

REGIONE CAMPANIA



CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE  
DELLA PROVINCIA DI NAPOLI

**MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ  
E DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE  
NELL'AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI CAIVANO**

\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*\*

**CUP: G47H09001250002**

**CIG: 498242070C**

**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

Elaborato: **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**  
**- PARTE PRIMA - NORME TECNICHE**

Data: Gennaio 2019

Tavola n.:

Scala: .....

**8.2**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	APPROVAZIONE
0	Emissione per consegna	Marzo 2013	Decreto C. n. 74-2013
1	Aggiornamento	Gennaio 2014	Decreto C. n. 2-2014
2	Aggiornamento	Gennaio 2019	

<b>I PROGETTISTI</b> (Consorzio ASI di Napoli)  <i>ing. Antonio Esposito</i>  <i>arch. Massimino Madera</i>	<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b> (Consorzio ASI di Napoli) <i>ing. Antonello Calderoni</i>	<b>IL CONSORZIO ASI DI NAPOLI</b>
<b>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> (Consorzio ASI di Napoli) <i>ing. Antonio Esposito</i>	<b>IL DIRETTORE DEI LAVORI</b>	<b>L'IMPRESA</b>



Progetto Definitivo ed Esecutivo

<b>Lavori di "MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ E DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE NELL'AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI CAIVANO"</b>	
<b>CUP: G47H09001250002</b>	<b>CIG: 498242070C</b>

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO  
Parte II - Norme Tecniche**

articolo 53, comma 4, periodi primo e terzo, del Codice dei contratti  
(articoli 43, commi da 3 a 6, 138, commi 1 e 2, e 184, del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207)

**Contratto a CORPO**

		<i>euro</i>
a.1	Importo dei lavori a base di gara soggetto a ribasso d'asta	971.838,69
a.2	Oneri l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetto a ribasso d'asta	27.078,41
<b>A</b>	<b>Totale appalto (a.1 + a.2)</b>	<b>998.917,10</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione dell'amministrazione</b>	<b>466.082,90</b>
<b>A + a.3 + B</b>	<b>Totale progetto</b>	<b>1.465.000,00</b>

**Progettisti:** *ingegnere Antonio Esposito e architetto Massimino Madera*

**Responsabile del Procedimento:** *ingegnere Antonello Calderoni*

*Napoli, Gennaio 2019*

**Capo Primo**  
**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 n. 1063/1962.

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

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'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. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

**b) Leganti idraulici**

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

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi*

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

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le «Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 «Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 353 del 27.12.1984).
- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).
- D.I. 9.3.1988 n. 126 «Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi».

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche*

(di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965)

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

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

**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 congl. cem.**

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

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

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

**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) e nelle Norme CNR B.U. n. ° 139/1992 e 176/1995 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 - 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 assetamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**n) Pietre da taglio**

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

**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. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

2) *lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.*

Dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;

3) *acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere*

Dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

**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 diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

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

I legnami, grossolanamente 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, 45°C;

2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*

viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55, 70°C;

3) *olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*

viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35, 50°C;

4) *olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane*

viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55, 70°C.

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

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

#### 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 vivai 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 marcito. 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 trattenerne 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 dritti, 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. 2,5.

8) *Talee di salice*

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

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

9) *Rete metallica*

Sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

#### 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 600 N/5cm<sup>(1)</sup>, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

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

## 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 da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circolare ANAS n. 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

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

### b) Accertamenti preventivi

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

- m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi
- 500 m<sup>3</sup> 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, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati ditali 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, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, di norma, presso laboratori di fiducia del Committente.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, a spese dell'impresa, 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 in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

## Art. 3 - Movimenti di terre

### a) Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio ditali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

<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.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso Laboratori di fiducia del Committente.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R.

- U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» aventi le caratteristiche indicate nell'Art. «Qualità e provenienza dei materiali», punto y).

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - uni 10006/1963													
Prospetto I - Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose							Terre limo-argillose				Torbe e terre organiche palustri	
	Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35							Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 15	≤ 35	≤ 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	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	0				≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o braccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili	Torba di recente o remota, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nulla o lieve			Media				Molto elevata	Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto increscenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista

\* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalla argilla. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

## b) Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1 e A3.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a

costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di ME <sup>(1)</sup> misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

#### **c) Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea**

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

1) quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;

2) quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

#### **d) Formazione dei rilevati**

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

2) Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A1, A2, A3 della classifica C.N.R. -U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 da prelevarsi in cava di prestito.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

3) Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

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

5) Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

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

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

8) E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori di fiducia ma sempre a spese dell'Impresa.

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

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si

<sup>(1)</sup> ME= f0 . Dp/Ds . D (in N/mm<sup>2</sup>).

Dove:

f0 = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

Dp = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm<sup>2</sup>;

D = diametro della piastra in mm;

DS = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm<sup>2</sup>

dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

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

10) Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 92% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità ME definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo innalzamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2, A3 un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4, A5, A6, A7 un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A1, A2, A3 e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 , 50 Kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

11) Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

12) L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

13) Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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

15) Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A6, A7. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

16) In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche ditale telo saranno conformi a quelle di cui al punto y) dell'art. «Qualità e provenienza dei materiali» tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

#### e) Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento di terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

#### f) Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della

riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso. Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. li marzo 1988 (5.0. alla G.U. n. 127 dell'01.06.1988).

#### Art. 4 - 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 relativi prezzi di elenco.

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

#### Art. 5 - 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> 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. 6 - Conglomerati cementizi semplici 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'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

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. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- 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 A.N.A.S. 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 A.N.A.S. 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:

- 1) 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;
- 2) 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 un Laboratorio ufficiale, 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 avuto dall'Impresa i certificati 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**

##### *1) 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.

##### *2) 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.

##### *3) 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.

##### *4) 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, 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. 14 febbraio 1992.

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 un Laboratorio ufficiale ed 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'impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (Rck 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 Rck 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 Rck 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 Rck 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 Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck 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. 14 febbraio 1992 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- 1) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- 2) 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 0,5 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 ditali 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. 14 febbraio 1992.

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 e l'ammorsamento al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire 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 stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto ditale 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 pliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), 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 si dovrà prevedere 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.

Per la formazione di fori l'Impresa 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. 14 febbraio 1992 - 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.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, 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 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.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 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.

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.

#### **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. 14 febbraio 1992.

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'A.N.A.S., 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 cinte 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 prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste dal D.M. 14 febbraio 1992, e delle quali si richiamano i seguenti paragrafi:

1) 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;

2) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;

3) subito dopo la sfornatura, 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. 14 febbraio 1992.

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 finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;
- 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). È proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- 6) 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.

**p) Prescrizioni particolari relative ai getti per ampliamento di strutture esistenti in C.A.O. e C.A.P.**

*1) Allargamento impalcati*

Per l'allargamento degli impalcati esistenti e realizzazione della catena cinematica effettuata la rimozione delle pavimentazioni e finiture, è prevista la demolizione della soletta nella parete a sbalzo per l'ampliamento della carreggiata, e in testata per la realizzazione dei giunti di continuità.

Le demolizioni si prevedono eseguite mediante idrogetto al fine di preservare l'integrità delle armature presenti, e non indurre sollecitazioni indesiderate nella parte residua di struttura.

Si prescrive altresì che il limite della superficie di demolizione non interessi la soletta sovrastante il bulbo superiore della trave esistente e la parte di soletta residua non presenti disaggi localizzazioni.

Le armature di ampliamento dovranno essere opportunamente legate alle esistenti, messe a nudo dell'idrodemolizione.

Immediatamente prima dell'esecuzione dei getti al fine di migliorare la connessione tra soletta esistente e soletta in ampliamento va eseguita lungo le superfici di ripresa l'applicazione di malta colabile a ritiro compensato con spandimento > 100, avente resistenza caratteristica a 28 gg Rck > 500 kg/cm<sup>2</sup> e aderenza al calcestruzzo > 50 kg/cm<sup>2</sup>.

*2) Ampliamento dei muri d'ala*

Per l'ampliamento dei muri d'ala, per garantire continuità strutturale tra esistente e ampliamento, verrà eseguita la scarnificazione del copriferro mediante idrogetto al fine di ottenere una superficie di ripresa esente da polveri, tracce d'olio, grasso e ruggine. La connessione tra getto nuovo e struttura esistente verrà assicurata con oliodi filettati ed i getti di completamento saranno integrati con additivi silicei atti a garantire adesione al calcestruzzo esistente > di 20 kg/cm<sup>2</sup>.

**Art. 7 - 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 vibratori, un conglomerato cementizio avente un Rck <sup>3</sup> 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. 8 - Casseforme, armature e centinature**

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 14 febbraio 1992 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.

<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:

Dove:

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

L = lunghezza della guaina (cm)

$\bar{A}_e = \sqrt[3]{\frac{A_{EG} \cdot n}{\pi}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{f^2}}$  [diametro equivalente in funzione della guaina (*A<sub>EG</sub>*), del diam. dei fili (*A<sub>f</sub>*) 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>,  $\bar{A}$  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.

#### Art. 9 - Murature di mattoni

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione. Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

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

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

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

#### Art. 10 - Murature in pietra da taglio

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

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

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, nè dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Art. 11 - 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 sabbatura 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. 12 - Impermeabilizzazione dell'estradosso di solette da ponte e viadotti ed altri manufatti**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione 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., dovranno essere impiegate le seguenti tipologie di membrane impermeabili:

c) manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non tessuto;

d) manto di impermeabilizzazione continuo realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile.

Esse devono avere le seguenti caratteristiche:

- 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.

**c) Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto**

Da usare in lavori eseguiti in periodi invernali e/o in condizioni estreme di traffico previa autorizzazione della Committente. Il manto impermeabile sarà costituito dai seguenti materiali.

