8 ÷ 18
Crivello 0,18	6 ÷ 14
Setaccio 0,075	5 ÷ 10

- 1) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 2) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 3) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri che verranno effettuati dalla Direzione dei Lavori.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5\%$  fino al passante al crivello 5 e di  $\pm 2\%$  per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### *Legante*

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

#### *Acqua*

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### **c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito.**

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

#### *Resistenza*

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. -U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

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

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana"<sup>1</sup> non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### **d) Preparazione.**

---

<sup>1</sup> Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma_2 = \frac{2P}{\pi dh}$$

con:

- $\sigma_2$  = resistenza trazione in N/mm<sup>2</sup>;
- P = carico di rottura in Kg;
- d = diametro del provino cilindrico in cm;
- h = altezza del provino cilindrico in cm.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

**e) Posa in opera.**

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C nè sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C ÷ 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

**f) Protezione superficiale.**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

**g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione.**

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento

definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre  $\pm 20\%$ ; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la compressione e 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

## B) STRATO DI BASE

### a) Descrizione.

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. i delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore compreso tra 8 e 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

### b) Materiali inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione dei Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito :

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durezza, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito :

- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti :

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

### c) Legante.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60÷70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 ÷ 80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1.00 e + 1.00 :

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 550v}{u + 50v}$$

dove :

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log(800) - log(penetrazione bitume in dmm (a 25°C.))

#### **d) Miscela**

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,40	6 ÷ 20
Crivello 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

#### **e) Controllo dei requisiti di accettazione.**

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ±5% e di sabbia superiore a ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,30%.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

#### **f) Formazione e confezione delle miscele.**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,50 %.

#### **g) Posa in opera delle miscele.**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,50 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

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

Nella stesa di dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

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

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. nr. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga metri 4.00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm; il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## C) STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

### a) Descrizione.

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

### b) Materiali inerti.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti :

*Per strati di collegamento:*

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,50 %.

*Per strati di usura:*

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,50 %;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare :

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nei caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### **c) Legante.**

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

**d) Miscela.**

*1) Strato di collegamento (binder)*

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso :

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,40	7 ÷ 25
Crivello 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti :

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg.
- Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.
- La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

*2) Strato di usura*

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso :

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante. % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 ÷ 100
Crivello 5	43 ÷ 67
Setaccio 2	25 ÷ 45
Setaccio 0,40	12 ÷ 24
Crivello 0,18	7 ÷ 15
Setaccio 0,075	6 ÷ 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80% ; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti :

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli in fase sia dinamica sia statica, anche sotto le più alte temperature estive
- b) sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza
- c) valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. nr. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1000 N [100 Kg]
- d) il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- e) La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.
- f) La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- g) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- h) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa
- i) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poichè la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

**e) Controllo dei requisiti di accettazione.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

**f) Formazione e confezione degli impasti.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

**g) Attivanti l'adesione.**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori :

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

## D) TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatare delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

### a) **Trattamento con emulsione a freddo.**

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dmc 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dmc 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonchè, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, si da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

### b) **Trattamento con bitume a caldo.**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/mq di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari saranno eseguiti, con la stessa tecnica, a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa mc 1,20 per 100 mq, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle 14 tonnellate, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzuole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

#### **c) Trattamento a caldo con bitume liquido.**

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione  $100 \div 120$  e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo VII delle norme del 1957 del C.N.R.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai  $15^{\circ}\text{C}$  si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli  $8^{\circ}\text{C}$ .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi, da parte dell'Amministrazione Appaltante, presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di  $1 \text{ Kg/mq}$  previo suo riscaldamento a temperatura tra i  $100^{\circ}\text{C}$  e  $110^{\circ}\text{C}$  entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà alla sparsa della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto della sparsa, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc..., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Appaltatore provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

## **ART. 24 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>. Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto dall'Amministrazione prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati nr. 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti da parte della Direzione dei Lavori a prove di compressione e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura e spese della D.L., saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm<sup>2</sup>), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,50. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per mc di sabbia.

## **ART. 25 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO DI SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA**

### **Generalità.**

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura e spese della D.L., saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

### **a) Canalette.**

Saranno costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm 50x50x20 e spessore di cm 5, secondo i disegni tipo di progetto. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dal fosso di guardia fino alla banchina. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa avrà cura di infiggere nel terreno nr. 2 tondini di acciaio Ø 24, della lunghezza minima di m. 0,80.

Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta in modo da impedire lo slittamento delle canalette stesse. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante apposito imbocco da eseguirsi in calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 250, prefabbricato o gettato in opera. La messa in opera di tali spezzoni si ritiene compensata nella voce di fornitura e posa dell'elemento.

La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.

#### **b) Mantellate di rivestimento scarpate.**

Le mantellate saranno composte da lastre di cm 25x50, spessore di 5 cm, affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto, dove verrà inserita l'armatura di acciaio tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale.

Le lastre costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in calcestruzzo vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di una lastra per ogni partita di 500 lastre o fornitura numericamente inferiore. Dovranno essere usati stampi metallici levigati affinché la superficie in vista delle lastre risulti particolarmente liscia e piana e gli spigoli vivi.

I bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro. L'armatura metallica incorporata nella mantellata dovrà essere composta da barre tonde lisce di acciaio del tipo Fe B 32 k del diametro di 6 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura nei giunti stessi.

L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione. Le lastre dovranno essere sigillate l'una all'altra con malta di cemento normale dosata a Kg 500, previa bagnatura dei giunti, liscia a cazzuola in modo tale da rendere i detti giunti pressoché inavvertibili.

Durante i primi giorni il rivestimento dovrà essere bagnato, onde permettere alla malta di fare una presa razionale e, se occorre, dovrà essere ricoperto con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4 ÷ 5 metri trasversalmente all'asse del canale in modo da interrompere la continuità del rivestimento. Lo spazio risultante dal giunto sarà riempito con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche e tale da aderire in maniera perfetta alle lastre cementizie. Nella scelta del bitume si dovrà avere particolare cura, onde evitare colamenti.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

#### **c) Mantellate in grigliato articolato.**

Saranno formate da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo vibrato avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, opportunamente armato con tondini di acciaio Fe B 32 K del diametro di mm 6. Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di mantellata per ogni partita di 500 elementi o fornitura numericamente inferiore. Ogni elemento avrà dimensioni di circa mq 0,25, con naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro, che consentano di ottenere una mantellata continua ed articolata in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa; lo spessore dell'elemento sia compreso fra i 9 ed i 10 cm e di peso tra i 30 e 35 Kg cadauno, in modo da ottenere una superficie di mantellata con peso di Kg 120 ÷ 140 per mq.

Ogni elemento dovrà presentare un congruo numero di cavità a tutto spessore la cui superficie globale risulti fra il 35% ed il 40% dell'intera superficie dell'elemento stesso. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato, da utilizzarsi in quelle particolari posizioni ove siano previsti sforzi di trazione specie in corrispondenza di cambiamento di pendenza del rivestimento. Potranno essere richiesti inoltre pezzi speciali per la protezione di superfici coniche.

La posa in opera sarà realizzata, previa regolarizzazione e costipamento delle superfici di posa, con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale e la semina con idonei miscugli di specie erbacee.

**d) Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati.**

Saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> ed armato con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12 x 12 in fili di acciaio del Ø mm 5.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore. Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza piolla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

**ART. 26**

**SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE**

Le aiuole, sia costituenti lo spartitraffico sia le aiuole in genere, verranno sistemate con una coltre vegetale, fino alla profondità prescritta e previa completa ripulitura da tutto il materiale non idoneo. Il terreno vegetale di riempimento dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee od arbustive permanenti, come pure lo sviluppo di piante a portamento arboreo a funzione estetica.

In particolare il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti, ecc...

Il terreno sarà sagomato secondo i disegni e dovrà essere mantenuto sgombero dalla vegetazione spontanea infestante, come pure non dovrà venire seminato con miscugli di erbe da prato. L'operazione di sgombero della vegetazione spontanea potrà essere effettuata anche mediante l'impiego di diserbanti chimici, purché vengano evitati danni alle colture adiacenti o a materiali di pertinenza della sede stradale, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Il terreno per la sistemazione delle aiuole potrà provenire da scavo di scoticamento per la formazione del piano di posa ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

**ART. 27**

**LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE E OPERE IN VERDE**

La delimitazione delle aree da rivestire con mano vegetale, oppure da sistemare con opere idrauliche, estensive od intensive, ed i tipi di intervento saranno determinati di volta in volta che dette superfici saranno pronte ad essere sistemate a verde.

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possano verificarsi prima degli impianti a verde; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a propria cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

**A) PREPARAZIONE AGRARIA DEL TERRENO**

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare un'accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno, ed in particolare si prescrivono le seguenti operazioni :

**a) Lavorazione del terreno.**

Sulle scarpate di rilevato, la lavorazione del terreno, dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera. Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

#### **b) Concimazioni.**

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi :

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 800 Kg per ettaro;
- concimi azotati: titolo medio 16% - 400 Kg per ettaro;
- concimi potassici: titolo medio 40% - 300 Kg per ettaro.

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui al precedente punto a).

Quando la Direzione dei Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati, o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione dei Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito ed, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto - fosforo - potassio precisato.

Da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima della esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che ditale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

## B) PIANTAMENTO

Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'Impresa è libera di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

La piantagione verrà effettuata a quinconce, a file parallele al ciglio della strada, ubicando la prima fila di piante al margine della piattaforma stradale.

Tuttavia, ove l'esecuzione dei lavori di pavimentazione della strada lo consigli, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che l'impianto venga eseguito in tempi successivi, ritardando la messa a dimora delle file di piante sulle banchine, o prossime al ciglio delle scarpate. Per tale motivo l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso o nuovo prezzo.

Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- a) piante a portamento erbaceo o strisciante (*Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lonicera sempervirens*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*) cm 25;
- b) piante a portamento arbustivo (*Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucaliptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*) cm 50.

Le distanze medie sopra segnate potranno venir modificate in più o in meno, in relazione a particolari caratteristiche locali, specie per quanto riguarda la ubicazione geografica e la disponibilità idrica del terreno destinato all'impianto.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

Quando venga ordinata dalla Direzione dei Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle fissate dalle Norme Tecniche, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.

In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 80 cm, in modo che lo sviluppo completo delle piantine a portamento strisciante, con la deflessione dei rami in basso, possa ricoprire la superficie sottostante delle scarpate ove il terreno risulta sterile.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica dell'"imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc..., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessaria al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non possano essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine. In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

C) SEMINE

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione dei Lavori a suo insindacabile giudizio, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semine di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifita stabile.

A parziale modifica di quanto prescrive al comma A)b) per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi previsti dal medesimo comma A)b).

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Specie	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
	Chilogrammi per ettaro				
Lolium Italicum	-	23	14	30	-
Lolium perenne					
Arrhenatherum elastius	30	-	-	-	20
Dactylis glomerata	3	25	14	12	-
Trisetum flavescens	7	5	3	-	-
Festuca pratensis	-	-	28	20	-
Festuca rubra	10	7	9	6	-
Festuca ovina	-	-	-	-	6
Festuca heterophilla	-	-	-	-	9
Phleum pratense	-	7	7	12	-
Alopecurus pratensis	-	12	11	16	-
Cynosurus cristianus	-	-	-	-	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	-	6	4	4	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1
Bromus erectus	-	-	-	-	15
Bromus inermis	40	-	-	-	12
Trifolium pratense	8	5	6	-	-
Trifolium repens	-	7	4	4	-
Trifolium hybridum	-	-	-	-	-
Medicago lupulina	3	-	-	6	6
Onobrychis sativa	-	-	-	-	40
Anthyllis vulneraria	10	-	-	-	3
Lotus corniculatus	6	-	2	6	3
Sommano kg	120	120	120	120	120

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 120 Kg.

I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella sopra riportata. In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente :

Miscuglio n. 1 : in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.

Miscuglio n. 2 : in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.

Miscuglio n. 3 : in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.

Miscuglio n. 4 : in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.

Miscuglio n. 5 : in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venir effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguale, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venir battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura.

Analogha operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

#### D) SEMINA DI MISCUGLIO DI SPECIE PREPARATORIE E MIGLIORATRICI SU TERRENI DESTINATI AD ESSERE PIANTATI A TALEE

Nei tratti di scarpata con terreni di natura facilmente erodibile dalle acque di pioggia, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che sulle scarpate stesse, su cui possono essere già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, venga seminato un particolare miscuglio di erbe da prato avente funzione preparatoria e miglioratrice del terreno, e nello stesso tempo funzione di rinsaldamento delle pendici contro l'azione di erosione delle acque.

Per questo tipo di semina valgono le norme contenute al precedente comma, mentre le specie componenti il miscuglio saranno le seguenti :

- Trifolium pratense per ettaro Kg 25
- Trifolium hybridum per ettaro Kg 12
- Trifolium repens per ettaro Kg 25
- Medicago lupulina per ettaro Kg 12
- Lotus corniculatus per ettaro Kg 26

#### E) SEMINA MEDIANTE ATTREZZATURE A SPRUZZO E PROTEZIONE CON PAGLIA

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. Il sistema sarà impiegato in tre diverse maniere e precisamente :

- a) impiego di miscuglio di seme, concime granulare ed acqua;
- b) impiego di miscuglio come al precedente punto a) ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc...;
- c) impiego di miscuglio come al precedente punto a) e successivo spandimento di paglia.

Con il primo sistema saranno impiegati gli stessi quantitativi di concime granulare e sementi previsti ai precedenti comma A)b) e comma c) del presente articolo, mentre il sistema previsto al punto b) prevede l'impiego di identico quantitativo di seme e concime con aggiunta di scarto di cellulosa o bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici di scarpate.