**1) Primer**

Dovrà essere costituito da bitume modificato a caldo per mano d'attacco di cui alle prescrizioni dell'art. 3.2.5. (N.T.A. Costruzione e Manutenzione delle Pavimentazioni). La quantità di primer messo in opera dovrà essere pari a 1,00 - 1,50 Kg/ m<sup>2</sup>.

**2) Legante**

Sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C (Art. 25 punto b.1). La quantità di legante messo in opera dovrà essere pari a 1,00- 1,5 Kg/m<sup>2</sup>.

**3) Armatura**

Sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:

- peso del tessuto non tessuto: 160-200 gr/m<sup>2</sup>
- resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 20°C non inferiore a: 400 N (ASTM-D1682).
- allungamento a rottura: 5,5% (ASTM-D 1682).
- Perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

**4) Modalità esecutive**

Il manto impermeabile dovrà essere realizzato con armatura costituita da tessuto non tessuto applicato sulla mano d' attacco (N.T.A. Costruzione e Manutenzione delle Pavimentazioni) stesa in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. Successivamente verrà applicata una mano di legante (N.T.A. Costruzione e Manutenzione delle Pavimentazioni) in ragione di 1,00 - 1,50 kg/m<sup>2</sup>. Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere e dovrà risultare impermeabile dopo la stesa e la compattazione su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 kg/cm<sup>2</sup>, in permeometro, a 60°C, per 5 ore, anche nelle eventuali zone di giunto.

**d) Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile**

**1) Materiali e norme di esecuzione**

L'impermeabilizzazione sarà costituita da una membrana elastica dello spessore non inferiore a 5 mm e monoarmata in modo asimmetrico con armatura spostata verso l'alto con tessuto non tessuto in poliestere da 300 g/m<sup>2</sup> della larghezza e lunghezza di 2 m da giunto a giunto. La membrana dovrà essere sfiammata contemporaneamente da una batteria di 40 bruciatori posti in doppia fila ad angolazione regolabile. Questo provocherà una uniforme fusione superficiale della membrana che aderirà perfettamente alla soletta preparata preventivamente con una mano di fondo (bitume lussato con solvente volatile.) l'ancoraggio sarà perfetto, anche per l'intervento contestuale di 3 rulli sfalsati che esercitano, cadauno, una pressione non inferiore a 5 Kg/cm<sup>2</sup>. Ulteriore distribuzione uniforme della pressione sarà ottenuta, per tutta la larghezza della membrana, mediante 2 file di rulli idraulici gommati ad anelli.

La membrana preformata avrà le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- Punto di rammollimento: 150°C
- Penetrazione DOW a 25°C: 20-30 dmm
- Carichi a rottura longitudinali: 100 daN/5 cm
- Carichi a rottura trasversali: 90 daN/5 cm
- Resistenza a lacerazione long.: 14+/- 1 daN
- Resistenza a lacerazione trasv.: 15+/- 1 daN
- Allungamento longitudinale: 40% +/- 5%
- Allungamento trasversale: 40% +/- 5%

La massa bituminosa sarà costituita da legante modificato tipo C secondo le prescrizioni delle N.T.A. art. 25 Sovrastrutture Stradali (punto b1)

**Art. 13 - Strutture in acciaio**

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

- dalla 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);
- dal D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 31.01.1985);
- dal D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- dal D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" ( G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- dal 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 A.N.A.S. n. 55/1986);
- dal 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.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.:

1. il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la D.L. Nel progetto

esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate. Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

2. tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti esecutivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14 febbraio 1992, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

#### **a) Collaudo tecnologico dei materiali**

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 14 febbraio 1992.

#### **b) Collaudo dimensionale e di lavorazione**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

#### **c) Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovraccaricate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14 febbraio 1992 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### **d) Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio**

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 14 febbraio 1992.

### **Art. 14 - Verniciature**

#### **a) Generalità**

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

articolo.

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

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono le seguenti:

**b) Ciclo «A»**

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

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato Mano di fondo al cloro caucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr O<sub>4</sub>), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante cloro caucciù
- PVC%<sup>(1)</sup>(1) <sup>3</sup> 36%
- % pigmenti sul totale polveri <sup>3</sup> 82%
- tipi di pigmento minio - ZnCrO<sub>4</sub>
- legante secco % 25%
- spessore del film 80 , 100 m
- metodo di applicazione pennello

2° strato Mano intermedia al cloro caucciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante cloro caucciù
- PVC% <sup>3</sup> 41%
- % pigmento sul prodotto finito <sup>3</sup> 14%
- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28%
- spessore del film 80 , 100 m
- metodo di applicazione pennello

3° strato Mano di finitura: cloro caucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante cloro caucciù acrilica
- PVC% <sup>3</sup> 26%
- % pigmento sul prodotto finito <sup>3</sup> 26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 33%
- spessore del film 40 m
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

<b>Ciclo di verniciatura «A»</b>			
	<b>1° strato</b>	<b>2° strato</b>	<b>3° strato</b>
Tipo di legante .....	cloro caucciù .....	cloro caucciù .....	cloro caucciù .....
PVC % .....	<sup>3</sup> 36% .....	<sup>3</sup> 41% .....	<sup>3</sup> 26% .....
% pigmento sul tot. Polveri.....	<sup>3</sup> 82% .....	- .....	- .....
% pigmento sul prod. Finito.....	- .....	<sup>3</sup> 14% <sup>3</sup> 26% .....	- .....
Tipi di pigmento.....	minio, cromato .....	rosso ossido, ferro .....	biossido di titanio .....
.....	di zinco(ZnCrO <sub>4</sub> ) .....	micaceo, alluminio (TiO <sub>2</sub> ) .....	.....
Legante secco % .....	25% .....	28% .....	33% .....
Spessore del film .....	80, 100m .....	80, 100m .....	40m .....
Metodo di applicazione.....	pennello .....	pennello .....	pennello-rullo .....

**c) Ciclo «B»**

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

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC% <sup>3</sup> 36%
- % pigmento sul totale polveri <sup>3</sup> 25%
- tipo di pigmento cromato di zinco ZnCrO<sub>4</sub>
- legante secco % 26%

<sup>(1)</sup> Concentrazione volumetrica del pigmento.

- spessore del film 30, 40 m
- metodo di applicazione pennello

2° strato Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC% <sup>3</sup> 40%
- % pigmento sul prodotto finito <sup>3</sup> 11%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 26%
- spessore del film 80, 100 m
- metodo di applicazione pennello

3° strato Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (nè aromatico, nè cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T):

- tipo di legante poliuretanico
- PVC% <sup>3</sup> 16%
- % pigmento sul prodotto finito <sup>3</sup> 26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30, 40 m
- metodo di applicazione pennello o rullo

#### Ciclo di verniciatura «B»

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	epossidico	poliuretanica
PVC %	<sup>3</sup> 36%	<sup>3</sup> 40%	<sup>3</sup> 16%
% pigmento sul totale polveri	<sup>3</sup> 25%	-	-
% pigmento sul prodotto finito	-	<sup>3</sup> 11%	<sup>3</sup> 26%
Tipi di pigmento	cromato di zinco (ZnCrO <sub>4</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film	30, 40m	80, 100m	30, 40m
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello-rullo

#### d) Ciclo «C»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri <sup>3</sup> 55%
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) % <sup>3</sup> 18%
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca <sup>3</sup> 60%
- spessore del film secco 35, 40 m
- metodo di applicazione pennello o rullo

2° strato Mano intermedia oleo fenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2a mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri <sup>3</sup> 55%
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro

- legante secco (resina) %                   <sup>3</sup> 18%
- tipo di olio nel legante                   olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca               <sup>3</sup> 60%
- spessore del film secco                 35, 40 m
- metodo di applicazione                 pennello, rullo, airless

3° strato   Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3a mano:

- tipo di legante                             alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri       <sup>3</sup> 55%
- tipi di pigmento                         biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % di TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti       <sup>3</sup> 30%
- legante secco (resina)%               <sup>3</sup> 40%
- tipo di olio nel legante                olio vegetale
- % olio nella resina secca             <sup>3</sup> 60%
- spessore del film secco                35, 40 m
- metodo di applicazione                pennello, rullo, airless

4° strato   Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4a mano:

- tipo di legante                             alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri       <sup>3</sup> 55%
- tipi di pigmento                         biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti       <sup>3</sup> 30%
- legante secco (resina) %               <sup>3</sup> 40%
- tipo di olio nel legante                olio vegetale
- % olio nella resina secca             <sup>3</sup> 60%
- spessore del film secco                35, 40 m
- metodo di applicazione                pennello, rullo, airless

#### Ciclo di verniciatura «C»

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Tipo di legante	oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocaucciù	alchidico clorocaucciù
% di pigmenti sul totale polveri	<sup>3</sup> 55%	<sup>3</sup> 55%	<sup>3</sup> 55%	<sup>3</sup> 55%
Tipi di pigmento	ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silicocromati, di piombo, ossido di ferro	biossido di titanio, ftalocianina bleu	biossido di titanio, ftalocianina bleu
% di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	-	-	<sup>3</sup> 30%	<sup>3</sup> 30%
Legante secco (resina)%	<sup>3</sup> 18%	<sup>3</sup> 18%	<sup>3</sup> 40	<sup>3</sup> 40
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
% olio nella resina secca	<sup>3</sup> 60%	<sup>3</sup> 60%	<sup>3</sup> 60%	<sup>3</sup> 60%
Spessore del filo secco	35, 40m	35, 40m	35, 40m	35, 40m
Metodo di applicazione	pennello rullo	pennello rullo- airless	pennello rullo- airless	pennello rullo- airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

#### e) Preparazione del supporto

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

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

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

#### f) Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

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

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

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluzioni Aerate (U.N.I.4261-66)	12h	35°C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I.5687-73)	12h	35°C
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Immersione in soluzione satura di Ca C12	12h	35°C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

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

Ciclo «B» Blistering: 1° strato = 9M  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

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

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo «A» Gto, Gt1 (stacco nullo al massimo del 5%)

Ciclo «B» Gto (stacco nullo)

Ciclo «C» Gto, Gt1 (stacco nullo al massimo del 5%)

5) Spessore films secchi:

Ciclo «A» 1° strato = 90m  
2° strato = 80m  
3° strato = 40m

Ciclo «B» 1° strato = 30m  
2° strato = 90m  
3° strato = 35m

Ciclo «C» 1° strato = 35m  
2° strato = 35m  
3° strato = 35m  
4° strato = 35m

6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

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

8) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino  $\text{Æ}4$  mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

#### g) Prove di accettazione dei prodotti

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

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

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

#### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N	Prova(ciclo <A >)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine		RO	
3	Adesione		G <sub>t0</sub> , G <sub>t1</sub>	
4	Spessore films secchi	90m	80m	40m
5	Abrasione			<10 mg
6	Brillantezza iniziale			>= 90%
7	Brillantezza finale			>= 80%

## Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N	Prova(ciclo <B >)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine		RO	
3	Adesione		Gt <sub>0</sub>	
4	Spessore films secchi	30m	90m	35m
5	Abrasione			<10 mg
6	Brillantezza iniziale			>=90%
7	Brillantezza finale			>=80%

## Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N	Prova(ciclo <C>)	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9F	9M	9F
2	Ruggine			RO	
3	Adesione		Gt <sub>0</sub> , Gt <sub>1</sub>		
4	Spessore films secchi	35m	35m	35m	35m
5	Abrasione				<10 mg
6	Brillantezza iniziale				>= 90%
7	Brillantezza finale				>= 80%

**Art. 15 - Acciaio per c.a. e c.a.p.**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Gli acciai inox per armatura di c.a. ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle normative AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio (L = low carbon) per garantire la saldabilità.

Le caratteristiche meccaniche dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circolare esplicativa (rispettivamente G.U. n.29 del 5 febbraio 1996 e G.U. n.277 del 26 novembre 1996) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

Il tipo di acciaio cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è l'FeB44k.

Modalità di prelievo ed unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armatura di c.a..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 14 febbraio 1992.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t. max; ogni partita minore di 25 t. deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t., spedito in un'unica volta, e 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. 14 febbraio 1992.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M. 14 febbraio 1992.

**Art. 16 - 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 rinfiancati 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

Ø tubi in cm	Spessore tubi in mm	Spessore della platea in cm
80	70	20
100	80	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 ondulations 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 un Laboratorio ufficiale, 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 impiegate, 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 impiegate.

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 sinusoide.

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. 17 - Apparecchi d'appoggio

##### a) Generalità

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di «cerniera» e di «carrello cerniera» e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992 «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche» ed alle «Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni», C.N.R. - U.N.I. 10018 - 72-85.

Inoltre 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.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione delle relazioni che l'apparecchio dovrà sopportare;
- h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

##### b) Materiali

In linea di massima, le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

###### a) Acciaio laminato.

Sarà della classe Fe37, Fe43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72.

###### b) Acciaio fuso o per getti.

Sarà della classe FeG52 delle norme UNI 3158-77.

###### c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-71.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-66 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 60°C +/- 2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi. La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 micron (UNI 3963).

###### d) Elastomeri.

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione, > 10 N/mm<sup>2</sup> [100 Kg/cm<sup>2</sup>] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura, > 300% (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%; 24h; 70°C) < 20%;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

###### e) Politetrafluoroetilene (PTFE).

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-66, saranno le seguenti:

- densità 2,13 - 2,23 g/cm<sup>3</sup>;
- resistenza a trazione (23°C), > 24 N/mm<sup>2</sup> [240 Kg/cm<sup>2</sup>];
- allungamento a rottura (23°C), > 300%;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

###### f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35% C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato, 240 - 295 dmm (DIN 51804);

- punto di congelamento, < 50°C (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 150°C, ≤ 3% (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

## g) Altri materiali.

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio ed acciaio cromato (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione della D.L.;
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

## c) Prove sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'impresa, secondo le norme di accettazione riportate nei punti A) e B).

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori designati dalla Direzione dei Lavori e le relative spese saranno a carico dell'Impresa.

## d) Fabbricazione

## 1) Acciaio inossidabile

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitanamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensione	Spessore minimo della lastra di acciaio
fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

## 2) PTFE

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo. Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini. Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà, variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensione max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0± 0,2
600, 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2±0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento. In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2±0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

## a) Pressioni ammissibili.

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm<sup>2</sup> [300 Kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup> [450 Kg/cm<sup>2</sup>].

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup> [600 Kg/cm<sup>2</sup>] se i carichi non agiscono in modo permanente. In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup> [170 Kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo, 25 N/mm<sup>2</sup> [250 Kg/cm<sup>2</sup>].

## b) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

## 3) Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di

contatto sul PTFE, nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibili (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

4) *Parti in composizione saldata*

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di lavorazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14 febbraio 1992.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'impresa.

5) *Protezione anticorrosiva.*

Tutte le parti metalliche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco, seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nell'Art. «Verniciature» delle presenti Norme Tecniche.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile all'atto della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

6) *Antipolvere*

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschiapolvere e soffiati neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio. I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3 e 4, dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

**e) Assemblaggio**

1) *Collegamenti provvisori*

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera. A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

2) *Pre-regolazione*

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

3) *Contrassegni*

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

4) *Riferimenti.*

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

**f) Posa in opera**

1) *Verifica delle sedi predisposte*

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1 % per ogni tipo di apparecchio. Tale ripristino sarà a carico dell'impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza e per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo. In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'impresa alla Direzione Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

2) *Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità*

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e soprastanti con zanche d'ancoraggio. E' a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (quest'ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta. Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

### **Art. 18 - Giunti di dilatazione**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti 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.

Sulla base di tali dati l'Amministrazione si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare: l'adattamento dei casseri; le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa; la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e con quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescriverne la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

#### **a) Tipologie dei giunti**

##### *1) Giunti in gomma - metallo*

sono giunti normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico vengono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità o la portanza della struttura elastomerica. In questo gruppo possono essere distinti due fondamentali sottogruppi in funzione del meccanismo con cui viene ottenuta la capacità di dilatazione/contrazione del giunto e precisamente:

- deformando elasticamente, con sollecitazione di tipo tagliante, idonee zone elastomeriche opportunamente predisposte;
- deformando in maniera elastica dei profili elastomerici la cui studiata geometria viene modificata da sollecitazioni di norma flessionali.

Caratteristica di questa tipologia di giunti è la presenza a livello della superficie trafficata, di una serie più o meno numerosa di varchi paralleli all'asse del giunto necessari allo sviluppo delle deformazioni elastiche richieste. Generano un certo rumore.

##### *2) Giunti a pettine*

Sono Giunti ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare.

Questi due elementi, fissati ognuno alla relativa testata, garantiscono, grazie ad una idonea compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni richieste al giunto.

Lo schema statico di tali giunti può essere di trave in duplice appoggio quando l'elemento a pettine posa su entrambe le testate, o a mensola quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata.

Loro caratteristica è la necessità di richiedere uno specifico dispositivo, generalmente una scossalina, per garantire l'impermeabilità del varco.

Richiedono inoltre una particolare attenzione sia nell'allineamento in fase di posa che nell'ancoraggio alla testata, soprattutto nel caso di schema strutturale a mensola.

Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

##### *3) Giunti a piastre metalliche*

Sono quei giunti in cui una serie di piastre metalliche, nude o rivestite di gomma, tra loro vincolate forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti garantendo la continuità del piano viabile.

Sono utilizzati normalmente per grandi scorrimenti e possono essere caratterizzati da un certo ingombro in senso verticale.

Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

##### *4) Giunti a lamelle (profilati) trasversali*

Sono i giunti in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma si da creare una superficie impermeabile caratterizzata dall'alternanza, lungo tutto lo sviluppo trasversale dei profili in acciaio e dei profili in gomma che con la loro deformabilità assicurano lo sviluppo dei scorrimenti richiesti.

La portanza dei profili metallici è garantita da una struttura di sostegno, su cui i suddetti profili poggiano e scorrono, ancorata alle testate dell'opera d'arte.

Anche in questo caso viene richiesta una particolare predisposizione delle testate alle quali deve essere fissata la struttura di sostegno.

Detti giunti possono essere costruiti in versioni che permettono notevoli escursioni trasversali.

Sono giunti rumorosi.

##### *5) Altri tipi di giunto*

Sono i giunti longitudinali, in genere del tipo gomma - metallo o quelli per le fessure di affiancamento opere di due diverse carreggiate (fig. 12)

Tipologie di giunto non contemplate nei paragrafi precedenti saranno soggette a preventiva approvazione da parte della Committente, salvo le tipologie particolari di cui alle figg. 11

#### **b) Materiali - requisiti e penali**

La fabbricazione dei giunti, dei dispositivi di collegamento tra opera e giunti, l'esecuzione dei ripristini o adeguamenti dei medesimi in caso di manutenzione o riparazione, dovrà avvenire impiegando esclusivamente i materiali previsti in sede di progetto la cui qualità dovrà essere comprovata mediante idonea certificazione.

Le Società Produttrici dei materiali devono produrre in regime di "Assicurazione di qualità" rispettando le direttive UNI EN 29001 (ISO 9001).

In particolare le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN 29001 e possedere un manuale di Qualità.

La Direzione Lavori in accordo con la Committente potrà richiedere che il Fornitore richieda al Produttore, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni del materiale che viene consegnato di volta in volta.

Successivamente, in corso d'opera, le prove dovranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Committente in accordo con la tabella 11.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10 % rispetto a quelli richiesti, la Committente effettuerà una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il materiale verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato pagato.



- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| - Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556 | 10000 Mpa                           |
| - Adesione al calcestruzzo – UNI 8298/1                   | 3 Mpa (rottura del supporto in cls) |
| - Ritiro – UNI 8687                                       | inferiore a 0,005                   |
| - Assorbimento di acqua – UNI 7699                        | inferiore a 0,3% in peso            |

**11) Sigillante di natura polisolfurica**

- Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8 0,5 MPa
- Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8 250%
- Permeabilità all'acqua – UNI 8202 parte 21 nulla
- Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117 650 h
- Durezza - UNI 4916 25 ShA

**12) Malta di resina con funzione di adesivo**

- Resistenza a compressione - UNI 4279 90 MPa
- Resistenza a flessotrazione - UNI 7219 50 MPa
- Adesione al metallo - ASTM D 1002 10 MPa
- Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1 3 MPa (rottura del supporto in cls)
- Ritiro lineare - ASTM D 2556 inferiore a 0,0013 cm/cm
- Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556 6 GPa
- Gel time - ASTM D 2471
  - 5°C = 150 minuti
  - 20°C = 45 minuti

**13) Malta di resina con funzione impermeabilizzante sigillante**

- Resistenza a trazione – UNI 8202 3 MPa
- Durezza – UNI 4916 80 ShA
- Deformazione residua a trazione – UNI 8202 parte 10 inferiore a 15%
- Permeabilità all'acqua – UNI 8202 parte 21 nulla
- Adesione al calcestruzzo – UNI 8298/1 3 Mpa (rottura del supporto in cls)

**c) Posa in opera****1) Piani e vani di posa**

Il Fornitore del giunto dovrà presentare alla Committente entro 20 gg dall'aggiudicazione i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera riferite al giunto in posizione di apertura media. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di montaggio con riferimento al capitolo 5.1.11. Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Committente. Nel caso di manutenzioni, detti disegni saranno di volta in volta adeguati alle operazioni da compiere. Nel caso di installazione di giunti di dilatazione su opere nuove, la posa in opera del giunto deve essere eseguita dopo la stesa della pavimentazione.

La scelta più conveniente nella realizzazione delle varie fasi esecutive è qui di seguito elencata:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione esportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- rinvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici del Fornitore e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione (vedi p.to 5.1.9.3);
- esecuzione del giunto di cordolo.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, la posa in opera del giunto potrà essere eseguita Prima o dopo la stesa della pavimentazione procedendo secondo le seguenti fasi:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore, lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, secondo il tipo di degrado riscontrato;
- getto di malta cementizia reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, opportunamente armato e collegato alla testa, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto. Nel caso di degrado profondo della testa di soletta, il ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto in betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguire a cura dei tecnici del Fornitore e con proprie attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione e alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione (vedi p.to 5.1.9.3)
- esecuzione del giunto di cordolo

**2) Preregolazione**

La preregolazione del giunto avverrà in base ai dati forniti dalla Direzione dei Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori.

La preregolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi di appoggio.

### 3) Raccordo con la pavimentazione

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto nel caso di manutenzioni, sarà di larghezza minima di 100 mm ed andrà eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dal Fornitore e accettate dalla Committente.

### 4) Sistema di raccolta delle acque

La raccolta delle acque sarà assicurata da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale (vedi fig. A) oppure da due gronde su ciascuna delle due testate (vedi fig. B). Entrambi i sistemi dovranno interessare tutta la larghezza dell'impalcato anche qualora il giunto sia limitato alla sola zona carrabile.

### 5) Raccordo con i cordoli e le barriere

Entrambi i sistemi dovranno interessare:

- giunti di escursione £ 50 mm;
- guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato al paragrafo 5.1.6.4;
- giunti di escursione > di 50 mm
- coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato al punto 5.1.6, protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato al capitolo 5.1.0.

## d) Requisiti prestazionali

### 1) Continuità e movimento

Il giunto deve consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni relative delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali dovranno essere richiesti esplicitamente dal progettista. Significativi spostamenti verticali devono di norma essere impediti dal sistema di vincolo della struttura, in quanto pregiudicano la sicurezza del traffico veicolare e la durabilità del giunto stesso. Eventuali diverse esigenze dovranno essere oggetto di specifica prescrizione.

### 2) Impermeabilità

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile; nel caso in cui ne sia invece previsto il passaggio attraverso il giunto, le acque devono essere raccolte immediatamente sotto di esso in apposita canaletta ed allontanate dalle strutture adiacenti.

Nel Giunti l'impermeabilizzazione è ottenuta mediante dispositivo di sottopavimentazione realizzati con scossaline o con canali di gronda collegati senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Tali dispositivo non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

Il giunto sarà considerato impermeabile se entro due anni dalla sua costruzione durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, non si vedono scolarure di acqua per una estensione superiore al 10 % della sua lunghezza.

Nel caso di scolarure per una estensione superiore e detto valore, il giunto sarà penalizzato del 20 % (venti per cento) del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

### 3) Drenaggio e caditoie

Il giunto deve essere munito di dispositivo di drenaggio atti a smaltire le acque che si infiltrano al di sotto della pavimentazione stradale. 1 dispositivo di drenaggio non devono interferire con le strutture principali dell'opera.

Per un corretto funzionamento del sistema di drenaggio è indispensabile prevedere, nel caso non siano presenti, delle adeguate caditoie a ridosso del sistema di drenaggio del giunto.

### 4) Aderenza

Il giunto deve garantire un'adeguata aderenza agli pneumatici dei veicoli, ed in particolare tutti i giunti longitudinali, dovranno presentare opportuni risalti o irruvidimenti superficiali in modo tale da garantire un'adeguata aderenza.

### 5) Resistenza alla corrosione

Tutte le parti metalliche soggette a corrosione devono essere protette da un idoneo ciclo protettivo conie specificato al capitolo 5.1.10.

### 6) Manutenzioni

Il giunto non deve pregiudicare tutte le operazioni di ordinaria e straordinaria manutenzione delle Opere d'arte (es.: sollevamento, ispezioni ecc.) nonché le operazioni invernali (urto di coltelli spazzaneve).

### 7) Prescrizioni acustiche dei giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto. Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova potrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i Giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto ordinariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe I della norma IEC 651 ovvero CEI 29 - 1; se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 83 1, per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow. La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con velocità di 100 Km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla D.L. a velocità di 70 Km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1.5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 secondi relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso. Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità o altre definite con la Committente in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

- a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
- b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

effettuata con questa modalità o altre definite con la Committente, andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A). La D.L. qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove. In seguito si potrà stabilire in accordo con l'Impresa, un criterio limite di accettazione acustica del giunto anche in relazione alle normative in corso di promulgazione. Il superamento di detto limite concordato, comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o una penalità del 10% del suo costo.

#### 8) Raccordo con la pavimentazione

La posa in opera del giunto potrà essere eseguita prima o dopo la stesa della pavimentazione, in funzione della tipologia del giunto e delle specifiche condizioni operative; tale scelta dovrà essere concordata dalla Direzione Lavori con il Fornitore.

E' compito specifico della Direzione Lavori fornire le quote di posa in opera del giunto e predisporre gli specifici controlli affinché, la differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sia rispettivamente compresa tra i + 5 mm e 0 mm.

Tale prescrizione è di fondamentale importanza al fine di preservare il giunto da inutili e dannose sollecitazioni d'urto indotte dal traffico, sollecitazioni che potrebbero inficiare la funzionalità stessa del giunto.

### Art. 19 - 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. 20 - Sovrastruttura stradale

(Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali)

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 2,5 %.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,5%. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2,5 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con 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 rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

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 ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso il Laboratorio di fiducia del Committente. 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 5 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 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) Strato di agguagliamento in misto granulare, stabilizzato con legante naturale.

Lo strato di agguagliamento sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbia ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "norme tecniche per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie con sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. IV/1953).

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, inoltre non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare (C.N.R. B.U. n° 95/1984). L'indice di appiattimento sarà £ 20.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prova appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme C.N.R. B.U. n°34/1973, inferiore al 30%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti delle Norme C.N.R. ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con prova C.N.R. n° 27/1972, non inferiore al 55%.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di roccia preferibilmente calcarea 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 fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio.

Le altre caratteristiche degli inerti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla norma C.N.R. B.U. n° 193/1992.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di agguagliamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Crivelli				Setacci			
25	15	10	5	2	0.4	0.18	0.075
100	65-100	50-80	30-60	20-45	7-25	5-15	4-8

Il rapporto tra passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 dovrà essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di inibizione in acqua, dovrà essere non minore di 50.

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 delle attrezzature di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso d'opera.

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 uno o più strati mediante macchina livellatrice e compattato con rulli vibranti o rulli gommati. Esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione nei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo punto 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 a spese dell'impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno essere impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere determinate dalla D.L. con una prova sperimentale, usandole miscele messa 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 massima fornita dalla prova AASHTO modificata.

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  misurato nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup> dovrà essere  $\geq 60$  N/mm<sup>2</sup>.

#### 2) 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 0,4	7, 22
Setaccio 0,075	2, 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia<sup>(1)</sup> misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (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);
- 6) indice di portanza CBR<sup>(2)</sup>, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### B) 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.

<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.

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 0,2 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%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, 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 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.

### 3) 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:

- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare; (CNR: B.U. n° 95/1984)
- 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

<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:

$$d_r = d_i P_c (100 - x)$$

$$100 P_c - x d_i$$

dove:

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

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm)

Setaccio 0,4	8, 18
Setaccio 0,18	6, 14
Setaccio 0,075	5, 10

- 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%;
- equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 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.

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.

Le altre caratteristiche degli inerti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla Norma CNR B.U. n° 139/1992

**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 cm<sup>3</sup>); 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 AASHTO 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**

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 né 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.