In particolari settori, sempre secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, alla semina effettuata con il primo sistema seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine adatte allo scopo, che consentano contemporaneamente la spruzzatura di emulsione bituminosa. La quantità di paglia impiegata per ettaro di superficie da trattare sarà 500 Kg, mentre quella di emulsione bituminosa, avente la funzione di collante dei fucelli di paglia, sarà 120 Kg per ettaro.

#### F) PROTEZIONE DI SCARPATE MEDIANTE RIMBOSCHIMENTO CON SPECIE FORESTALI

In tutti quei settori di scarpata ove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno, l'Impresa provvederà ad eseguire un vero e proprio rimboschimento; questo verrà attuato con l'impiego di sementi di specie forestali, come : Robinia pseudoacacia, Ailanthus glandulosa, Ulmus campestris, Coryllus avellana, Sorbus sp. pl., ecc...

Nei limitati tratti di scarpata o di pertinenza stradale ove i terreni si presentano di natura limosa o paludosa, specie nelle depressioni o sulle sponde di vallette, l'Impresa provvederà al rinsaldamento del terreno mediante l'impianto di talee di pioppo, di salice o di tamerice.

Queste dovranno risultare di taglio fresco ed allo stato verde, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 1,5 e dovranno essere delle specie od ibridi spontanei nelle zone attraversate.

L'impianto sarà effettuato a file e con disposizione a quinconce, con la densità di 4 piantine o talee per m<sup>2</sup> di superficie, in modo che la distanza tra ciascuna piantina o talea risulti di cm 50.

Anche per l'intervento di rimboschimento, previsto nel presente articolo, valgono le norme di manutenzione e cure colturali previste nei vari articoli delle presenti Norme Tecniche.

#### G) RIVESTIMENTO IN ZOLLE ERBOSE

Dove richiesto dalla Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, il rivestimento delle scarpate dovrà essere fatto con zolle erbose di vecchio prato polifita stabile.

Le zolle saranno ritagliate in formelle di forma quadrata, di dimensioni medie di cm 25 x 25, saranno disposte a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, e dovranno risultare assestate a perfetta regola d'arte in modo che non presentino soluzione di continuità fra zolla e zolla.

Il piano di impostazione delle zolle dovrà risultare debitamente costipato e spianato secondo l'inclinazione delle scarpate, per evitare il cedimento delle stesse.

Nei casi in cui lo sviluppo della scarpata, dal ciglio al piano di campagna superi m. 2,50, l'Impresa avrà cura di costruire, ogni m. 2 di sviluppo di scarpata, delle strutture di ancoraggio, per evitare che le zolle scivolino verso il basso, per il loro peso, prima del loro radicamento al sottostante terreno vegetale.

Queste strutture avranno la forma di graticciate e saranno costruite con paletti di castagno del diametro minimo di cm 4 infissi saldamente nel terreno per una profondità di cm 40 e sporgenti dallo stesso per cm 10, posti alla distanza di cm 25 da asse ad asse, ed intrecciati per la parte sporgente fuori terra con verghe di castagno, nocciolo, carpino, gelso, ecc., con esclusione del salice e del pioppo.

Nei casi particolari, ove il rivestimento in zolle debba essere sagomato a cunetta per lo smaltimento delle acque di pioggia, che si preveda si raccolgano sul piano viabile, l'Impresa avrà cura di effettuare un preventivo scavo di impostazione delle zolle, dando allo scavo stesso la forma del settore di cilindro, con le dimensioni previste per ciascuna cunetta aumentate dello spessore delle zolle. La cunetta dovrà risultare con la forma di un settore di cilindro cavo, con sviluppo della corona interna di cm 80 ÷ 120 a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori ed una svasatura di cm 15 ÷ 20. Essa si estenderà dal margine della pavimentazione fino al fosso di guardia, comprendendo quindi anche il tratto di banchinetta, fino al ciglio superiore della scarpata.

Le banchine stradali, o dei rami di svincolo, in quei tratti ove sono state costruite, lungo le scarpate, le cunette di scarico di acque piovane, o dove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà opportuno vengano costruite, saranno incigliate con zolle erbose, allo scopo di convogliare le acque piovane verso le stesse canalette di scarico.

A tal fine, ai margini della pavimentazione stradale, lungo la banchina, saranno sistemate le zolle con ampiezza minima di cm 30, in modo che formino cordone continuo.

Il piano di impostazione delle zolle dovrà essere debitamente congruato, in modo che il cordolo in zolle risulti di altezza costante e precisamente di cm 5 superiore al piano di pavimentazione, compreso il manto di usura, e con inclinazione verso il ciglio di scarpata pari al 4%.

L'incigliatura dovrà inoltre essere rinfiancata al lato esterno con terra vegetale in modo che la banchina risulti della larghezza prevista in progetto.

#### H) SERRETTE IN FASCINE VERDI

Dovranno essere formate con fascine di virgulti di salice, tamerice, pioppo e simili che avranno un diametro di mm 25 e metri 1 di lunghezza. I paletti di castagno senza corteccia, a testa piana segata dalla parte superiore e a punta conica in quella inferiore, avranno una lunghezza di m 1,10 e diametro medio di cm 7.

Il fissaggio della fascina ai paletti sarà eseguito con filo di ferro ricotto a doppia zincatura del n. 15 e cambrette zincate a punta tonda del n. 16/30.

Le serrette, con l'impiego dei materiali di cui sopra, saranno formate disponendo le fascine in cordoli (le punte a monte), a piani sovrapposti e con rientranza di cm 20 ogni cordolo, fissati mediante legatura in croce di filo di ferro in testa ai paletti e con rinverdimento di talee di salice, pioppo, tamerice, ecc... (15 talee per metro quadrato), da risarcire fino al completo attecchimento. Ogni metro quadrato di serrette si riferisce alla superficie sviluppata verso valle, compreso pure il maggior onere per la formazione e rifinitura dello stramazzo e degli eventuali piccoli arginelli in terra battuta alle spalle delle serrette stesse.

#### I) GRATICCI IN FASCINE VERDI

Saranno eseguiti impiegando gli stessi materiali delle serrette, mediante terrazzamento del terreno, larghezza terrazzata m 1,20, avente pendenza contropoggio, e con paletti infissi per m 0,60 nel terreno, alla distanza di m 0,50 l'uno dall'altro, disponendo i cordoli di fascine, alti circa cm 50 fuori terra, con le punte verso monte e con legature in croce di filo di ferro zincato, fissate a mezzo di cambrette in testa ai paletti. Subito a monte, e nella massa di fascine miste a terra, dovrà ottenersi un ulteriore rinverdimento con talee di salice, ecc..., da risarcire fino a completo attecchimento.

#### L) PROTEZIONE DI SCARPATE MEDIANTE VIMINATE

Nei tratti di scarpate, ove il terreno si presenti di natura argillosa e ove si prevedano facili smottamenti, l'Impresa dovrà effettuare l'impianto di talee di *Hedera helix* o di *Lonicera sempervirens*, secondo tutte le norme previste nei commi precedenti e provvedendo inoltre ad effettuare l'impianto di graticciate verdi per consolidamento temporaneo, allestite in modo da evitare lo smottamento della falda.

La graticciata risulterà formata da cordone unico, continuo, salvo eventuali interruzioni per grossi trovanti lasciati in posto, e risulterà inclinata rispetto alla linea d'orizzonte di  $250 \div 300$ ; la distanza fra cordonata e cordonata sarà di m 1,20, salvo diverse indicazioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

La graticciata in particolare sarà formata con i seguenti materiali :

##### a) Paletti di castagno

della lunghezza minima di m 0,75 con diametro in punta di cm 6. Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza di m 0,60 in modo che sporgano dal terreno per 15 cm e disposti a m 2,00 da asse ad asse.

##### b) Paletti di salice

della lunghezza minima di m 0,45 e del diametro di cm 4 in punta, infissi nel terreno per m 0,30 in modo che sporgano dal terreno per cm 15. Essi saranno messi alla distanza di m 0,50 da asse ad asse, nell'interspazio tra un paletto di castagno e l'altro.

##### c) Talee di salice

della lunghezza media di m 0,40 e del diametro di cm 2, infisse nel terreno per la profondità di cm 25, in modo che sporgano dallo stesso per soli 15 cm. Esse saranno disposte su due file nel numero di 6 per ogni 50 cm di cordonata, rispettivamente fra un paletto di castagno e uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, tra fila e fila, di 10 cm.

##### d) Verghe di salice

da intrecciarsi a mo' di canestro, tra le talee di salice e i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticciato con camera interna. Le verghe di salice saranno della lunghezza massima possibile e di diametro massimo di cm 2 alla base.

La graticciata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto dell'ampiezza di cm 10x10, lungo la cordonata. L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di cm 25 di altezza, di cui cm 10 entro terra. Dopo effettuato l'intreccio delle verghe, l'Impresa avrà cura di effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nello stesso tempo, la terra nell'interno dei due intrecci. Le viminate potranno essere costituite, secondo ordine della Direzione dei Lavori, da un solo intreccio. In tale caso i paletti di castagno saranno infissi alla distanza di m 1.00 da asse ad asse, mentre l'altro materiale sarà intrecciato e sistemato come nel caso delle viminate doppie.

#### M) CURE COLTURALI

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qualvolta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

La Direzione dei Lavori, a tal fine, potrà prescrivere all'Impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e trasportata fuori della sede stradale entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione sulla sede stradale di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione di essi sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato, e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc..., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite da manto vegetale.

E' compreso nelle cure colturali anche l'eventuale annacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento, e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Impresa, oltre quanto previsto nei prezzi di Elenco.

#### **N) PULIZIA DEL PIANO VIABILE**

Il piano viabile dovrà risultare al termine di ogni operazione di impianto, o manutentorio, assolutamente sgombro da rifiuti; la eventuale terra dovrà essere asportata dal piano viabile facendo seguito con spazzolatura a fondo e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

In particolare, la segnaletica orizzontale che sia stata sporcata con terriccio dovrà essere accuratamente pulita a mezzo di lavaggio.

#### **M) PRESCRIZIONI PER LA FORNITURA DI ALBERI ED ARBUSTI ED ERBACEE PERENNI E SEMENTI**

Le piante alberi, arbusti ed erbacee perenni e le sementi dovranno pienamente rispondere ai requisiti ed alle caratteristiche tecniche seguenti:

##### **a) ALBERI A FOGLIA CADUCA**

Dovranno essere integre nella conformazione della chioma di modo che una volta poste a dimora non necessitino di ulteriori potature e con apparato radicale fascicolato (zollate e trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le giuste regole vivaistiche in relazione alla età della pianta e con l'ultima lavorazione alle radici risalente a non più di tre anni).

Fino a circonferenza cm. 12/15 almeno 1 trapianto

Fino a circonferenza cm. 20/25 almeno 2 trapianti

Fino a circonferenza cm. 30/35 almeno 3 trapianti

##### **b) ALBERI SEMPREVERDI**

Dovranno essere integre nella conformazione della chioma di modo che una volta poste a dimora non necessitino di ulteriori potature e con apparato radicale fascicolato (zollate e trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le giuste regole vivaistiche in relazione alla età della pianta e con l'ultima lavorazione alle radici risalente a non più di tre anni).

Fino ad altezza di m. 2/2,50 almeno 1 trapianto e con circonferenza del tronco sufficientemente sviluppata.

Fino ad altezza di m. 3,50/4 almeno 2 trapianti e con circonferenza del tronco sufficientemente sviluppata.

Fino ad altezza di m. 5/6 almeno 3 trapianti e con circonferenza del tronco sufficientemente sviluppata.

##### **c) ARBUSTI A FOGLIA CADUCA**

Vengono richiesti esemplari giovani (c.n. cespugli normali) che non abbisognano di trapianti supplementari in vivaio. Nel caso di piante adulte (c.f. cespugli forti o + di h> m 1.50) valgono le norme di cui al punto (a).

##### **d) ARBUSTI SEMPREVERDI**

Vengono richiesti esemplari giovani fino a m 1,00/2,00 che non abbisognano di trapianti supplementari in vivaio. Per esemplari più grandi valgono le norme di cui al punto (b).

##### **e) PIANTE ERBACEE PERENNI**

Vengono richiesti esemplari di almeno 1 anno di età con parte aerea ben formata e con apparato radicale fascicolato e ben sviluppato.

##### **f) SEMENTI**

Le sementi dovranno essere fornite in confezioni idonee alla loro conservazione e sopra la confezione dovrà essere indicata la composizione del miscuglio nelle varie percentuali, la percentuale di germinabilità e la data del confezionamento.

Tutte le piante alberi, arbusti, erbacee perenni fornite dovranno rispondere alle misure riportate in progetto sia per l'altezza che per la circonferenza (che si intende misurata all'altezza m.1 dal colletto). E per le sementi dovranno essere rispettate le percentuali prescritte.

Tutti gli alberi dovranno essere forniti di apparati radicali preparati con juta a contatto della zolla e rete metallica non zincata sopra la juta o con rete metallica non zincata con sopra il "Plan-plast". Gli arbusti tutti forniti di zolla o in vaso, dovranno essere consegnati con imballo come per le alberature. Le erbacee, tutte fornite in vaso, dovranno essere consegnate con apposito imballo.

Tutte le essenze fornite dovranno presentarsi in condizioni fisiologiche normali e non presentare attacchi parassitari, di qualunque genere in atto.

I prezzi per la fornitura debbono essere intesi per piante poste a dimora a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni seguenti.