(1) Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$s_2 = 2P \cdot pdh$$

con:

$$s_2 = \text{resistenza trazione in N/mm}^2;$$

P = carico di rottura in Kg;

d = diametro del provino cilindrico in cm;

h = altezza del provino cilindrico in cm.

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 similare) 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 acida al 55% in ragione di 1 , 2 Kg/m<sup>2</sup>, 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 di una opportuna 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 m<sup>3</sup> 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 +- 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) strati di base collegamento e usura

##### 1) Leganti bituminosi di base e modificati

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi tavola che segue). Nel seguito indichiamo le caratteristiche dei diversi leganti, 8 per i bitumi di base, 10 per quelli a modifica "Hard" con sigla "C".

Si deve rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8 per i bitumi di base, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento. Almeno 5 caratteristiche su 10 sono richieste per i bitumi modificati , obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione , incremento del punto di rammollimento e ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi di base ed i modificati non risultino come da richieste testè definite, verranno penalizzati del 5% i primi e del 10% i secondi per i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche dei prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

TAVOLA SINOTTICA

CATEGORIA	TAB.	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitumi di base	1.1	A	---	---	CB
Bitume hard	1.2	C	4+2	SBS,+SIS	CBH <sup>(*)</sup> , CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	1.3	E	8	SBS <sub>r</sub> , SBS <sub>h</sub> , EVA, LPDE <sup>(**)</sup>	S,GT,CBV
Emulsioni bituminose cationiche	1.4	F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	---	---	MAF

(\*) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(\*\*) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

Per ottenere la modifica si potrà nei casi specificati al punto 2.4 operare con aggiunta di composti potimerici al momento della miscelazione all'impianto; in questi casi la verifica dei risultati (prestazioni) si opererà sul conglomerato finale.

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretanicca e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP (lastra in calcestruzzo ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBS <sub>r</sub>	Stirene – Butadiene – Stirene a struttura radiale
SBS <sub>l</sub>	Stirene – Butadiene – Stirene a struttura lineare
LPDE	Polietilene a bassa densità
ACF	Attivanti chimici funzionali

Per ottenere la modifica si potrà nei casi specificati al punto 2.4 operare con aggiunta di composti potimerici al momento della miscelazione all'impianto; in questi casi la verifica dei risultati (prestazioni) si opererà sul conglomerato finale.

#### 1.1- Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) con le caratteristiche indicate in Tabella 1.1. impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui al punto 2.

Nella tabella 1.1. sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base 'A' così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio (vedi punto 2.1.5).

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

Tabella 1.1

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Bitume A (50/70) Valore
Penetrazione @ 25°C	0.1 mm	EN1426 CNR 24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN1427 CNR 35/73	46-56
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	£-8
Solubilità di Tricloroetilene, min.	%	CNR 48/75	³ 99
Viscosità dinamica @ 160°C, gradiente di velocità=10s <sup>-1</sup> , max	Pa*s	SN67.1722a	£0,3
Valori dopo RTFOT (*)	%	CNR54/77	£0,5
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163°C, max, ±	%	EN1426 CNR24/71	³ 50
Penetrazione residua @ 25°C, min.	°C	EN 1427 CNR 35/73	£9
Incremento del Punto di rammollimento, max			

#### 1.2.- Bitumi modificati (Modifica hard)

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle pavimentazioni tradizionali rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che permettano risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione deve avvenire in impianti industriali dove vengono miscelati i bitumi di base, opportunamente selezionati, con polimeri di natura elastomerica e/o piastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi con modifica "hard" vanno impiegati alle miscele particolari di collegamento e usura salvo diversa indicazione della Committente.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto dalla Committente.

I bitumi modificati "HARD", possono anche essere preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con elevate percentuali di polimero) successivamente tagliato per aggiunta e miscelazione di bitume di base, in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 1.2, 1.3, 1.4.

Per i bitumi modificati, "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione potrà avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi purché i bitumi ottenuti abbiano le caratteristiche richiesti. In questo caso i carichi di bitume di base destinati alla modifica devono essere testati almeno sul valore del punto di rammollimento e della penetrazione, mentre permane l'obbligo alla certificazione dei dati sopra indicati.

Nel caso di fornitura esterna è preferibile usare fornitori certificati in Qualità da primario istituto europeo almeno a norma ISO 9002. Entro un anno dalla data di applicazione di queste norme e comunque dal marzo 1999, le forniture dovranno avvenire esclusivamente da parte di ditte di questo tipo.

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di: conglomerati bituminosi "Hard" (CDB(\$)), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), trattamenti superficiali a caldo; mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S); giunti a tampone (GT); pavimentazioni di viadotti (CBV); sono riportate nelle tabelle che seguono.

Tipologie di modifica diverse verranno valutate di volta in volta da della Committente.

Tabella 1.2 – Bitume Hard – Legante "C" (% di modificante/i(\*) <sup>3</sup> 6%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1 mm	EN1426 CNR 24/71	50-70
D Punto di rammollimento <sup>(**)</sup> /valore minimo P.A.	°C	EN1427 CNR 35/73	<sup>3</sup> 22/68
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	£-15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=100s^{-1}$ , max	Pa*s	SN67.1722a	£0,8
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min.	%	DIN52013; (CNR44/74 modificata)	<sup>3</sup> 70
Stabilità allo stoccaggio, 3gg. a 180°C D Punto di rammollimento	°C	Vedi norma in appendice	£3
Resistenza a fatica, $G^*sins$ , 1.0kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003	<sup>3</sup> 9
Valori dopo RTFOT <sup>(***)</sup>			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C, max, $\pm$	%	CNR54/77	£0,8
Penetrazione residua a 25°C, min.	%	EN1426 CNR24/71	<sup>3</sup> 40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 CNR 35/73	£5

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr, SIS, la percentuale complessiva è indicativa

(\*\*) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(\*\*\*) Rolling Thin Fil Oven Test

Tabella 1.3 – Bitume Hard – Legante "E" (% di modificante/i(\*) <sup>3</sup> 8%)

Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0.1 mm	EN1426 CNR 24/71	100-150
D Punto di rammollimento <sup>(**)</sup> /valore minimo P.A.	°C	EN1427 CNR 35/73	<sup>3</sup> 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	£-17
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=100s^{-1}$ , max	Pa*s	SN67.1722a	£0,8
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min.	%	DIN52013; (CNR44/74 modificata)	<sup>3</sup> 70
Stabilità allo stoccaggio, 3gg. a 180°C D Punto di rammollimento max	°C	Vedi norma in appendice	£3
Valori dopo RTFOT <sup>(***)</sup>			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163°C, max, $\pm$	%	CNR54/77	£0,8
Penetrazione residua a 25°C, min.	%	EN1426 CNR24/71	<sup>3</sup> 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 CNR 35/73	£10

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr, SBS,SIS, EVA LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(\*\*) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(\*\*\*) Rolling Thin Film Oven Test

Tabella 1.4 - Emulsioni bituminose cationiche – legante "F1" e "F2"

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali

Caratteristiche	Unità	"F1"	"F2"
		a rapida rottura Valore	a media rottura Valore
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min.	% in peso	<sup>3</sup> 53	<sup>3</sup> 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	3/8	5/10
Carica delle particelle		Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	£200	£200
Punto di rammollimento, min.	°C	<sup>3</sup> 37	<sup>3</sup> 37

Tabella 1.5 - Fibre di natura minerale (vetro) – Per bitumi, per usure drenanti, mani d'attacco e simili

Caratteristiche	Unità	Valore
Lunghezza media	micron	200-300
Diametro medio	micron	5-6
Superficie specifica	Cm <sup>2</sup> /g	3000
Resistenza alla trazione	Gpa	1-2
Allungamento massimo	%	1.5 a 2.5
Tasso di infeltrimento	%	0
Resistenza alla temperatura	°C	550 - 650

## 2) Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base, per quelli speciali è previsto un tipo di legante, a modifica "Hard". Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

## TAVOLA SINOTTICA

Tipi di conglomerato	Strati di impiego	COMPOSIZIONE		
		Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali (A.C.F.) (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	Base	100	0	0
	Collegamento	100	0	0
	Usura	100	0	0
CBH "Hard"	Collegamento	100	0	0
	Usura	100	0	0

(\*) Sono quelli con maggior durata a fatica

## 2.1 - Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura.

### 2.1.1. - Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di base di cui al punto 2 tab. 1.1 di seguito denominato "Bitume", in impianti automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

### 2.1.2. - Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 2 tab. 1.1, i conglomerati di base, collegamento e usura, se non è diversamente indicato negli elaborati progettuali, devono essere realizzati con bitumi di base.

### 2.1.3. - Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR art. 1 del fascicolo IV/1953.

### 2.1.4. - Aggregato grosso

l'aggregato grosso deve essere costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

#### Strato di base

Nella miscela di questo strato la D.L. potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 35% in peso. Per inerte "non frantumato" si intende un inerte che abbia anche una sola faccia arrotondata.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere < 25% in peso.

Sensibilità al gelo (CNR 80180) deve essere < 30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) < 0.015.

1 coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere 3 e < 1.58.

#### Strato di collegamento

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere <25%.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere <30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) < 0.015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere < 3 e < 1.58.

#### Strato di usura

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere <20%.

La porosità (CNR B.U. n.65 del 18.05.1978) deve essere < 1,5%.

Il coefficiente di inibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 deve essere < 0,015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere < 3 e < 1.58.

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere >0,43 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n.80 del 15.11.1980) deve essere < 20%.

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di dopè di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n°138/92).

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale deve contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica (CNR B.U. n°104 del 27.11.1984).

E' facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di C.A.T. , scadente omogeneità dell'impasto per insufficiente affinità con il bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopra indicati.

Overo, qualora l'impresa reperi materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle N.T.A., la D.L. potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (C.L.A. > 0,50) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela. In ogni caso il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiatura ad alto rendimento. Le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego devono sempre essere autorizzate dalla Committente sulla base di preventiva presentazione allo stesso da parte dell'impresa di uno studio della miscela.

### 2.1.5. - Aggregato fino

l'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore ai 70% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n° 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR 27/72) deve essere > 70. Nel caso di impiego di una sabbia frantumata non lavata l'equivalente in sabbia della miscela finale della sabbia nelle proporzioni previste dalle studio di progetto deve essere > 60.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di C.L.A. <0,43.

#### 2.1.6. - Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti: potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il DPA deve essere  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  (CNR 122/88)

alla prova CNR B.U. n°75 dei 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio	UNI	0,40 mm	Passante	in	peso	per	via	umida	100%
Setaccio	UNI	0,18 mm	Passante	in	peso	per	via	umida	90%
Setaccio	UNI	0,075 mm	Passante	in	peso	per	via	umida	80%

della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR -UNI 10014)

#### 2.1.7. - Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

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

Strato di base

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 30	100
Crivello 25	70-95
Crivello 15	45-70
Crivello 10	35-60
Crivello 5	25-50
Setaccio 2	18-38
Setaccio 0,4	6-20
Setaccio 0,18	4-14
Setaccio 0,075	4-8

Bitume 4% - 5% del tipo descritto in art.3.1.1., tab. 3.1.1.

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm devono essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Strato di collegamento

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 25	100
Crivello 15	65-85
Crivello 10	55-75
Crivello 5	35-55
Setaccio 2	25-38
Setaccio 0,4	10-20
Setaccio 0,18	5-15
Setaccio 0,075	4-8

Bitume 4,5% - 5,5% del tipo descritto in art.3.1.1., tab. 3.1.1.

Strato di usura

Crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 20	100
Crivello 15	90-100
Crivello 10	70-90
Crivello 5	40-55
Setaccio 2	25-38
Setaccio 0,4	11-20
Setaccio 0,18	8-15
Setaccio 0,075	6-10

Bitume 4,8% - 5,8% del tipo descritto in art. 3. 1. I., tab. 3. 1. I.

Fuso - usure da 4-6 cm di spessore

#### 2.1.8. - Requisiti di accettazione

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

Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B-93 EDITION 1 B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600
Dimensioni provino, mm:	150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

a 10 rotazioni: % vuoti	10+14
a 100 rotazioni: % vuoti	3 + 5 (DG = Densità Giratoria) <sup>(*)</sup>
a 180 rotazioni: % vuoti	> 2

In alternativa si potrà ancora usare il metodo Marshall il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30173 con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare superiore a 800 daN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm deve essere  $\geq 250$  daN/mm. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121187). Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n°39 del 23.3.73).

Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoria' (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

**CONDIZIONI DI PROVA**

Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale: KPa	600
Dimensioni provino, mm:	150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

a 10 rotazioni: % vuoti	10±14
a 100 rotazioni: % vuoti	3 , 5 (D <sub>G</sub> = Densità Giratoria) <sup>(*)</sup>
a 180 rotazioni: % vuoti	<sup>3</sup> 2

In alternativa si potrà ancora usare il metodo Marshall. La stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n°39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale (vedi requisiti di accettazione caratteristiche superficiali). La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

**CONDIZIONI DI PROVA**

Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale,	KPa 600
Dimensioni provino,	mm 150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

a 10 rotazioni: % vuoti:	10+14
a 130 rotazioni: % vuoti:	4 + 6 (D <sub>G</sub> = Densità Giratoria) <sup>(*)</sup>
a 220 rotazioni: % vuoti:	<sup>3</sup> 2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade.

1 requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25°C (Rt) N/mm<sup>2</sup>: 0,6 + 0,9

Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: a 50

Il fuso granulometrico indicato è valido per per tappeti di usura dello spessore compreso tra 4 cm e 6 cm; qualora si rendesse necessario realizzare uno spessore di 7 cm la curva di progetto deve essere concordata con la D.L.:

Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 2.1.5. la percentuale di sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie. Per condizioni di clima asciutto e caldo prevalenti si devono usare curve granulometriche prossime al limite inferiore dei fusi di riferimento.

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere in ogni caso compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n° 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta (Prova Brasiliana - normativa interna della Committente allegato 1) devono essere compresi nei seguenti limiti:

**Usura tipo**

Temperatura di prova (°C)	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	<sup>3</sup> 160	<sup>3</sup> 70	<sup>3</sup> 35

(\*) Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni

**Modalità di esecuzione dei provini marshall**

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n° 121 dei 24.08.1987).

1 provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta al punto 3.3. della norma CNR 30/73.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 140°C la D.L. in presenza dell'impresa deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

**2.1.9 - Controllo dei requisiti di accettazione**

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti di adesione per la relativa accettazione presso Laboratori di fiducia.

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

Una volta accettato lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder ed usura.

Per gli strati di base, collegamento ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di  $\pm 2$ ; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

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

La D.L. si riserva la facoltà di controllare le miscele, sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica con prove di carico costante (norma CNR B.U. n° 106 dei 10.4.1985).

Il parametro  $J_1$  a 10°C deve essere compreso tra 25 e 40  $\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$  mentre lo  $J_p$  a 40°C deve essere compreso tra  $14 \times 10^6$  e  $26 \times 10^6 \text{ cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$ . Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in laboratorio.

In ogni cantiere di lavoro deve essere installato e condotto a cura e spese dell'impresa, un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Devono essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometrica degli inerti, percentuale dei bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore; - la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.); - la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume  $D_m$  = densità di riferimento Marshall (CNR B.U. n° 40 del 30.3.1973), media di tre prove; percentuale dei vuoti (CNR B.U. n° 39 del 23.3.1973), media di tre prove; stabilità e rigidità Marshall.
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10°C, 25°C, 40°C.
- il grado di addensamento della pavimentazione in opera.

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche di idoneità della miscela prodotta mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoda' (Metodologia AASHTO TP4) con prelievi eseguiti in impianto od alla stesa (Valori medi di tre provini). Queste prove sostituiscono le prove Marshall. I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoria' devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche dei bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume deve essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in daN) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

**2.1.10 - Formazione e confezione delle miscele**

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C

e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L., in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

#### 2.1.11 - Attivanti di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensati nei prezzi. Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della D.L..

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso il Laboratorio Centrale della Soc. Autostrade avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile e l'adesione secondo prova Autostrade.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3%° (tre per mille) ed il 6%° (sei per mille) rispetto al peso dei bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere della D.L.. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

#### 2.1.12 - Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (tab. 1.4) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

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

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa. La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 14t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati. Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall (Dm) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà la DG di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nel punto 3.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

### 2.2 - Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "hard"

#### 2.1 - Descrizione

I conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto sono costituiti da inerti freschi frantumati ed inerti provenienti da conglomerati preesistenti fresati o frantumati aggiunti in proporzioni variabili a seconda della natura del conglomerato che si deve ottenere (base, binder, usura) impastati a caldo con bitume modificato di tipo "Hard" (punto 1.2, tab. 1.2).

La messa in opera avviene con sistemi tradizionali. Per i materiali descritti nel presente articolo, in assenza di indicazioni valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi a caldo freschi (punto 2.1).

#### 2.2.2 - Materiali inerti

Il materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali (art. 2.1.3., 2.1.4.) con la sola eccezione che gli inerti devono essere frantumati 100%. Per frantumato 100% si intende che l'inerte non deve possedere nessuna faccia tonda.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi per lo strato di base, materiali provenienti vecchi strati di binder ed usura, per lo strato di collegamento, materiali provenienti da strati di usura da impiegarsi solo per questo strato.

**2.2.3. - Legante**

Il bitume deve essere costituito da quello descritto al punto 1.2, tab. 1.2 (Modifica "Hard") e da quello proveniente dal materiale fresato.

**2.2.4. - Miscela**

La miscela di inerti deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuote costituire (punto 2.1.7), mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di collegamento: 4.5% - 5.5%
- Per il conglomerato di usura: 5.0% - 6.0%

**2.2.5. - Miscela di collegamento (binder)**

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): > 1100 daN
- Modulo di rigidezza: 300, 450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4, 6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: KPa: 600
- Dimensione provino mm: 150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

- a 10 rotazioni: %vuoti 10, 14
- a 120 rotazioni: % vuoti 3, 5 (DG = Densità Giratoria)(\*)
- a 200 rotazioni: % vuoti > 2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (Rt) N/mm<sup>2</sup>: 0.5, 0.9
- Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: > 40

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30173) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.6, 2.3	0.7, 1.1	0.3, 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	>70	≥40

**2.2.6 - Miscela di usura**

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): 1100, 1500 daN
- Modulo di rigidezza: 300, 450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4-6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B).

- Angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: KPa: 600
- Dimensione provino,mm : 150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

- a 10 rotazioni : % vuoti 10, 14
- a 150 rotazioni: % vuoti 3, 5 (DG = Densità Giratoria)(\*)
- a 240 rotazioni: % vuoti > 2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (Rt) N/mm<sup>2</sup>: 0.6, 0.9
- Coefficiente di Trazione Indiretta a 25°C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: > 50

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.6, 2.7	0.8, 1.2	0.40, 0.80
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	≥70	≥45

Per tutte le miscele il parametro J1 a 10°C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 20 e 40 cm<sup>2</sup>(daN.s) mentre lo Jp a 40°C (CNR 106/85) deve essere compreso tra  $10 \times 10^6$  e  $25 \times 10^6$  cm<sup>2</sup> (daN.s). Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in laboratorio.

**2.2.7 - Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "hard"**

Si fa riferimento ai seguenti articoli 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.1.11, 2.1.12.