## **N) PRESCRIZIONI PER LA MESSA A DIMORA DI ALBERI, ARBUSTI, ERBACEE PERENNI E TAPPETI ERBOSI**

### **a) MESSA A DIMORA DELLE ALBERATURE**

La messa a dimora delle piante dovrà seguire le seguenti fasi operative:

- l'apertura della buca deve avere un diametro superiore di cm. 40 al diametro della zolla e una profondità superiore di cm. 20 all'altezza della zolla; se l'apertura della buca viene eseguita con mezzo meccanico, la buca dovrà essere risagomata manualmente
- immissione di terreno sminuzzato sul fondo della buca o in caso di scarso drenaggio immissione di materiale drenante per uno spessore di cm. 20
- posa in opera dei tre pali tutori, che dovranno essere di legno trattato in autoclave e delle dimensioni medie di diametro cm 5/7 e dell'altezza di m. 3,00 (prescrizioni specifiche scritte possono consentire anche pali di castagno pelati e appuntiti delle stesse dimensioni), i pali saranno posti in verticale dovranno essere saldamente infissi sul fondo della buca e vincolati tra loro per mezzo di terzanelle tagliate della misura idonea e inchiodate agli stessi, la pianta dovrà essere protetta nel punto di legatura e i legacci dovranno essere di materiale idoneo, i pali saranno posti a terra ogni 1/3 di circonferenza.
- la pianta, la quale dovrà essere preventivamente liberata dal materiale di imballaggio della zolla (nel caso di juta e rete il materiale d'imballo potrà essere lasciato, basterà slegare la juta e tagliare la rete sulla circonferenza alta della zolla; nel caso di rete e "plan-plast" occorrerà togliere il plan-plast e tagliare la rete come sopra descritto) verrà posta a dimora sul fondo della buca, facendo ben attenzione che il colletto sia in posizione corretta rispetto al piano di campagna, tenendo conto dell'assestamento del terreno stesso. La pianta dovrà essere perfettamente perpendicolare.
- l'humus, ricavato dal compostaggio della sostanza vegetale, verrà mescolato con il terreno di risulta dallo scavo della buca nella misura del 25%.
- il concime organico (bovini o equini) maturo, disidratato e pellettato dovrà essere mescolato, nella misura del 5%, con il terriccio che andrà messo in opera nella parte alta del riempimento della buca.
- l'operazione di riempimento della buca avverrà immettendo il terreno di risulta, preventivamente sminuzzato e mescolato con l'humus e il concime (come descritto ai punti e ed f), fino a quando la buca sarà colma.
- formazione della scodella intorno alla pianta, facendo nuovamente attenzione all'altezza dal colletto.
- legatura della pianta ai pali tutori tenendo conto delle prescrizioni cautelari già citate.
- annaffiatura abbondante dell'albero, riempiendo d'acqua almeno tre volte la scodella.

### **c) MESSA A DIMORA DEGLI ARBUSTI**

La messa a dimora degli arbusti dovrà seguire le seguenti fasi operative:

- preparazione preliminare del terreno mediante fresatura, con fresa trainata, alla profondità di cm 15\20.
- l'apertura della buca deve avere un diametro di cm.20 superiore al diametro della zolla e una profondità di cm.10 superiore all'altezza della zolla.
- immissione sul fondo della buca, per uno spessore di cm.10 di uno strato di terreno sminuzzato o di materiale drenante a seconda dei casi.
- l'arbusto, preventivamente liberato dal materiale d'imballo della zolla(nel caso di juta e rete il materiale d'imballo potrà essere lasciato, basterà slegare la juta e tagliare la rete sulla circonferenza alta della zolla; nel caso di rete e "plan-plast" occorrerà togliere il plan-plast e tagliare la rete come sopra descritto), verrà sistemato nella buca, facendo attenzione alla posizione del colletto, tenendo conto dell'assestamento del terreno stesso, secondo la posizione naturale della pianta
- l'humus, ricavato dal compostaggio della sostanza vegetale, verrà mescolato con il terreno di risulta dallo scavo della buca nella misura del 25%.

- il concime organico (bovini o equini) maturo, disidratato e pellettato dovrà essere mescolato, nella misura del 5%, con il terriccio che andrà messo in opera nella parte alta del riempimento della buca.

l'operazione di riempimento della buca avverrà immettendo il terreno di risulta, preventivamente sminuzzato e mescolato con l'humus e il concime (come descritto ai punti e ed f), fino a quando la buca sarà colma.

- si sistemerà superficialmente il terreno, livellandolo, intorno alla buca per mezzo di zappa o rastrello facendo sempre attenzione al colletto

- si toglierà l'imballaggio della chioma dell'arbusto.

- si innaffierà abbondantemente il terreno facendo cadere, l'acqua, a pioggia, anche sulla chioma.

- una volta messi a dimora gli arbusti, dopo aver steso l'impianto di irrigazione a goccia, si eseguirà la pacciamatura, tecnica di difesa e copertura del piede degli arbusti, con vari materiali che vanno dalle stuoie in amido di mais completamente biodegradabili, ai dischi pacciamanti di feltro o di cocco, alla corteccia di abete.

#### **d) MESSA A DIMORA DELLE PIANTE ERBACEE**

La messa a dimora delle piante erbacee dovrà seguire le seguenti fasi operative:

- preparazione preliminare del terreno mediante fresatura alla profondità di cm. 15 con fresa trainata.

- spargimento sulla superficie di humus, ricavato dal compostaggio della sostanza vegetale.

- spargimento sul terreno di concime organico (bovini o equini) maturo, disidratato e pellettato

- interrimento di materiali (alle voci 2 e 3) alla profondità di cm.8 mediante fresa semovente.

(N.B. le voci 1,2,3,4, per piccole superfici o per superfici scomode, devono essere sostituite con la seguente operazione:

- splateamento del terreno per una profondità di cm. 10, il terreno così recuperato va miscelato con humus e concime; l'operazione di miscelatura può essere eseguita a mano o mediante betoniera; il terriccio, fino ed omogeneo, dovrà essere reimmesso sulla superficie splateata livellato e leggermente pressato, quindi innaffiato a pioggia fine e lasciato riposare 2 o 3 giorni in modo che si assesti uniformemente prima di passare all'operazione successiva).

- la messa a dimora dell'erbaea dovrà essere eseguita per mezzo di trapianto a paletta.

- il terreno intorno all'erbaea dovrà essere sistemato a mano o con piccole zappe o rastrelli, in modo che abbia un aspetto uniforme e omogeneo.

- una volta messe a dimora le erbacee, si eseguirà la pacciamatura, tecnica di difesa e copertura del piede delle erbacee, con stuoie in amido di mais completamente biodegradabili, ma permeabili.

- si innaffierà il tutto con annaffiatura a pioggia molto fine ma abbondante.

#### **e) MESSA A DIMORA DEL TAPPETO ERBOSO**

La messa a dimora del tappeto erboso dovrà seguire le seguenti fasi operative:

- spargimento mediante nebulizzazione di soluzione diserbante sistematico (Round - up kg. 1 x litri 50 di acqua x 1000 mq .) per l'eliminazione erbe infestanti.

- fresatura con attrezzo, fresa coltivatrice rotativa, azionata da trattrice; da eseguirsi per una profondità di cm. 15/20 effettuando due passaggi incrociati e conferendo al terreno un ottimo piano di semina, senza affioramento di ciottoli, erbacce, radici e materiali vari

- rastrellatura, raccolta e trasporto a rifiuto dei materiali, affioranti.

- coprire il terreno con uno strato di humus, sabbia lavata di Po, concime organico (bovini o equini) maturo, disidratato (la concimazione può essere effettuata anche contemporaneamente alla semina).

- la semina sarà eseguita meccanicamente con idonea macchina plurioperatrice che esegue le seguenti operazioni: fora, semina, interra il seme, rulla il terreno e può anche distribuire il concime.

- si dovrà irrigare la superficie a pioggia molto fine.

- il primo sfalcio andrà eseguito quando il tappeto avrà raggiunto l'altezza di cm. 6/8.

**O) OBBLIGHI DELL'IMPRESA DURANTE IL PERIODO DI GARANZIA; PRESCRIZIONI PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA SUCCESSIVA ALL'IMPIANTO**

Il buon esito di un impianto dipende essenzialmente dalle cure praticate dopo la messa a dimora, sono pertanto richiesti i seguenti interventi di manutenzione:

**- ALBERATURE**

- a. Per tutta la durata del periodo la scodella dovrà essere tenuta pulita dalle erbacee, controllando l'eventuale presenza di attacchi parassitari.
- b. Ogni tre mesi dovranno essere verificati gli ancoraggi al fine di controllarne il buon funzionamento affinché non siano causati danni per strozzature alle alberature.

**- ARBUSTI**

- a. Per tutta la durata del periodo la pacciamatura degli arbusti dovrà essere tenuta pulita dalle eventuali piante infestanti che dovessero nascervi.
- b. Gli arbusti verranno controllati periodicamente per eliminare rami secchi o spezzati, accertarsi di eventuali attacchi parassitari.

**- ERBACEE PERENNI**

- a. Per tutta la durata del periodo, si dovrà provvedere alla pulizia delle erbe infestanti.
- b. Le erbacee verranno controllate periodicamente per accertarsi di eventuali attacchi parassitari.

**- TAPPETI ERBOSI**

- a. La ditta appaltatrice dovrà tenere pulito il prato da erbe infestanti concorrenziali, e controllato per accertarsi di eventuali attacchi parassitari.

**- RISARCIMENTI**

- a. Durante tutta la durata del periodo, le essenze che dovessero seccare o danneggiarsi irrimediabilmente per varie cause, ad esclusione delle calamità naturali, dovranno essere sostituite dalla ditta appaltatrice, senza che questa debba pretendere compensi extra.

**- TRATTAMENTI**

- a. Nel periodo di manutenzione dovrà essere provveduto a cura della ditta fornitrice trattamenti anticrittogamici e antiparassitari a secondo delle prescrizioni della direzione lavori.

**P) INIZIO E TERMINE DEI LAVORI**

L'impresa appaltatrice avrà la facoltà di procedere ai lavori nel modo e nei tempi ritenuti da essa più convenienti per consegnarli perfettamente compiuti entro il termine contrattuale, purché questi non risultino, a giudizio della direzione, eseguiti in modi e tempi pregiudizievoli alla buona riuscita delle opere. Pertanto la direzione lavori si riserverà il diritto di sospendere i lavori in qualsiasi momento, come pure di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo in conformità alle esigenze tecniche delle opere in appalto. L'impresa appaltatrice non potrà rifiutarsi, né chiedere speciali compensi.

**Q) DISPOSIZIONI SPECIALI**

L'impresa appaltatrice dovrà mettere a dimora gli alberi e gli arbusti esattamente posizionati come nel progetto e/o secondo indicazioni della D.L.

L'impresa appaltatrice dovrà consegnare a dimora gli alberi e gli arbusti rispondenti ai requisiti prescritti. A tale scopo, l'impresa stessa, dovrà far visionare in vivaio, alla direzione lavori, un campione unico per ogni tipo di pianta offerta. La direzione lavori si riserva di accettare, a suo insindacabile giudizio, anche i campioni mancanti di uno o più requisiti richiesti.

La ditta fornitrice delle piante è tenuta a preavvisare tempestivamente, prima di ogni invio, la direzione lavori, in modo che la stessa possa indicare il luogo di scarico e quanto è necessario per la ricezione ed il controllo della merce fornita.

**R) COLLAUDO**

Il collaudo delle opere fornite potrà essere eseguito anche parzialmente durante la fase vegetativa; il collaudo definitivo verrà fatto non prima di sei mesi e concluso entro e non oltre il periodo di manutenzione richiesto (un anno).

L'impresa appaltatrice si impegna a fornire la garanzia di attecchimento fino a collaudo eseguito.

## **ART. 28**

### **MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CALCESTRUZZO AUTOBLOCCANTI**

I marciapiedi e lo spartitraffico saranno costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso delle dimensioni risultanti dai disegni di progetto.

Saranno forniti in elementi di lunghezza non inferiore a 0,50 m, salvo i tratti di curva od i pezzi speciali, che potranno avere lunghezza diversa.

Gli elementi saranno conformati con apposite nicchie e rilievi che consentono il perfetto incastro autobloccante degli elementi ed un perfetto allineamento degli stessi.

La classe di resistenza del calcestruzzo impiegato per la confezione degli elementi non dovrà essere inferiore a 350 Rck; il cls dovrà inoltre essere leggermente armato.

Le superfici calpestabili degli elementi prefabbricati avranno finitura rigata a 45°, mentre le altre superfici dovranno presentarsi perfettamente lisce, prive di cavillature, nidi d'ape e irregolarità e dovranno inoltre avere una tonalità di colore costante.

Gli elementi saranno posati uno accanto all'altro senza essere ancorati al suolo; dovrà essere particolarmente curata l'aderenza tra un elemento e l'altro ed il loro perfetto allineamento.

## **ART. 29**

### **DRENAGGI**

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

#### **A) DRENAGGI O VESPAI TRADIZIONALI**

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo per fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori.

La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

#### **B) DRENAGGI CON FILTRO IN "GEOTESSILE"**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali", punto y).

I vari elementi di "geotessile" dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore dei "geotessili", a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul supporto) in ragione di almeno 2 Kg/mq. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "geotessile" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in

modo da far aderire il più possibile il "geotessile" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il "geotessile" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

### **ART. 30 GABBIONATE**

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare n. 2078 del 27 agosto 1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.; saranno di forma prismatica o cilindrica e costituiti da maglie esagonali a doppia torsione. Le dimensioni del filo delle maglie e dei tiranti, nonché il peso e le capacità dei gabbioni, verranno precisati, volta a volta, dalla Direzione dei Lavori. I fili metallici della maglie, quelli per le cuciture ed i tiranti avranno zincatura forte, in ragione di  $260 \div 300$  g. per ogni mq di superficie zincata e dovranno corrispondere alle Norme di cui alla Circolare summenzionata.