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza e

(\*) Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni

l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nel punto 3.

### 2.3 - Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato deve essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale in tutte le pavimentazione e soprattutto, nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettililo-clotoide, rettililo-curva)
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fono-assorbenza). Viene steso di norma e spessori di 4 cm costipati, salvo diversa richiesta del progetto.

#### 2.3.1 - Aggregati

Gli aggregati devono rispondere ai requisiti elencati all'art. 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6 con le seguenti eccezioni: coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A.  $\geq 0,45$  (CNR B.U. n° 140 del 15.10.1992)

Le sabbie utilizzate devono essere ricavate per frantumazione.

#### 2.3.2. - Miscela

La miscela deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 20	100
Crivello 15	80-100
Crivello 10	15-35
Crivello 5	5-20
Setaccio 2	0-12
Setaccio 0,4	0-10
Setaccio 0,18	0-8
Setaccio 0,075	0-6

La D.L. al fine di verificare l'elevata fono-assorbenza, si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote prelevate in sito delle dimensioni di 100m<sup>2</sup>.

Le carote devono essere prelevate dopo il 15 giorno della stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbenza (b) in condizioni di incidenza normale deve essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (b)
400-630	b <sup>3</sup> 0.15
800-1600	b <sup>3</sup> 0.30
2000-2500	b <sup>3</sup> 0.30

Il controllo potrà essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso, eseguiti mediante il veicolo RIMA, sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di (b) devono essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza (b)
400-630	b <sup>3</sup> 0.25
800-1250	b <sup>3</sup> 0.45
1600-2500	b <sup>3</sup> 0.55

Il tenore di bitume a modifica "Hard" (punto 1.2, tab. 1.2.) deve essere compreso tra il 5% ed il 6,0% riferito al peso totale degli aggregati.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale	KPa 600
Dimensioni provino	mm 150

#### REQUISITI DI IDONEITA'

a 10 rotazioni % vuoti:	20 , 24
a 50 rotazioni % vuoti:	16 , 18 (DG = Densità Giratoria) <sup>(*)</sup>
a 130 rotazioni % vuoti:	<sup>3</sup> 13

I provini derivanti dalla miscela ottimate, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostradale.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela di usura drenante:

Resistenza a Trazione indiretta a	25°C (Rt) N/mm <sup>2</sup> : 0,12, 0.20
Coefficiente di Trazione indiretta a	25°C (CTI) N/mm <sup>2</sup> : $\geq 10$

Si potrà anche procedere con il metodo Marshall.

Il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di 140°C, deve risultare  $\geq 500$  daN.

Il valore del modulo di rigidezza Marshall deve essere  $\geq 200$  daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui  $\geq 18\%$  (CNR B.U. n° 39 del 23.03.73).

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico dei provini.

L'altezza dei provini deve essere misurata su quattro punti diametralmente opposti con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

(\*) Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui devono essere confezionati presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste al punto 2.1.8.

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (vedi norma interna della Committente) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	0.70-1.00	0.25-0.40	0.10-0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥70	≥30	≥15

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121187).

### 2.3.3 - Fibre di additivazione

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre in percentuale variabile tra lo 0,25% 0,40% in peso (punto 1, tab. 1.5).

### 2.3.4 - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 2.1.9 riguardanti la miscela di usura.

In aggiunta si prescrive quanto segue:

la prova di Creep non deve essere eseguita.

La capacità drenante in sito della pavimentazione drenante deve essere eseguita ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia.

Le misure vanno svolte con permeometro a colonna d'acqua. (vedi punto 4.5.3.2.). La misura potrà essere fatta con apparecchi ad alto Rendimento il cui valore andrà riportato a quelli rilevati con il permeabilmetro.

### 2.3.5 - Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (punto 2.1.10, 2.1.11)

### 2.3.6 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (punto 2.1.12) ad eccezione della compattazione della pavimentazione drenante che deve essere eseguita mediante rullo statico metallico del peso di  $\geq 15$  t.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella Marshall ( $D_M$ ) rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione deve essere eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n° 40 del 30.3.73), e deve essere determinata su carote di 200 mm di diametro. Il coefficiente di permeabilità a carico costante ( $K_v$  in cm/s) determinato in laboratorio su carote del diametro 200 mm prelevate in sito deve essere  $\geq 15 \times 10^{-2}$  cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante media eseguita in solo e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 CM<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm deve essere  $\geq 18$  dm<sup>3</sup>/min.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affrancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco (punto 1.2, tab. 1.2) nella quantità compresa tra 0,600 e 2 Kg/m<sup>2</sup> (secondo le indicazioni della D.L.) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La D.L. indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Deve altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

### 2.3.7 - Penali

Per le misure drenanti la prestazione risulta legata alle loro specifiche caratteristiche.

Si avrà quindi una riduzione dei 10% (dieci per cento) dei prezzi comprensivi di mano d'attacco se non si raggiungerà il valore di capacità drenante di 18 dmc/min..

Si avrà una penalità dei 2% (due per cento) per ogni valore di B non raggiunto.

La penale complessiva potrà quindi raggiungere il 16% sempre del prezzo complessivo di mano d'attacco collegandole con opportuni sistemi di scarico e/o dispersione trasversale.

## 2.4 - Conglomerato bituminoso a caldo modificato all'impianto con composti polimerici

### 2.4.1 - Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti delle stesse caratteristiche del conglomerato che si deve produrre impastata a caldo con bitume di base; la modifica avviene mediante composti polimerici precostituiti immessi direttamente nel mescolatore dell'impianto in quantità variabili in funzione del tipo di lavorazione che si vuole produrre e posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

Il composto polimerico deve essere immesso nel mescolatore dell'impianto immediatamente dopo lo scarico degli inerti, ritardando la spruzzatura del legante di almeno 10 secondi.

L'immissione del composto polimerico nel mescolatore deve essere effettuata mediante dispositivo meccanico servo assistiti collegati all'impianto di produzione, che consentano di mantenere con precisione la prevista percentuale di modifica dei bitume definita in fase di studio, anche in presenza di variazioni di produzione della miscela.

La temperatura ed il tempo totale di miscelazione dell'impasto (inerti+composto polimerico e inerti+composto polimerico+bitume) deve essere tassativamente  $\geq 165^\circ\text{C}$  e  $\geq 35$  secondi.

### 2.4.2 - Bitume + composto polimerico

Il bitume impiegato è descritto al punto 1,1, tab. 1.2.

Nella tabella seguente sono riportate le aggiunte in parti in peso (p.p.) indicative del composto polimerico riferito al bitume di base e per tipo di lavorazione:

Miscela bitume/polimero	
	Modifica Hard (p.p.)
Bitume di base	94, 90
Composto polimerico	6, 10

Lavorazioni ammesse con i composti in funzione della modifica:

- Miscele binder, usura, usura e binder per viadotti.
- Modifica Hard

Si useranno solo nei casi in cui non siano disponibili bitumi modificati hard secondo le indicazioni del punto 1 sempre su approvazione esplicita della D.L. che deve riportare, differenziandole rispetto le lavorazioni analoghe, i luoghi dove sono stati posti in opera.

**2.4.3 - Inerti**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto nei punti 1,2 e 3 contenute in questa N.T.A.

**2.4.4. - Miscela**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto dagli articoli 1,2 e 3 contenuti in questa N.T.A. eccetto per il tenore di bitume più composto polimerico richiesto che deve essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso totale di aggregati.

**2.4.5. - Requisiti di accettazione**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto dagli articoli 1, 2 e 3 contenuti in questa N.T.A.

**2.4.6 - Controllo dei requisiti di accettazione**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto dagli articoli 1, 2 e 3 contenuti in questa N.T.A.

**2.4.7. - Formazione e confezione delle miscele**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto dagli articoli 1, 2 e 3 contenuti in questa N.T.A.

**2.4.8 - Posa in opera**

Per tutto quanto non specificatamente richiesto da questa norma, per ogni lavorazione prevista si fa riferimento a quanto prescritto dagli articoli 1, 2 e 3 contenuti in questa N.T.A.

**2.5 - Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura di ponti e viadotti**

La pavimentazione da impiegare prevalentemente sugli impalcati di ponti e viadotti è costituita da uno strato di binder coperto con un'usura di tipo A. Il conglomerato per ambedue gli strati deve essere costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi (secondo le definizioni riportate nel art.1 delle Norme CNR sui materiali stradali fascicolo IV/1953), mescolati al bitume modificato con polietilene a bassa densità "LDPE" (punto 1.2, tab. 1.3.)

**2.5.1 - Materiali inerti**

Per gli inerti valgono le stesse prescrizioni degli articoli: 2.1.3., 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6.

**2.5.2 - legante**

Il legante deve essere un bitume modificato (punto 1.2, tab. 1.3)

**2.5.3 - Miscela**

Strato di usura

Devono essere progettate e realizzate curve granulometriche utilizzando il fuso riportato al punto 2.1.7. Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 2.1.5 la percentuale della sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore a 90% della miscela delle due sabbie.