Le prove sui materiali dei gabbioni e sulla zincatura saranno eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme stabilite dalla circolare sopra citata.

Il riempimento delle gabbionate verrà effettuato con pietrame e ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete), collocati a mano; le facce in vista saranno lavorate come prescritto per la muratura a secco e con analogo onere di pagamento.

Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riunenti le opposte pareti e quelli riunenti le testate con le pareti.

### **ART. 31 STRUTTURE IN TERRA RINFORZATA CON RETE METALLICA**

#### **A) STRUTTURE IN TERRA RINFORZATA CON SCARPATA INFERIORE A 70°**

La struttura di sostegno in terra rinforzata rinverdibile, dovrà essere realizzata con elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mmq e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2,70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq. L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa DIN 50010 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo dovrà essere ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldato con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con pendenza 2:1, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, dovranno essere posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Dal fornitore dei materiali di rinforzo dovrà essere rilasciata una certificazione che i prodotti forniti risultano coperti da polizza assicurativa prodotto per danni contro terzi e per danno da inquinamento accidentale con massimali non inferiori rispettivamente a 2.5 milioni di Euro.

A tergo del paramento esterno inclinato dovrà essere posto del terreno vegetale per uno spessore di almeno 50 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 c.ca 30-35 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera dovrà essere eseguita una idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre ai semi e collante, elevate quantità di materia organica e mulch.

## **B) STRUTTURE IN TERRA RINFORZATA CON PARAMENTO SUB-VERTICALE IN GABBIONI**

La struttura di sostegno in terra rinforzata dovrà essere realizzata con elementi di armatura planari orizzontali, realizzati in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mmq e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq. L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa DIN 50010 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo dovrà essere ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm. Il paramento dovrà essere costituito da un elemento scatolare di sezione 1m x 1m, realizzato risvoltando frontalmente la rete metallica a doppia torsione e collegandola posteriormente con un diaframma di chiusura, solidale con l'elemento di rinforzo orizzontale, in tal modo l'elemento sarà realizzato conferendo continuità, senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo. Gli elementi scatolari dovranno essere provvisti di barre di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate (filo di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura e di un diaframma centrale. Si dovrà prevedere un adeguato geosintetico con funzione di filtro da utilizzare come interfaccia fra l'elemento scatolare e il rilevato strutturale retrostante; a tale scopo si dovrà utilizzare un geotessile non tessuto termosaldato a filo continuo, in filamento copolimero di polipropilene-polietilene di massa areica 135 g/mq. Montato lo scatolare costituente il paramento esterno verrà realizzato il riempimento con elementi litoidi di adeguato peso specifico, aventi diametro superiore a quello della maglia della rete, non friabili né gelivi. Gli elementi di rinforzo contigui dovranno essere posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mmq. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Dal fornitore dei materiali di rinforzo dovrà essere rilasciata una certificazione che i prodotti forniti risultano coperti da polizza assicurativa prodotto per danni contro terzi e per danno da inquinamento accidentale con massimali non inferiori rispettivamente a 2.5 milioni di Euro.

A tergo dello scatolare costituente il paramento esterno si dovrà provvedere alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa dovrà essere realizzata per strati di altezza pari a c.ira 30 cm e per un totale di 1 m di spessore per ogni strato di rinforzo.

### **ART. 32**

#### **BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma della circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell'11.7.1987 (pubblicata sulla G.U. n. 182 del 6.8.1987), nonché al D.M. del 21.06.2004 in aggiornamento al D.M. del 18.02.1992 n° 223, al D.M. del 15.10.1996, al D.M. LL.PP. del 03/06/98 e del D.M. LL.PP. 11/06/99.

I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. LL.PP. in data 3 Giugno 1998.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. sulla base di certificati di omologazione, esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti degli articoli 8 e 9 del D.M. del 3 Giugno 1998 ovvero nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa l'appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare ha superato con esito positivo, le prove dal vero (*crash - test*) sia di mezzi pesanti sia di autovetture, recando le procedure fissate all'art. 9 del citato D.M. 3 Giugno 1998.

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da Circolare Ministeriale dei LL.PP. n. 4622 del 15.10.96.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. preventivamente all'inizio di tali lavori.

Degli oneri di cui sopra si è tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari. Tutte le barriere dovranno essere identificate con il nome del produttore.

#### A) CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IN ACCIAIO

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm. 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm 300, sviluppo non inferiore a mm 475, modulo di resistenza non inferiore a  $\text{cm}^3$  25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm 32. I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C o doppio T di dimensioni non inferiori a mm 80 x 120 x 80, aventi spessore non inferiore a mm 5, lunghezza non inferiore a m. 1,65 per le barriere centrali e m. 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m. 0,95 per le barriere centrali e m. 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m. 3,60. La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interesse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dalla Direzione dei Lavori.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno le dimensioni opportune.

I sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45 x 100 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivo rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## B) CARATTERISTICHE DEI PARAPETTI METALLICI

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una o più fasce metalliche a doppia e tripla onda, fissata ai sostegni a mezzo di idonei distanziatori, da possibile corrimano in scatolare metallico.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc ... ) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del LL.PP. 4 maggio 1990 - punto 3.1 1.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente prova di crash-test. La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'Impresa dovrà attenersi.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L.

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla Direzione dei Lavori così pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interesse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2.4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia, i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivo rifrangente, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## C) PROVE STATICHE SULLE BARRIERE IN ACCIAIO

Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite dal Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano sulla base delle richieste che ciascuna ditta costruttrice presenterà, in rapporto all'impiego al quale tali barriere devono essere destinate, ed ai dati di calcolo delle barriere stesse forniti dalla ditta costruttrice. Ai fini del controllo, tali prove devono, comunque, essere allegate agli atti di contabilità finale.

## **ART. 33 SEGNALETICA**

### **TRACCIAMENTO E POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con vernice rifrangente da approvarsi dall'Amministrazione Appaltante a mezzo di comprensori a spruzzo e dovranno essere conformi alle disposizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di attuazione:

L'applicazione delle vernici dovrà essere eseguita a spruzzo mediante apposite macchine traccialinee che ne consentano una stesa omogenea ed uniforme, tali macchine se semoventi dovranno essere macchine operatrici così come previsto dall'art.58 del nuovo Codice della strada.

Si prescrive un impiego minimo di 100 g. di vernice per ml. di striscia da cm. 12 e Kg. 1,00 per mq. 1,20 di superficie per segni.

Qualora venga accertato l'impiego di un quantitativo minore di materiale, verrà effettuata la corrispondente variazione percentuale sui prezzi d'elenco, sempre che la lavorazione venga ugualmente accettata.

Tutto il personale ed il materiale di protezione sarà fornito dalla Ditta assuntrice.

Potrà essere richiesta la ripetizione dell'applicazione della segnaletica orizzontale qualora il risultato dei lavori eseguiti non sia soddisfacente secondo il giudizio tecnico dell'Amministrazione.

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite di preferenza con compressori a spruzzo nella misura di Kg. 1 di vernice per mq. 1,20 di superficie.

Il prezzo della posa comprenderà oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale e i dispositivi di protezione necessari ad ogni altro onere e spesa.

Le caratteristiche richieste per le vernici da impiegare sono le seguenti:

#### COLORE

La vernice spartitraffico sarà fornita a richiesta nei colori bianco e giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccazione si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza sfumature di colore grigio e giallo.

La pittura di colore giallo cromo medio.

Non sono ammessi coloranti organici.-

#### PESO SPECIFICO

Il peso specifico a 25° C deve essere per la vernice spartitraffico bianca e gialla da 1,550 a 1,750 Kg./litro.

#### VISCOSITA'

La viscosità a 25 ° C con metodo STORMER - KREBS, dovrà corrispondere da 80 a 90 Ku, sia per la vernice bianca che gialla (metodo ASTM D. 562-55).

#### ESSICCAZIONE

La vernice applicata con normali macchine traccialinee, su normali superfici bituminose, con condizioni di temperatura dell'aria comprese fra i 15 °C e 40°C, umidità relativa non superiore al 70%, dovrà avere un tempo di essiccazione di fuori polvere non superiore a 5 minuti, ed essiccazione totale (apertura al traffico) non superiore ai 30 minuti.

#### COMPOSIZIONE

La vernice spartitraffico deve essere composta con resine sintetiche essiccanti del tipo alchidico nella misura non inferiore al 15% in peso della vernice premiscelata addizionata con clorocaucciù nella misura non inferiore al 20% in peso delle resine ed essere miscelata con perline di vetro.

#### RESIDUO NON VOLATILE

Il residuo non volatile deve essere compreso fra il 77% e l'84% in peso (metodo AM - P.01/11)

#### PIGMENTI

I pigmenti dovranno essere puri.

Per la vernice spartitraffico bianca il pigmento sarà costituito da biossido di titanio nella misura non inferiore al 14% in peso della vernice premiscelata.

Il pigmento della vernice spartitraffico gialla dovrà essere cromato di piombo e la percentuale non dovrà essere inferiore al 12% in peso della vernice premiscelata.

#### SOLVENTI (SOSTANZE VOLATILI)

I solventi contenuti nella composizione della vernice dovranno essere a perfetta norma di legge.

#### RIFRANGENZA

La vernice spartitraffico rifrangente deve essere del tipo premiscelato, cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di lavorazione.

La vernice deve essere perfettamente omogenea, ben dispersa, non presentare grumi o fondi.

Deve essere semipronta all'uso

#### COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO

Le perline di vetro devono essere perfettamente sferiche almeno per il 95%, trasparenti e non presentare soffiature.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce di tungsteno.

Le sfere di vetro non dovranno subire alterazione alcuna alla azione di soluzioni acide tamponate a PH 5-5,3 o di soluzioni normali da cloruro di calcio e di sodio.- La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. Di vernice spartitraffico premiscelata non dovrà essere inferiore al 33% in peso ( metodo AM - P.01/14).

Le sfere di vetro premiscelate dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria:

- perline passanti per il setaccio n. 70 - 100%
- perline passanti per il setaccio n. 80 - 85 - 100%
- perline passanti per il setaccio n. 140 - 15 -55%
- perline passanti per il setaccio n. 230-10%max

Tali prove saranno effettuate secondo le norme ASTM - D - 1155

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,1 e 1,3 mq./kg.

La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione; deve avere buona resistenza all'usura, sia del traffico che degli agenti atmosferici e deve presentare una visibilità e una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

L'impresa dovrà, alla consegna dell'appalto, fornire un campione di almeno Kg. 2,00 delle vernici che intende usare, specificando fabbriche ed analisi.

L'Amministrazione si riserva il diritto di prelevare senza preavviso, dei campioni di vernice all'atto della sua applicazione e di sottoporre tali campioni ad analisi e prove che ritenga opportuno a suo insindacabile giudizio.

All'atto della consegna, la Direzione dei Lavori ordinerà all'Impresa, mediante ordini di servizio scritti, le segnalazioni da eseguire sui singoli tronchi di strade provinciali.

Ultimati i tracciamenti, verranno eseguite le misurazioni e verrà redatto, per ogni gruppo stradale, un verbale nel quale saranno indicate le strade, le superfici verniciate, la particolarità, delle segnalazioni, la data in cui inizierà il compito della manutenzione e quanto altro necessario alla contabilizzazione.

E' facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare all'Impresa, successivamente ed a suo esclusivo giudizio, l'esecuzione di tutte le segnalazioni che riterrà opportune anche su nuove strade che l'Amministrazione assumerà in manutenzione.

L'Impresa non potrà avanzare eccezioni di sorta nè domande di compenso in merito alle variazioni di cui sopra. Le segnalazioni eseguite in forza del presente appalto dovranno essere costantemente mantenute per tutta la durata dell'appalto a cura e spese dell'Impresa e di sua iniziativa, in perfetta efficienza secondo quanto prescritto dalle vigenti norme del Nuovo Codice della Strada.- L'Impresa dovrà perciò provvedere ai necessari rifacimenti, riprese, ritocchi, tutte le volte che ciò si ritenga necessario, perché la compattezza, il disegno, la visibilità, la rifrangenza e in genere, tutti i requisiti delle segnalazioni siano in perfetto ordine.- All'uopo si precisa che l'Impresa assume, con l'appalto, ogni responsabilità in merito.

Nel solo caso che la segnalazione venga cancellata in seguito ai lavori di rifacimento o di manutenzione della pavimentazione, verrà pagato il ripristino, qualora ordinato, ai prezzi di contratto.

La ditta appaltatrice prima di iniziare i lavori dovrà presentare alla D.L. le analisi effettuate sulla vernice che si intende utilizzare e che dovranno rispettare le caratteristiche sopraindicate La D.L. in corso d'opera potrà far eseguire ulteriori analisi sulle vernici impiegate. Le relative spese rimangono a carico della ditta appaltatrice. Qualora dalle analisi effettuate in corso d'opera risultasse che sono state utilizzate vernici che non rispettano le caratteristiche richieste nel presente art. 6

la Ditta Appaltatrice è tenuta, senza indugio, ad eseguire nuovamente tutti i tratti di segnaletica orizzontale eseguiti con vernici difformi.

La mancata riesecuzione dei lavori difformi esonera l'Amministrazione dal pagamento degli oneri dovuti, fatte salve le maggiori responsabilità civili e penali da addebitarsi alla ditta appaltatrice.

## **SEGNALETICA VERTICALE**

### **CARATTERISTICHE TECNICHE PER I SEGNALI ED I SUPPORTI.**

Requisiti tecnici richiesti dal Nuovo Codice della strada e dal relativo regolamento di esecuzione ed attuazione, nonché dai Disciplinari tecnici emendati dal Ministero dei Lavori Pubblici e dalla UNI EN 12899 - edizione Gennaio 2003 circolari ministeriali LL PP N. 3652 del 17/06/1998 e successive integrazioni 1343- 1344 DL 11/03/1999.

## FACCIA ANTERIORE

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto, dovranno essere applicate, a richiesta dell'Amministrazione, ai sensi dell'Art.79 comma 11 del DPR 495 del 16/12/92 e successive modificazioni ed integrazioni, pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Discipinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.95.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante della pellicola retroriflettente e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente. Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada, di cui il DPR 16/12/1992 N.495 e succ. modifiche. L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2 ) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova Installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'Art. 194, comma 1, DPR 16/12/1992 n. 495 e succ.modifiche. L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Discipinare Tecnico approvate da Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

## DEFINIZIONI

### Pellicole

- Pellicole di Classe 1 – a normale risposta luminosa con durata di 7 anni
- Pellicole di Classe 2 - ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni
- Pellicole di Classe 2 speciale - ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni

I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285.

## RETRO DEI CARTELLI

Sul retro dei segnali, di colore neutro opaco, il produttore deve apporre, oltre a quanto previsto dal comma 7 dell'art.77 del DPR 495/92, nello stesso spazio previsto di cmq. 200, il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada approvato con DPR 16/12/ 1992 n. 495, e come modificato dal DPR 16/09/96 n.610. I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di far eseguire a propria cura e spese prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo. Qualora dalle analisi e dalle prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, varrà ad ogni effetto la norma: - la Ditta fornitrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste.

## **ART. 34**

### **IMPIANTI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE**

#### **1. PRESCRIZIONI GENERALI**

a) Tensioni di alimentazione:

gli impianti saranno alimentati con tensione alternata di 380/220 V - 50 Hz per impianti di luce e forza motrice; 24 V per telecomandi.

b) La distribuzione dovrà essere fatta a 5 fili (3 fasi + neutro + terra) per il sistema trifase ed a 3 fili (fase + neutro + terra) per il sistema monofase.

c) La massima caduta di tensione ammessa dal punto di consegna della cabina MT/BT SEA

all'utilizzatore non dovrà essere superiore al 5% e così ripartita fra linee principali di alimentazioni e derivazioni all'utenza:

- per le linee principali 2,5%

- per le tratte secondarie 1,5%

d) Densità massima di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nel circuito, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a tensione nominale della rete BT, la massima densità di corrente ammessa non dovrà superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle U.N.E.L. in vigore.

e) Il dimensionamento dei conduttori dovrà tener presente dei seguenti parametri:

potenza totale installata tensione nominale d'esercizio

coefficiente di contemporaneità pari a 1 per circuiti luce e f.m. ad allacciamento rigido coefficiente di contemporaneità di utilizzo 1

caduta di tensione come al punto e)

portata max come al punto d)

le protezioni devono essere idonee a proteggere i conduttori, in funzione della loro caratteristica e distanza dal quadro all'utilizzatore

f) Coefficiente di riempimento dei tubi in PVC

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 20 mm. sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore a 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo) il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre quanto stabilito da norme di legge non derogabili, le parti, ove non diversamente specificato, faranno riferimento alle norme C.E.I. in vigore; i materiali dovranno essere provvisti di marchio di qualità e conformi alle tabelle U.N.I., in ogni caso dovranno essere sottoposti, per approvazione, alla Direzione Lavori.

#### **2. CONDUTTORI A SEMPLICE ISOLAMENTO**

Sono prescritti conduttori unipolari a corda flessibile (K) di rame ricotto e stagnato isolati in PVC a norma CEI 20.22 e tabella UNEL 35752. Del tipo NO7 V-K.

La sezione minima prevista indipendentemente dai calcoli è di mm<sup>2</sup> 1,5 e l'isolamento minimo ammesso per gli stessi conduttori è del Uo/U 450/750 V. Alle sezioni minime sopra indicate faranno eccezione i conduttori di messa a terra, le cui sezioni dovranno essere tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme C.E.I. e dalle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

#### **3. CAVI**

I cavi saranno del tipo "Retox" NIVV/K o FG5OR 0,6/1 kV non propaganti l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi.

I cavi aventi rispondenza alle norme CEI 20.13, 20.14 e 20.22 saranno adatti per sistemi elettrici di la cat. (tensioni alternate e concatenate fino a 1000V).

a. Colorazione conduttori

Per tutti i conduttori unipolari e/o multipolari le colorazioni ammesse saranno le seguenti:

giallo-verde	=	terra
azzurro	=	neutro
nero-marrone-grigio	=	fasi

Dovranno essere provvisti di apposito collarino numerato alle due estremità, corrispondente ad una tabella di numerazione cavi, da fornire in fase esecutiva.

b. Modalità sulla posa dei cavi

Le linee in cavo come sopra descritte saranno posate sulle passerelle metalliche possibilmente su un solo strato; dovendo necessariamente disporre i cavi in più strati dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

I cavi ogni 50 m di percorso saranno dotati di fascetta identificatrice in materiale plastico.

Nelle cassette di derivazione dove transiteranno più di un circuito verranno indicati i vari circuiti tramite targhette.

Comunque a prescindere dal tipo di posa, dovrà sempre essere garantito lo sfilaggio dei cavi.

Tutti i cavi, sia in arrivo che in partenza, saranno attestati con capicorda di attacco e collegati alle rispettive apparecchiature.

Tutti i conduttori in arrivo alle morsettiere dei quadri saranno provvisti di numero uguale al morsetto a cui andranno allacciati e corrispondenti allo schema elettrico.

Il raggio di curvatura dei cavi non dovrà mai essere inferiore a 10 volte il diametro.

#### 4. CANALINE PORTACAVI

Le canaline portacavi del tipo in acciaio forato a bordo rinforzato ad incastro saranno impiegate per la posa delle linee di distribuzione elettrica e degli impianti speciali e di comunicazione. Le canaline saranno ricavate da lamiera d'acciaio del tipo "zincate a fuoco dopo lavorazione", il procedimento consiste nell'immersione della lamiera tagliata, forata e piegata, quindi, dopo opportuno sgrassaggio, decapaggio e risciacquo in un bagno di zinco fuso del tipo a norme DIN 1706, lo zinco ricoprirà tutta la superficie della lamiera con uno strato variabile da 80 a 100 micron.

La zincatura dovrà essere ripresa in tutte le parti sottoposte a lavorazione in cantiere.

Le canaline saranno fornite in pezzature aventi lunghezza minima di 3 metri con spessore di 2 millimetri, le giunzioni tra le tratte di passerella saranno realizzate mediante due giunti, il tutto sarà successivamente fissato con viti, dadi e rondelle tramite i fori sia delle basi che dei bordi.

I giunti saranno in acciaio zincato con spessore 1,5 mm e base con fori 7 x 40 mm, detti giunti dovranno essere utilizzati sia per il collegamento tra gli spezzoni di passerelle che per la giunzione tra raccordi, curve, derivazioni, variatori di quota ecc.

Le viti saranno in acciaio zincato elettroliticamente UNI 5732 - DIN 5906 o INOX, avranno testa rotonda e bombata 0 12 mm con quadro sotto testa filetto 6 MA x 10, i dadi saranno in acciaio zincato elettroliticamente o INOX con filettature 6 MA, le rondelle saranno in acciaio zincato elettroliticamente o INOX 0 15 mm.

Le passerelle saranno fissate ad apposite mensole, o staffe di supporto, le staffe dovranno essere posate ad una distanza non superiore a 150 cm, con staffe all'inizio e alla fine di ogni traccia, in corrispondenza di cambi di direzione o di pendenza.

L'interasse dei supporti dovrà comunque essere correttamente dimensionato anche quando siano previsti carichi particolarmente gravosi.

Per il fissaggio a soffitto, dove richiesto, verranno utilizzate apposite aste di sospensione realizzate in acciaio zincato a fuoco per immersione, lo spessore della lamiera sarà di 2 mm con fori di ancoraggio 0 13 mm ed asole 19 x 9,5 mm, piedino ad U lunghezza 85 mm con asole da 9 x 20 mm saldato alla contropiastra con ripresa della zincatura.

Nelle tratte in passerella la continuità elettrica sarà garantita, oltre che dalla canarina stessa, da appositi cavallotti di corda di rame isolata di opportuna sezione dotato di capocorda a compressione.

## **5. TUBAZIONI**

Nelle tubazioni di contenimento di cavi e conduttori, le curvature avranno raggio  $>$  di 10 volte il diametro delle tubazioni.

Tutti i cavidotti saranno realizzati mediante scavo, gettata di sottofondazione, posa tubi, gettata di rinfiacco e copertura, e reinterro.

Le tubazioni previste vuote saranno provviste di filo pilota in materiale non soggetto a ruggine.

Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico con una interdistanza massima di 80 cm.

Ogni servizio e ogni impianto anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione. Nelle stesse canalizzazioni sono ammessi solo circuiti diversi, ma appartenenti allo stesso servizio.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 20 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

Le tubazioni dei cavidotti saranno in PVC corrugato serie pesante con giunzioni a bicchiere, anello elastomerico complete di pezzi speciali e distanziatori.

## **6. SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE**

Saranno previste cassette di derivazione in resina poliestere con coperchio fissato a vite completo di guarnizione di tenuta (grado IP 55).

Tutte le scatole saranno contrassegnate sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio od il circuito di appartenenza.

Le tubazioni devono essere posate a filo interno delle cassette con la cura di lisciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio. Nel caso di impianto a vista i raccordi con le tubazioni devono essere esclusivamente eseguiti tramite imbocchi in pressofusione o plastici, secondo quanto prescritto.

## **7. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE PER MONTAGGIO ESTERNO O IN CUNICOLI**

Saranno costituiti da un corpo in resina poliestere rinforzata, robusta ed indeformabile. La coppa di chiusura è in materiale acrilico trasparente.

Ganci di sospensione e chiusura in policarbonato, grado di protezione IP 65. Equipaggiati con lampade da 18 W e da 36 W.

Sono prescritti alimentatori per accensione con starter. I reattori dovranno portare, in modo indelebile, inalterabile con l'uso e chiaramente visibile, le seguenti indicazioni:

tipo e marca di fabbrica tensione,

frequenza e corrente nominale di alimentazione,

potenza nominale e tipo della lampada per cui sono previsti,

schema di collegamento, indicante chiaramente l'utilizzazione di ogni morsetto

## **8. LAMPADE FLUORESCENTI TUBOLARI**

Sono prescritte lampade da 36 W, con temperatura di colore 4200 K, con efficienza luminosa 3200 lumens per il buon confort visivo e per resa di colori. Ogni lampada dovrà contenere le indicazioni seguenti:

tipo e marca di fabbrica

- potenza nominale in Watt

- colore nominale definito in gradi K

- sistema di accensione

- contrassegno del CEI

## **9. PROIETTORI PER TORRIFARO**

I proiettori stagni IP 65 per una lampada tubolare a vapori di sodio ad alta pressione da 1000 W o per lampade a vapori di alogenuri metallici da 1000 W, saranno composti da: un corpo in lega leggera di alluminio silicio magnesio estruso e passivato da ossidazione anodica, altamente resistente alla corrosione; opportuni accorgimenti permetteranno internamente lo scorrimento e l'ancoraggio del blocco ottico ed esternamente il fissaggio della forcella di sostegno e di orientamento; un cristallo frontale termoresistente della classe VHR inamovibile, fissato al corpo tramite guarnizioni in gomma ai siliconi, tale cristallo sarà garantito resistente all'urto frontale provocato dalla caduta libera da 5 metri di altezza di una sfera di acciaio del peso di 227 grammi, norme americane A.S.A.Z. 26.1.1966; un blocco ottico ad emissione concentrante in alluminio purissimo, 99,99%, liscio brillantato ed ossidato anodicamente, costituito da un parabola irrigidita; un dispositivo di focalizzazione della lampada; una scatola con morsetteria e serracavo; una presa di terra interna; cavetterie in filo flessibile di rame sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup> isolato, grado di protezione 0,6/1 kV, con gomma ai siliconi rivestita di guaina in fibra di vetro; una forcella di sostegno e di orientamento con staffe di fissaggio in lega d'alluminio silicio.

L'apertura del vano ausiliari elettrici avverrà verso l'alto, mediante rimozione di copertura in materiale plastico antiurto fissato al corpo con una vite superiore e due apposite alette laterali; gli ausiliari elettrici dovranno potersi montare su un'unica piastra in materiale isolante, facilmente asportabile e dovranno essere appoggiati e non sospesi al corpo dell'apparecchio in modo da evitare possibili cadute dovute al peso delle parti elettriche ed alle vibrazioni cui sono soggetti i sostegni.

La chiusura del vano ausiliari elettrici dovrà essere particolarmente curata, in modo da evitare possibili infiltrazioni d'acqua al suo interno. E' richiesto un grado di ermeticità almeno uguale a IP55 della norma IEC n. 598.

Il riflettore, facilmente asportabile, sarà in un unico pezzo in lamiera di alluminio purissimo 99,99%, brillantato ed ossidato anodicamente.

Il suo rendimento dovrà essere superiore al 65% in esecuzione chiusa, con una distribuzione schermata, tale da realizzare la migliore uniformità in luminanza.

La posizione di orientamento dei proiettori dovrà essere rilevabile su opportuna scala graduata.

## **10. OPERE EDILI (FONDAZIONI)**

Attigua ad ogni plinto vi sarà una cameretta d'ispezione di dimensione 0,5 x 0,5 x 0,5 metri in calcestruzzo, gettata con il plinto e quindi solidale ad esso, dalla cameretta partirà il cavidotto di raccordo tra il plinto e le altre camerette, la chiusura della cameretta sarà realizzata mediante chiusino in ghisa di opportuna portata.

## **11. PROIETTORI PER ILLUMINAZIONE SOTTOPASSI**

Per l'illuminazione delle strade al di sotto dei viadotti, facenti parte della viabilità di accesso, verranno installati dei proiettori accessoriati con lampade da 250 W Sodio Alta Pressione.

I proiettori saranno installati a soffitto dei viadotti, in semplice o doppia fila, in base al numero di corsia facenti parte della carreggiata.

In particolare i proiettori saranno a fascio asimmetrico ed installati a lato della carreggiata per facilitare le operazioni di manutenzione.

I proiettori stagni IP 65 per una lampada tubolare a vapori di sodio ad alta pressione da 250 W, saranno composti da: un corpo in lega leggera di alluminio, altamente resistente alla corrosione; un cristallo frontale termoresistente della classe VHR inamovibile, fissato al corpo tramite guarnizioni in gomma ai siliconi; un blocco ottico in alluminio purissimo, 99,99%; un dispositivo di focalizzazione della lampada; una scatola con morsetteria e serracavo; una presa di terra interna; cavetterie in filo flessibile di rame sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup> isolato, grado di protezione 0,6/1 kV, con gomma ai siliconi rivestita di guaina in fibra di vetro; una forcella di sostegno e di orientamento.

Gli ausiliari elettrici saranno contenuti, in apposito vano, all'interno del corpo illuminante montati su piastra.

Gli stessi saranno dotati di morsetto spina-presa per la rapida sostituzione del blocco ausiliari.

## **12. IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra sarà costituito da una rete generale realizzata con spandenti verticali a picchetto predisposti all'interno delle singole camerette e da una corda di rame nuda di interconnessione, direttamente interrata al fianco del cavidotto ad una profondità di circa 80 cm.

Gli spandenti verticali saranno del tipo a croce zincati a caldo 1. 1,5 mt, la cui estremità, che sporge dal fondo della cameretta di 10 cm, è predisposta per il collegamento della corda di rame. La corda di rame interrata avrà una sezione di  $95 \text{ mm}^2$ . La corda viene collegata ad ogni dispersore mediante morsetto a cavallotto in acciaio inox.

A detta rete generale di terra saranno collegate tutte le apparecchiature descritte e sarà interconnessa con l'impianto di terra generale.

L'impianto di terra sarà dimensionato in modo da rispettare la seguente relazione:

$RT = 50/IS$  dove:

$RT$  = valore massimo della resistenza in Ohm

$IS$  = valore massimo della corrente di intervento entro 5 sec. dei dispositivi di protezione.

Saranno collegate alla rete generale di terra le seguenti apparecchiature: tutte le parti metalliche di apparecchiature elettriche normalmente in tensione tubazioni, serbatoi, supporteria, etc. dell'impianto garantendone la continuità con cavallotti di terra struttura portante delle torri faro scale e passerelle di servizio metalliche passerelle portatavi infissi metallici tutte le altre grosse parti metalliche presenti nell'impianto anche se non espressamente elencate

Il collegamento alla rete generale di terra delle apposite apparecchiature sopra descritte sarà effettuato con corda di rame isolata in PVC color giallo-verde, di sezione (non inferiore a  $16 \text{ mm}^2$ ) protetta contro i danneggiamenti meccanici (ove necessario) mediante tubazioni in PVC serie pesante e comunque con tubazioni di materiale isolante.

La morsetteria per le giunzioni e la terminazione della corda di terra sarà del tipo a compressione.

I materiali impiegati per i terminali ed i capi-corda saranno tali da evitare l'effetto polo con il materiale delle apparecchiature da collegare a terra.

### **13. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE**

Dovrà essere realizzato un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche per i viadotti e per le opere d'arte.

Tale impianto dovrà avere le caratteristiche seguenti.

Dovrà essere realizzato un anello perimetrale in tondino d'acciaio zincato a caldo alla sommità delle opere lungo le linee di colmo ed attorno a tutti i volumi sporgenti.

La superficie della copertura deve essere suddivisa in aree con una maglia indicata in progetto.

L'anello perimetrale e le calate dovranno essere a giorno e leggermente distanziati dalle strutture dell'edificio.

Per la realizzazione dell'anello perimetrale e delle calate potranno essere impiegati elementi strutturali metallici di cui deve essere garantita la continuità elettrica.

Le calate potranno essere effettuate impiegando l'armatura dei pilastri in c.a. purché sia garantita dall'Impresa che realizzerà le opere civili la continuità elettrica tra le riprese dei getti realizzando sui tondini verticali un saldatura su un tratto di sovrapposizione di almeno 15 cm. Ovviamente alle estremità l'armatura metallica dei pilastri dovrà essere accessibile tramite piastra affiorante.

Il tipo di impianto potrà essere accettato solo se le prove di continuità daranno buon esito e se il costruttore esibirà dichiarazione che l'opera è stata realizzata secondo le modalità sopra descritte.

Le calate si raccorderanno all'anello perimetrale interrato e non potranno essere in numero inferiore a 2. Ad ogni calata e ad ogni raccordo corrisponderà un pozzetto con dispersore.

Le sezioni minime ammesse per i conduttori, se non diversamente prescritto, saranno 50 mmq per il rame e 75 mmq per altri materiali.

L'impianto dovrà essere rispondente alle normative vigenti in materia.

### **14. COLLAUDI TECNICI ED IN OFFICINA**

Il Direttore dei Lavori o il Collaudatore avrà la facoltà discrezionale di disporre le seguenti verifiche e prove preliminari agli impianti ed apparecchiature per accertarne la rispondenza agli elaborati di appalto ed ai disegni di progetto.

Le prove e collaudi si svolgeranno nel modo seguente:

a) accettazione di componenti e modalità delle verifiche

Le verifiche saranno realizzate in due fasi e precisamente:

prima fase collaudi in officina delle singole apparecchiature seconda fase prove in cantiere del sistema di distribuzione con tutte le apparecchiature

al) Prove in officina

Le prove delle singole apparecchiature saranno effettuate presso l'officina dell'Appaltatore in accordo a quanto indicato nella specifica che segue.

a2) Verifiche dei campioni in cantiere

Durante la posa degli impianti sopra descritti saranno effettuate le verifiche, come indicato in capitolato, ed esaminati i materiali delle campionature prima della loro installazione.

Le modalità della campionatura saranno le seguenti:

il campione sarà presentato su indicazione della D.L.

ogni campione sarà corredato di targhetta con riportato: data, utilizzo del materiale, norme di riferimento

il campione verrà depositato nei locali messi a disposizione dalla D.L.

b) Collaudi

I collaudi saranno eseguiti a fine lavori secondo le indicazioni della specifica che segue. L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione l'elenco delle prove da eseguire a fine lavori.

Sia per le prove in officina che in cantiere l'Appaltatore dovrà concordare con la Committente e collaudatori la data delle prove con preavviso di almeno 20 giorni.

A verifiche avvenute l'Appaltatore dovrà redigere una relazione che illustri le prove ed i risultati eseguiti in officina ed in cantiere.

Saranno effettuate le seguenti verifiche:

rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, in particolare al DPR n. 547 del 27.4.1955

rispondenza degli impianti alle prescrizioni particolari inserite nella descrizione tecnica rispondenza dell'impianto alla legge dell'I.3.1968 n. 186

c) Esame a vista

Sarà eseguita una ispezione visiva per accertare che gli impianti siano realizzati nelle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferentisi all'impianto esaminato.

I controlli a vista comprenderanno il controllo delle protezioni fisiche con misura di distanze nel caso di protezioni con barriere, verifica della presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e verifica della classe di protezione adeguata alle condizioni di installazione (ambienti umidi, esterno, ecc), identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi, cartelli monitori, identificazione dei comandi, e protezioni, collegamenti dei conduttori.

d) Verifica di tipo e dimensionamento dei componenti dei circuiti e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Sarà verificato che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto siano del tipo adatto alle condizioni indicate sul capitolato tecnico e al tipo di posa, alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo e/o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori sarà verificato che il dimensionamento sia realizzato in base alle portate indicate nelle tabelle CEI - UNEL.

Si dovrà verificare inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione.

e) Verifica della sfilabilità dei cavi

La verifica consisterà nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi e sia effettuabile senza difficoltà.

La verifica andrà eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra il 5 e il 10% della lunghezza totale.

f) Misura della resistenza di isolamento

Saranno eseguite le verifiche con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1<sup>A</sup> categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori, devono essere disinseriti, la misura è relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori ammessi sono:

400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

g) Misura delle cadute di tensione

La misura della caduta di tensione dovrà essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova.

Si inserisce un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

La differenza tra le misure sarà il massimo consentito dal presente capitolato.

h) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Si verificherà che: il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione

la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia coordinata alla sezione dei conduttori protetti dagli stessi.

Le verifiche saranno eseguite sui dati elaborati dall'Appaltatore.

i) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Saranno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra.

l) Collaudo impianto di illuminazione

a) per le lampade, alimentatori, starter, condensatori di rifasamento si ritengono valide le prove e collaudi dei costruttori, secondo la normativa CEI vigente;

b) controllo della funzionalità dell'impianto con la misura dei livelli di illuminamento, il controllo

dei coefficienti di uniformità nelle varie zone; i valori saranno misurati su un piano orizzontale posto a 0,8 m dal piano pavimento. Sarà ammesso, sempre sul piano orizzontale

c) verifica della corretta messa a terra degli apparecchi;

d) ogni altra prova e collaudo prescritti dal CEI e dall'ISPESL

## 15. SCHEMI, MONOGRAFIE, ISTRUZIONI

In occasione del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il complesso di documenti definitivi delle opere eseguite, sia sulla base del Capitolato e della sua offerta, sia delle varianti e aggiunte operate nel corso dei lavori, e precisamente:

una serie completa di lucidi riproducibili e due serie di copie

una monografia completa in duplice copia degli impianti contenente:

descrizione degli impianti

schemi funzionali e identificazione delle apparecchiature con riferimento alle loro targhette

manuali di funzionamento e di manutenzione delle Case costruttóri

norme di conduzione

elenco delle parti di ricambio fornite in dotazione e indirizzi delle case fornitóri

operazioni di manutenzione programmata consigliate.

La documentazione di cui sopra sarà raccolta in cartelle rilegate e munite di indici ed elenchi numerati per una rapida e agevole consultazione.

Non verrà autorizzato il saldo finale all'Appaltatore in mancanza delle presentazioni di tutto quanto sopraelencato.

Dopo il completamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione un tecnico competente per un periodo sufficiente durante il quale i tecnici della Committente saranno istruiti gratuitamente in merito alla conduzione ed alla manutenzione.

Tale istruzione non si limiterà ad una indicazione sommaria delle caratteristiche degli impianti ed alle manovre di messa in marcia e di arresto ma dovrà prevedere dettagliatamente informazioni su ciascun particolare costituente gli impianti, sulla sua ragion d'essere nel contesto generale, sulla periodicità dei suoi controlli, verifiche e manutenzione.

## **CAPO II**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

## **ART. 35**

### **MISURAZIONE DEI LAVORI**

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che :

- I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.
- I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare negli S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, dalla quale saranno dedotte le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto delle opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo sempre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

## **ART. 36**

### **SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI**

La misurazione dei rilevati verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti; la misurazione delle demolizioni, degli scavi di sbancamento e di bonifica e per la formazione di trincee avrà, invece, valore di liquidazione.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

In ogni caso il bilancio dei movimenti di materie è fissato a corpo e, pertanto, l'Appaltatore è compensato con il prezzo a corpo per ogni fornitura di materiale dalle cave di prestito necessaria per la formazione dei rilevati.

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dal Responsabile del Procedimento, utilizzare metodi di correzione dei materiali di caratteristiche fisico meccaniche scadenti provenienti dagli scavi in modo da renderli utilizzabili per i rilevati, restando a proprio carico ogni onere e spesa relativa ai materiali di correzione ed alle lavorazioni a ciò necessaria.

#### **A) Preparazione dei piani di posa**

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine scritto della Direzione Lavori; il materiale di scavo che sia costituito da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni caso nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore se non il corrispettivo dello scavo di sbancamento per la bonifica, ovviamente se questa risulterà necessaria, e del materiale di riempimento dello scavo di bonifica con materiale idoneo approvato dalla Direzione dei Lavori.

E' inoltre compensata con il prezzo a corpo la profilatura delle scarpate e dei cassonetti, anche in roccia, e l'eventuale esaurimento d'acqua.

Del pari, la preparazione del piano di posa in trincea verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

## **B) Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale, di norma, dovrà riutilizzarli per l'opera appaltata o trasportarli a discarica, se non idonei, oppure, se idonei ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Sono inoltre compensati con il prezzo a corpo gli scavi in roccia di qualunque entità o percentuale nei confronti dello scavo in genere.

Gli scavi di fondazione delle opere d'arte maggiori verranno compensati a misura e rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo) anche con la perdita del materiale impiegato.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, nè il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

## **C) Demolizioni**

Con il compenso a corpo sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche la eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza l'uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonchè l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Appaltatore per essere eventualmente utilizzati per altre lavorazioni del Lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'Ordine scritto di demolizione dalla Direzione lavori, è anch'essa compresa nel compenso a corpo dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

## **D) Rilevati**

Il prezzo a corpo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi sia che provengano dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo a corpo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le quote di progetto e, comunque, quelle necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli alla velocità di progetto.

#### **E) Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali**

La formazione dei rilevati può essere prevista in progetto da eseguirsi con l'uso di materiali di rinforzo, di armature, ecc. anche in sostituzione di vere e proprie strutture di sostegno o controripa.

In tal caso l'Appaltatore dovrà verificare gli elaborati di progetto ed i calcoli di stabilità relativi, per durate di servizio di opere permanenti non inferiore a 70 anni per strutture " ordinarie " ed a 100 anni per strutture "ad alto livello di sicurezza" (spalle e pile di ponti, muri inondabili, ecc..., specialmente in zone dichiarate sismiche dalle vigenti disposizioni di legge).

Anche tali sistemi rientrano nel prezzo a corpo, esclusi solo gli eventuali cordoli, solette o solettoni di fondazione che dovessero essere necessarie, ma compresi tutti gli altri oneri tra i quali quelli derivanti dal pagamento dei diritti di eventuali Brevetti e quelli di eventuale assistenza specialistica e di laboratorio

### **ART. 37**

#### **MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, gli intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

Verranno, invece, compensate a corpo tutte le murature in elevazione, la resistenza dei materiali delle quali dovrà essere non inferiore a quella prevista in progetto o comunque necessaria a seguito dei prescritti calcoli di stabilità, il controllo dei quali costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Per "parti in elevazione" delle strutture si considerano, come normalmente viene indicato nel linguaggio tecnico delle costruzioni, le parti elevantisì dall'estradosso (spiccato) del plinto, della soletta, del solettone, della platea, ecc...

Tali parti in elevazione, che si ribadisce saranno compensate a corpo, comprendono le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le cassature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi, eseguiti in opera o prefabbricati, la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Resta, inoltre, contrattualmente stabilito che con l'erogazione del compenso a corpo debbono intendersi compensate tutte le prove preliminari per permettere l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, restando invece a suo carico quelle effettuate durante l'esecuzione dei lavori, relative ai materiali utilizzati, prove distruttive e non distruttive previste dalla Legge o dallo Strutturista nonché per le prove di carico ed il collaudo statico, comunque secondo quanto previsto nel Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo a corpo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata.

Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc...) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo a corpo.

Il prezzo a corpo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto; con detto prezzo a corpo viene compensata altresì, la manodopera, anche specialistica, necessaria.

Il suddetto corrispettivo a corpo comprende inoltre :

- 1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc... delle qualità da definire con la Direzione dei Lavori in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

Qualora, invece, il Responsabile del Procedimento ritenga di utilizzare particolari e specifiche procedure e sistemi di protezione (ad es. catodica) o l'uso di cementi pozzolanici o ad alta resistenza, interventi questi ritenuti necessari per la presenza di acque di percolazione chimicamente aggressive (solfatiche, basiche, ecc...) o perchè le opere ricadono in atmosfera di tipo marino o industriale particolarmente aggressivo, l'Amministrazione appaltante potrà ordinare l'impiego dei materiali di qualità migliore assumendosene l'onere e la spesa per l'acquisto, ma rimanendo a carico dell'Appaltatore, perchè ricompreso nel compenso a corpo, l'onere e la spesa del trasporto dai magazzini dell'Amministrazione al Cantiere e quelli di posa in opera dei materiali forniti.

Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc... impalcati di qualunque tipo e dimensione.

Gli apparecchi di appoggio saranno dimensionati in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato nella previsione di grado di sismicità di progetto; sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e specialistico necessario. Qualora la sismicità sia maggiore od il Responsabile del Procedimento proponga l'uso di apparecchiature particolari di qualità migliore e l'Amministrazione accetti, essa se ne assumerà l'onere di acquisto, ma rimarrà a carico dell'Appaltatore, ricompreso nel compenso a corpo, l'onere di trasporto dai magazzini dell'Amministrazione e di posa in opera dei materiali forniti. Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò, qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 3) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra nonchè le relative feritoie e le tubazioni per la fuoriuscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo a corpo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo.

- 4) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia di qualunque lunghezza e dimensione; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo; qualora, peraltro, siano necessari apparecchi di giunto per zone dichiarate sismiche di grado superiore ad  $S = 9$  potranno essere utilizzati giunti particolari la cui fornitura a pie' d'opera sarà a carico dell'Amministrazione appaltante, mentre ogni onere di applicazione e posa in opera sarà a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore in quanto compensato con il prezzo a corpo.

- 5) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc...) e per le barriere antirumore, compresa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.

- 6) Il prezzo a corpo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio-calcestruzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, ad esclusione generalmente degli acquedotti ed i tombini tubolari. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento e della relativa emissione delle rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo. Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell'Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell'agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

### **Art. 38**

## **RIVESTIMENTI ESTERNI CON PANNELLI PREFABBRICATI**

Il rilievo delle opere sarà eseguito in contraddittorio tra l'Appaltatore e la Direzione Lavori e sarà effettuato al termine dei lavori o di una parte ben definita di questi.

Non sarà pertanto ammesso che negli stati di avanzamento figurino computate opere incomplete o che non si possano valutare completamente.

#### **a) Pannelli ed elementi prefabbricati in cemento armato**

Le opere qui descritte saranno misurate geometricamente vuoto per pieno sul massimo ingombro di superfici di progetto e la valutazione comprenderà tutti i dispositivi di ancoraggio, la formazione di pannelli d'angolo, la struttura metallica per sostenere i manufatti, la sigillatura dei giunti e il taglio dei ganci per il sollevamento dei pannelli.

#### **b) Manufatti prefabbricati in cemento armato con fibre di vetro**

I manufatti prefabbricati in cemento armato con fibre di vetro saranno valutati a metro quadrato, misurando la superficie reale in vista, sviluppata senza tener conto delle giunzioni e sovrapposizioni.

Nella valutazione saranno inclusi tutti gli accessori per il montaggio, le predisposizioni per supportare eventuali corrimani, ecc, la loro messa in opera e ogni pezzo speciale necessario. E' inoltre inclusa la struttura secondaria di sostegno in acciaio zincato a freddo e gli eventuali elementi metallici di collegamento con le strutture portanti dell'edificio (staffe, piastre di ancoraggio ai solai, compresi tirafondi e bullonerie).

Nella posa in opera saranno compresi l'approntamento delle attrezzature necessarie all'esecuzione dei lavori sul luogo, la loro posa e tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere; la successiva ripresa, l'avvicinamento a pie d'opera, i ponteggi, il sollevamento, il trasporto fino al sito di collocamento, ogni opera provvisoria di protezione, l'impiego di manodopera specializzata, qualificata e comune, l'esecuzione di fori, tagli per l'inserimento di griglie e sigillature, tutta la ferramenta accessoria, la ripresa delle parti di struttura manomesse, tutte le pulizie finali nonché quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita. Sarà compreso nel prezzo anche l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo compreso ogni gravame per spostamento di ponteggi e apparecchi di sollevamento. L'eventuale verniciatura dei pannelli sarà valutata a mq di superficie verniciata.

#### **Tolleranze al montaggio**

A struttura ultimata, non dovranno riscontrarsi sull'altezza di ogni pannello strapiombi superiori a +0.1%.

Le superfici dovranno presentarsi senza apprezzabili differenze di piano tra un pannello e l'altro. Non saranno ammessi pannelli con ammaccature, distorsioni, rigonfiamenti od altro.

La colorazione dovrà essere identica per ogni pannello in ogni sua parte e così pure tra un pannello e l'altro. Non sarà ammessa alcuna differenza rilevabile.

#### **Verifiche in corso d'opera**

E' facoltà della Direzione Lavori far eseguire verifiche, anche in corso d'opera secondo le prescrizioni delle vigenti legislazioni e secondo le modalità previste dalle vigenti normative, al fine di controllare l'esatta corrispondenza tra i requisiti delle opere in oggetto e le prescrizioni di progetto o sopracitate. Nel caso si dovessero riscontrare difformità rispetto a quanto previsto nella presente specifica o nei disegni di progetto, l'Appaltatore dovrà immediatamente procedere alla sostituzione dei pannelli non idonei ed al rifacimento delle opere eseguite in modo difforme, secondo le istruzioni della Direzione Lavori. Il tempo necessario per la sostituzione o il rifacimento delle opere, non potrà essere calcolata in aggiunta ai tempi previsti nel programma dei lavori.

### **ART. 39**

## **CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE**

Casseforme, armature di sostegno, e centinature saranno compensate a parte, solo per quanto sia stato esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi.

#### **a. Casseforme**

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto con conglomerato cementizio, ad opera finita.

#### **b. Armature**

Le armature di sostegno delle casseforme per i getti in conglomerato cementizio, semplice od armato in elevazione, per opere fino a m 2 di luce retta, sono comprese e compensate col prezzo relativo ai detti getti figuranti in elenco.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande e travate, o di sostegno di centinature per volti, per opere fino a m 2 di luce retta, sono pure compensate col prezzo dei calcestruzzi semplici od armati.

Qualora nelle costruzioni si impieghino elementi in cemento armato precompresso, o in cemento armato, fabbricati fuori opera, sempre comunque di luce maggiore di m 2, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera, verrà compensato con l'applicazione dei Prezzi di Elenco relativo alle armature di sostegno.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande o travate in c.a. normale, o precompresso, o di sostegno delle centinature di archi e volte, quando la luce misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera estesa tra i fili interni dei piedritti (pile, spalle) superiori a m 2, dovranno essere contabilizzate con i seguenti criteri: per ciascuna luce dell'opera si determinerà la classifica dell'armatura in base alla misura della luce eseguita secondo le modalità sopramenzionate e si applicherà il relativo Prezzo di Elenco alla superficie determinata, in proiezione orizzontale, dalle larghezze misurate fra gli sbalzi di ciascuna carreggiata e dalla lunghezza, misurata al piano d'imposta, sull'asse mediano dell'opera tra i fili interni dei piedritti di ciascuna luce.

Qualora l'altezza media di ogni singola luce, misurata fra il piano di appoggio della piattabanda o della travata, o linea d'intradosso dell'arco e il profilo nero del terreno, sempre sull'asse medio, superi l'altezza di m 10, si determinerà l'incremento di prezzo di cui all'apposito articolo, applicando la maggiorazione.

Le armature di sostegno delle casseforme per la costruzione di impalcati con il sistema a sbalzo a conci successivi, verranno computate a mq di proiezione orizzontale dell'impalcato stesso, considerato per la sola luce a sbalzo dal vivo della pila.

Nel prezzo di Elenco si intendono compresi e compensati tutti gli oneri e le forniture necessarie, ed in particolare:

- mano d'opera, materiali e consumi; montaggio, sollevamento a qualsiasi altezza e smontaggio delle attrezzature; eventuali tempi morti conseguenti alle particolari modalità esecutive, ecc.

#### **c. Centinature**

Le centinature per archi, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseformi per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso dell'arco, sono comprese nel prezzo relativo ai calcestruzzi per volti fino a m 2 di luce retta. Per luci maggiori misurate fra i fili interni delle pile o spalle, oltre il pagamento del compenso per armature di sostegno, sono compensate a parte le centinature con i relativi prezzi di elenco e commisurate alla proiezione orizzontale della superficie di intradosso dell'impalcato, come specificato per le armature di sostegno.

Il prezzo delle strutture di cui ai punti a), b), e) è comprensivo di tutti gli oneri relativi ai materiali, mano d'opera, costruzione, montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc; nonché ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Per le murature di sostegno prefabbricate di cui all'art. 13, i prezzi comprendono e compensano:

- la fornitura e la posa in opera dei pannelli secondo le prescrizioni della D.L.;
- la fornitura e posa in opera dei teli di ancoraggio;
- la fornitura e la posa del geodreno sintetico in corrispondenza dei giunti tra pannelli.

L'altezza del muro sarà misurata verticalmente lungo la faccia per l'interno sviluppo del pannello.

I pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'altezza media del bordo superiore.

## **ART. 40 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

I tubi di cemento per la formazione di tombini tubolari saranno pagati a mi in opera ed il prezzo di Elenco comprende la fornitura e posa in opera dei tubi e la sigillatura dei giunti.

Il calcestruzzo costituente il massetto di fondazione, il rinfiacco e la cappa verrà contabilizzato e pagato a parte. I manufatti tubolari in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in ragione del peso effettivo, risultante da appositi verbali di pesatura redatti in contraddittorio.

Qualora il peso effettivo di ciascun elemento sia inferiore a quello teorico diminuito della tolleranza, la Direzione dei Lavori non accetterà la fornitura; se il peso effettivo è superiore a quello teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato il solo peso teorico, aumentato dei valori della tolleranza.

**a) Tubazioni in ghisa sferoidale**

La misurazione ai fini della contabilizzazione delle opere verrà effettuata a m di tubazione posta in opera, misurandola lungo il proprio asse e detraendo gli spazi occupati dai pozzetti misurati dal filo esterno delle pareti degli stessi.

**b) Raccordi e pezzi speciali in ghisa sferoidale**

La misurazione ai fini della contabilizzazione delle opere verrà effettuata a kg.

**c) Griglie in ghisa sferoidale**

Le griglie saranno valutate ai fini della contabilizzazione a peso per ogni kg effettivamente posto in opera. Il peso effettivo delle griglie sarà valutato in base alle tabelle fornite dalla casa costruttrice, previa verifica da effettuarsi mediante pesatura diretta di campioni prelevati saltuariamente dalla fornitura.

**d) Carpenteria metallica**

**Premessa**

Le opere di cui alla presente specifica dovranno essere valutate con metodo analitico.

Sarà facoltà della Direzione Lavori effettuare verifiche mediante pesature dirette di metalli.

**Valutazione con metodo analitico**

Le opere di carpenteria metallica saranno valutate per quanto effettivamente posto in opera, in base a verifica in contraddittorio sulla scorta dei disegni esecutivi di officina che dovranno tutti riportare od essere corredati di una tabella con le marche, il numero, il peso unitario e lo sviluppo dei pesi in essi descritti.

La valutazione e contabilizzazione del peso sarà eseguita sviluppando le lunghezze effettive dei vari tipi di profilato utilizzato per i pesi teorici previsti nelle corrispondenti norme UNI, e compenserà tutti gli oneri di cui alla presente specifica ivi incluse tutti gli oneri relativi al programma di prove indicate nel punto D comma e.

Nella contabilizzazione non si terrà conto di dadi, tolleranze di laminazione, cordoni di saldatura, bulloni e rosette, dime e materiali di inghisaggio, contromonte, ogni materiale di imballaggio anche metallico ed eventuali dispositivi di montaggio, per i quali sarà riconosciuta una maggiorazione del 2%.

**Verifica mediante pesatura diretta**

A solo giudizio della Direzione Lavori saranno effettuate delle verifiche mediante la pesatura diretta dei metalli a lavorazione ultimata prima del loro collocamento in opera.

L'appaltatore è tenuto alla consegna dei materiali in cantiere per carichi omogenei, il più possibile corrispondenti ai singoli lotti di montaggio, e con allegata chiara descrizione e numerazione dei singoli pezzi costituenti il carico.

La pesatura, effettuata con pesa pubblica, sarà eseguita in contraddittorio fra l'appaltatore e un rappresentante della Direzione Lavori e di essa dovrà essere redatto il relativo verbale.

Dalle pesate dovranno essere dedotti tutti i materiali di imballo e quanto altro richiesto per il trasporto in cantiere (cassette per bulloni, traversoni di appoggio, eventuali attrezzature, ecc.)

A giudizio della Direzione Lavori verrà effettuata a campione la verifica tra le pesate e i disegni di officina.

L'eventuale tolleranza in meno sarà accettata purché siano rispettate le norme sulla resistenza dei materiali.

La valutazione dei lavori dovrà comunque essere comprensiva delle opere di protezione contro la corrosione delle strutture così come descritte nella rispettiva specifica.

Le opere descritte nella presente specifica tecnica si intendono accettate solo se risponderanno a quanto prescritto nei punti A e B, relativi ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione. In particolare i lavori saranno accettati alle seguenti condizioni:

- le tubazioni saranno collaudate prima dell'accettazione secondo quanto disposto dalla legge n.64 del 1974 ed il D.M. 12.12.1985;

- le opere contabilizzate "a corpo" dovranno essere fornite "chiavi in mano", pertanto saranno accettate solo se perfettamente rispondenti ai disegni di progetto e, principalmente, se perfettamente funzionanti ed idonee all'uso cui sono destinate.

### **Art. 41**

#### **ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.**

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, sia esso del tipo FeB22K, FeB32K, ecc, o speciale ad alto limite elastico, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico 7.85 Kg/dm<sup>3</sup>, indicato nel D.M. 14.02.1992.

Il peso dell'acciaio speciale ad alto limite elastico, di sezione anche non circolare, sarà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione normale corrispondente determinato in base al peso specifico sopramenzionato.

Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso di questi determinato sull'unità di misura.

Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso dei fili, determinato sull'unità di misura.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso compensa anche:

a. per il sistema a cavi scorrevoli:

la fornitura e posa delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine, dei ferri distanziatori dei cavi e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi stessi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera ed i mezzi e materiali per la messa in tensione dei cavi nonché per il bloccaggio dei dispositivi;

b. per il sistema a fili aderenti:

la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo, la mano d'opera, i mezzi e materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio, a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel calcestruzzo nonché la perfetta sigillatura con malta a 3 ql di cemento per me di sabbia, delle sbrecciature nell'interno dei cavi tagliati sulla superficie delle testate della struttura.

Il peso dell'acciaio ST 80/105, per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico delle barre, tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il loro peso unitario della barra calcolato in funzione del diametro nominale e del peso specifico dell'acciaio di 7.85 Kg/dm<sup>3</sup>.

c. per il sistema a barre:

eventuali diritti doganali e di brevetto, trasporto ecc; fornitura di guaine, ancoraggi e manicotti, lavorazione, messa in opera, tesatura, iniezioni e tutto quanto necessario per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte.

### **Art. 42**

#### **MANUFATTI IN ACCIAIO E LAVORI SPECIALI**

I manufatti in acciaio, in profilati comuni, speciali, o in getti di fusione saranno pagati secondo i prezzi di elenco.

Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera con qualsiasi sistema di montaggio, verniciatura ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Gli apparecchi di appoggio di qualsiasi tipo, saranno compensati con i prezzi di Elenco.

Per i manufatti in acciaio in genere potrà essere corrisposto in contabilità, un acconto pari al 50% del prezzo dell'opera finita, quando il materiale per l'esecuzione del manufatto sia giunto in cantiere, a pie d'opera, già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione dei Lavori.

Il peso dei manufatti sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio e stesura in un verbale.

Il prezzo fissato per la carpenteria metallica del dispositivo di ancoraggio degli stralli, ubicato in sommità delle antenne, si applica al solo peso della carpenteria metallica principale, escluse le testate di ancoraggio, comprese nel prezzo degli stralli, i tirafondi di ancoraggio nei piloni in c.a., la lamiera dell'involucro.

Il prezzo (art. 09.001) comprende:

- la fornitura e posa in opera del dispositivo di ancoraggio completo e dell'involucro metallico;
- le contropiastre di appoggio;
- le prove sui materiali;
- i tirafondi di ancoraggio e la loro tesatura;
- la protezione anticorrosiva di tutti i materiali

### **Art. 43**

#### **INTONACI E PROTETTIVI - SMALTI CEMENTIZI -CAPPE D'ASFALTO IMPERMEABILIZZAZIONI**

La valutazione degli intonaci, degli smalti e delle impermeabilizzazioni con manti a base di resine epossidiche verrà fatta tenendo conto della effettiva superficie curva o piana, senza effettuare deduzioni di vani di superficie inferiore a mq 0,50 e senza tener conto di rientranze o sporgenze del vivo muro che non superino i cm 10.

La superficie delle volte, tanto nella copertura degli estradossi con cappe d'asfalto colato o smalto cementizio, come nell'eventuale intonacatura degli intradossi, verrà determinata calcolando lo sviluppo della volta stessa.

Nel prezzo a mq delle singole voci in oggetto sono comprese tutte le forniture (ivi compresi eventuali additivi), la mano d'opera occorrente, i ponteggi, la finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, la ripresa di eventuali irregolarità e di tracce e quant'altro occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Nel prezzo del manto in asfalto è compreso l'onere per la esecuzione del manto in due strati sovrapposti, ma a giunti sfalsati oppure incrociati.

### **ART. 44**

#### **SOVRASTRUTTURA STRADALE**

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme tecniche d'appalto eseguiti dalle Imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.

La sovrastruttura stradale è compensata con il prezzo a corpo dell'appalto. Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonché le specifiche tecniche di Capitolato Speciale, relative alle caratteristiche dei materiali, alla loro composizione, ecc..., mediante prove da effettuare presso i Laboratori Ufficiali, le misurazioni dei singoli strati componenti sarà effettuata solo dopo il prescritto costipamento.

Tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo.

La Direzione dei Lavori, nei casi di accertata carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste oppure nei casi di imprecisa esecuzione della sovrastruttura, riferirà al Responsabile del procedimento proponendo gli opportuni interventi.

#### **FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE E MISTO CEMENTATO**

Le fondazioni in misto granulare e misto cementato sono valutate a volume in opera ed a costipamento ultimato. Il volume della fondazione sarà ottenuto moltiplicando la superficie per lo spessore medio.

Si precisa che le larghezze superiori a quelle di progetto non saranno computate per la parte eccedente e che lo spessore medio sarà la media aritmetica degli spessori misurati in sito a mezzo sondaggi o rilievi altimetrici il cui numero sarà fissato ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, unitamente alle modalità di effettuazione. Dallo spessore medio così ottenuto, non sarà riconosciuta la parte eccedente lo spessore prescritto.

### **CONGLOMERATI BITUMINOSI DI NUOVA REALIZZAZIONE**

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, per quello di collegamento o per il tappeto di usura, verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per le forniture degli inerti e del legante secondo le formule accettate e/o prescritte dalla Direzione Lavori, la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio, il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la manodopera, l'attrezzatura e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In particolare si intendono compensati con i relativi prezzi anche tutti gli oneri relativi alla stesa a mano dei conglomerati nelle zone inaccessibili alle macchine, quali ad esempio quelle tra le barriere di sicurezza.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, avrà la facoltà di tollerare localmente ed in via del tutto eccezionale spessori inferiori ai minimi indicati, operando per le zone interessate le correttive detrazioni contabili per i minori spessori stesi.

Nel caso di esecuzione di ricariche su avvallamenti del piano viabile, e di stesa di microtappeti per la risagomatura di ormaie, le quantità di conglomerato impiegato verranno contabilizzate a volume.

Si stabilisce che il conglomerato bituminoso a caldo dovrà essere approvvigionato da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 70 km. dai luoghi di impiego.

### **CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI**

La rigenerazione in sito della pavimentazione in conglomerato bituminoso verrà valutata in base alla superficie ordinata e secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Variazioni in più od in meno dello spessore dell'intervento, rispetto al valore medio prefissato, verranno computate con gli aumenti o diminuzioni sui prezzi unitari previsti in elenco prezzi, solo se espressamente ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui all'articolo 8, comprese le integrazioni con bitume additivato con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimento superficiale.

## **ART. 45 DRENAGGI**

Le profondità che daranno luogo alla applicazione dei prezzi per lo scavo ed il riempimento dei drenaggi, saranno determinate con la media ponderale, campione per campione, delle varie profondità previste in Elenco Prezzi in relazione al profilo del terreno ed al fondo dello scavo.

## **ART. 46 VESPAI A TERGO DELLE MURATURE, CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO DI SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE, LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE, OPERE IN VERDE, PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA**

Tutte le suddette categorie di lavoro, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo a corpo di Contratto, solo se esplicitamente riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'Elenco.

### **ART. 47**

#### **CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Le cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera secondo le prescrizioni dell'articolo del Capo 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta verrà compensato a parte.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

### **ART. 48**

#### **MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CLS AUTOBLOCCANTI**

La misurazione ai fini contabili dei marciapiedi e degli elementi spartitraffico sarà effettuata a metro lineare di elemento posto in opera, rilevato sull'asse dello stesso.

Non saranno ammessi sovrapprezzi per pezzi speciali, raccordi curvi, ecc.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare e al punto relativo alla modalità di esecuzione delle opere.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto prescritto nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, sia per l'esattezza delle misure richieste; si dovrà accettare inoltre che non siano intervenuti cedimenti, od altri difetti emersi a lavori ultimati.

### **ART.49**

#### **ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO, CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO, SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA**

##### **a) Canalette di scarico acque piovane**

le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto all'articolo del Capo 1, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte. L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente  $R_{ck} \Rightarrow 30$  N/mm<sup>2</sup> di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

##### **b) Mantellate in lastre**

le mantellate in lastre di conglomerato cementizio per il rivestimento di scarpate saranno compensate in base alla effettiva superficie delle lastre poste in opera.

Il prezzo comprende tutto quanto è necessario per dare il rivestimento finito in opera, compresa l'armatura in acciaio del tipo FeB 32K da inserire nei giunti, il coronamento di ancoraggio superiore, l'ancoraggio inferiore, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura e lavorazione per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

##### **c) Mantellate in grigliato articolato**

le mantellate a grigliato articolato saranno compensate in base alla loro effettiva superficie, intendendosi compresa e compensata nel prezzo anche la fornitura e posa in opera di terra vegetale per l'intasamento dei vuoti, la semina di

muscuoglio di specie erbacee, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

**d) Cunette e fossi di guardia**

le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

**ART. 50**

**SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE**

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata secondo la superficie effettiva sistemata, e nel prezzo a metro quadrato, qualunque sia lo spessore del terreno, si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro. In detto prezzo è altresì compresa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava di prestito.

**ART. 51**

**LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE**

Tutte le opere in verde, mitigazione ambientale in genere, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere compreso, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, sono compensate con il prezzo a corpo di contratto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e per l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'Elenco.

**a) Piantagioni**

le piantagioni di essenze a portamento strisciante o arbustivo di specie forestali saranno misurate per la loro superficie effettiva di impianto, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a mq 3,00.

**b) Semine**

anche le semine saranno valutate in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni, nei limiti di cui al precedente comma.

**c) Rivestimento in zolle**

la valutazione sarà fatta in base alla superficie effettivamente rivestita e sarà comprensiva delle strutture di ancoraggio.

**d) Vimate**

saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

**e) Graticci con fascine verdi**

saranno valutati a metro di effettivo sviluppo; nel prezzo di Elenco è compreso l'onere dello scavo del terreno ed il riassetto del materiale nella superficie circostante.

Nei prezzi unitari stabiliti in Elenco sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

**ART. 52**  
**TELO "GEOTESSILE" PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E  
DRENAGGI**

Il telo adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

**ART. 53**  
**GABBIONATE**

La Direzione dei Lavori accerterà il peso dei gabbioni metallici mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campioni.

Nel prezzo dei gabbioni sono compresi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera della rete, del filo zincato di spessore idoneo per la legatura degli spigoli, la formazione dei tiranti fra le facce opposte e quanto altro dovesse occorrere per il montaggio dei gabbioni stessi.

Il riempimento in pietrame sarà misurato sul gabbione già posto in opera e riempito.

Nel prezzo relativo al riempimento sono compresi gli oneri per il paramento a corsi pressoché regolari delle facce viste, la posa in opera dei gabbioni e l'onere delle legature.

**ART. 54**  
**BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO, PARAPETTI METALLICI**

Tutte le barriere, rette o curve, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo a corpo di contratto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto. I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e per l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'Elenco.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi relativo alle barriere.

Resta stabilito che nel prezzo a corpo sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia. Inoltre nel prezzo a corpo deve intendersi sempre compreso e compensato l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

**ART. 55**  
**SEGNALETICA**

La segnaletica orizzontale e verticale viene compensata con i prezzi di contratto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto. I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle misure necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e per l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'Elenco.