Il tenore di legante deve essere compreso tra il 5,5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato deve avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli: il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n°30 del 15.3.1973) eseguita a 60° su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

In deroga al (CNR B.U. n.30 del 15.3.1973) la temperatura di compattazione per i conglomerati modificati deve essere di 160°C anziché 140°C come richiesto per i conglomerati tradizionali. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con il legante modificato che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 giorni, deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura 'Pressa Giratoda' (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

**CONDIZIONI DI PROVA**

Angolo di rotazione:	1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale KPa :	600
Dimensioni provino, mm:	150

**REQUISITI DI IDONEITA'**

a 10 rotazioni % vuoti:	10 , 24
a 130 rotazioni % vuoti:	3 , 5 (DG = Densità Giratoria) <sup>(*)</sup>
a 220 rotazioni % vuoti:	3 2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25°C (Rt)	N/mm <sup>2</sup> : 0.6 , 0.9
Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI)	N/mm <sup>2</sup> : ≥ 50

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Committente) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	≥70	≥35

Strato di collegamento (binder)

Le miscele degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento deve avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<sup>(\*)</sup> Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 25	100
Crivello 15	65-85
Crivello 10	55-75
Crivello 5	35-55
Setaccio 2	25-38
Setaccio 0,4	10-20
Setaccio 0,18	5-15
Setaccio 0,075	4-8

Sia per le pavimentazioni sul corpo autostradale che per quelle su viadotti il tenore di bitume modificato con polimero (art.3.3., tab.3.3.3.) deve essere compreso tra il 5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato bituminoso modificato destinato alla formazione dello strato di collegamento deve possedere i seguenti requisiti.

La stabilità Marshall eseguita a 60°, su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN, il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compresa tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% e 5% (CNR B.U. n° 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. 121187).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura 'Pressa

Angolo di rotazione  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale KPa : 600

Dimensioni provino: 150 mm

REQUISITI DI IDONEITÀ 'Giratoria' (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1S).

CONDIZIONI DI PROVA

a 10 rotazioni % vuoti 10, 14

a 100 rotazioni % vuoti 3, 5 (DG = Densità Giratoria) (\*)

a 180 rotazioni % vuoti  $\geq 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana) Norma interna Società Autostrade. I requisiti di idoneità Richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25°C (Rt) N/mm<sup>2</sup>: 0,6, 0,9

Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI) N/mm<sup>2</sup>:  $\geq 50$

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Committente) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti.

Temperatura di prova (°C)	10°C	25°C	40°C
Resistenza trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 160$	$\geq 70$	$\geq 35$

Le miscele di usura e di collegamento confezionate con bitume polimerizzato devono essere controllate mediante la prova di deformabilità a carico costante "Creep" (CNR 106185). Il parametro JI a 10°C deve essere compreso tra 20 e 40 cm<sup>2</sup>/(daN.s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra  $14 \times 10^6$  e  $26 \times 10^6$  cm<sup>2</sup> (daN.s). Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in laboratorio.

#### 2.5.4. - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate negli articoli : 2.1.9, 2.1.10.

#### 2.5.5 - Formazione e confezione degli impasti

La miscela bitume-polietilene deve essere effettuata direttamente presso il cantiere in apposita attrezzatura miscelatrice approvata dalla D.L. . La miscelazione bitume-polietilene ed altri additivi nelle proporzioni stabilite utilizzando dispositivo meccanici tipo "mulino colloidale" che permettano una omogeneizzazione mediante la combinazione di effetti meccanici e termici. Utilizzando il mutino colloidale la miscela bitume-polietilene deve essere impiegata al termine della miscelazione e comunque non oltre le 6-8 ore dal termine della sua preparazione.

#### 2.5.6 - Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di usura e di collegamento di conglomerati bituminosi non modificati, salvo le seguenti modifiche: la temperatura del conglomerato bituminoso modificato con polimeri all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 160°C. La densità del conglomerato deve risultare maggiore od uguale al 98% di quella Marshall.

#### 2.5.7 - Altri requisiti

Per quanto non espressamente menzionato valgono le prescrizioni dei congl.ti bituminosi tradizionali (punto 21).

#### 2.5.8 - Requisiti di idoneità

Per quanto riguarda le eventuali penalità da applicare si fa riferimento a quanto prescritto nel punto 3.

### 3 - Controlli Prestazionali

Il manto d'usura dovrà possedere elevati requisiti superficiali in termini di aderenza, tessitura e regolarità della superficie. Le caratteristiche richieste sono le seguenti:

#### 3.1 Aderenza e Macrotessitura

La misurazione della proprietà anti-derapante (anti-skid) della superficie è fatta mediante l'apparecchio inglese a pendolo "Skid Resistance Tester" (BPN)(CNR B.U. n° 105/85) o mediante il metodo SCRIM (CAT) (CNR 147/92).

(\*) Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni

La tessitura geometrica intesa come macro-tessitura superficiale è determinata misurando l'altezza di sabbia HS in mm con metodo CNR B.U. 94/83 o con metodo SCRIM/SUMMS.

I valori minimi richiesti sono i seguenti:

- Resistenza all'attrito radente: BPN <sup>3</sup> 65 o CAT <sup>3</sup> 60
- Altezza di sabbia: HS <sup>3</sup> 0.70 mm con metodo CNR o H<sup>3</sup> 0.40 mm con metodo SCRIM/SUMMS.

Le misure di BPN e HS dovranno essere eseguite di regola ogni 2000 m<sup>2</sup> di superficie; saranno fissate dal D.L. nel numero e nella posizione e ovunque la tessitura e/o la rugosità appaia non sufficiente o dubbia.

### 3.2 - Regolarità

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la superficie deve essere esente da ogni ondulazione in maniera tale che una barra di 4 metri di lunghezza posata sulla superficie finita possa aderirvi uniformemente;
- una tolleranza di 5 mm sarà ammessa solo in qualche punto della superficie totale; i controlli saranno effettuati di regola ogni 200 m<sup>2</sup> di superficie e saranno stabiliti dal D.L. nel numero e nella posizione e ovunque la regolarità del piano della pista appaia non sufficiente o dubbia.

### c) 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 colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

#### 1) *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 dm<sup>3</sup> 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 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 nonché, 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.

#### 2) *Trattamento con bitume a caldo*

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m<sup>2</sup> 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 permettano il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m<sup>3</sup> 1,20 per 100 m<sup>2</sup>, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'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.

#### 3) *Trattamento a caldo con bitume liquido*

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100, 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo

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°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 ambiente inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m<sup>2</sup> previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà 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. 21 – Lastra in calcestruzzo ad armatura continua P.C.P.**

(Pavimentazione Composita Polifunzionale)

##### **1) Descrizione**

La lastra sarà eseguita con i materiali e secondo le modalità esposte nel seguito, previa predisposizione, nel caso d'interventi di rafforzamento, di un apposito cassonetto, della forma e dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Alle demolizioni della pavimentazione esistente in questo caso d'intervento si provvederà mediante frese secondo le modalità indicate nell'art. 1.1 delle presenti N.T.A.

In deroga a quanto indicato all'articolo 1.1, anche quando lo spessore degli strati legati a bitume da demolire risulta superiore a 15 cm, non si dovrà provvedere alla formazione di un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito e le pareti laterali dei cassonetti dovranno risultare pertanto perfettamente verticali.

La lastra andrà di norma ricoperta con una usura drenante fonoassorbente (CBD), previa stesura di una mano di attacco specifica (MAPCP). La lastra potrà altresì essere transitata senza copertura e/o avere altri tipi di coperture, se prescritto dal progetto e/o dalla Committente (MSM/CPA).

##### **2 - Qualità e provenienza dei materiali**

###### **2.1. -Aggregati lapidei**

Essi dovranno possedere le caratteristiche fondamentali ed aggiuntive indicate nei prospetti 1 e 2 della Norma UNI 8520-97 parte 2a categoria A; in particolare dovranno rispondere alle prescrizioni relative all'esame petrografico (UNI 8520-parte 4a), al contenuto di solfati ( $SO_3 \leq 0,2\%$ , UNI 8520-84 parte 11a), al contenuto di cloruri solubili ( $Cl^- \leq 0,05\%$ , UNI 8520-84 parte 12a) ed alla potenziale reattività in presenza di alcali ( $\leq 0,10\%$  a sei mesi, UNI 8520-86 parte 22a).

Tali aggregati dovranno provenire da cave scelte dall'impresa e proposte per l'accettazione alla D.L. che verificherà la corrispondenza tra le caratteristiche fisico - chimiche e di resistenza meccanica degli aggregati, ed i requisiti delle N.T.A. Durante la lavorazione la D.L. verificherà la continuità di tale corrispondenza. Qualora si verificassero discrepanze significative, la D.L. potrà rifiutare il materiale lapideo ed invitare l'impresa a ricercare nuove cave.

Fin dal momento della installazione del cantiere, la Ditta appaltatrice dovrà disporre di adeguati mezzi di controllo e cioè di un laboratorio (vedi 14.13) che, per quanto riguarda le prove sui materiali lapidei, consenta l'effettuazione delle seguenti prove:

- analisi granulometrica (mediante l'impiego di setacci appartenenti alla seguente serie: 31,5, 25, 20, 16, 12,5, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,063 mm) - UNI 8520-84 parte 5°;

- perdita in massa degli aggregati grossi ("Los Angeles"), UNI 8520-84 parte I9a;
- equivalente in sabbia - UNI 8520-86 parte 15°;
- assorbimento di umidità degli aggregati- UNI 8520-84 parte 13a e 16a.

Gli aggregati approvvigionati dovranno comunque escludere la frazione granulometrica compresa tra 0 e 0,1 mm e le frazioni trattenute al setaccio da 31.5 mm.

Si definisce, in accordo con la UNI 8520 parte 5a, aggregato grosso il passante al setaccio UNI 2332 da 31,5 mm e trattenuto al setaccio UNI 2332 da 4 mm e si definisce aggregato fino il passante al setaccio UNI 2332 da 4 mm e trattenuto al setaccio UNI 2332 da 0,063 mm.

#### Aggregato grosso

Dovrà essere interamente costituito da materiale di frantumazione, cioè ogni singolo elemento dovrà avere almeno una faccia formata da una superficie di rottura.

Esso dovrà presentare un indice di sensibilità al gelo (IG) inferiore al 4% dopo 10 cicli di gelo - disgelo (UNI 8520-86 parte 20a, metodo A2).

Tra i requisiti di accettazione prescritti nella UNI 8520-97 parte 2a e tutti da soddisfare, si farà in particolare riferimento a:

- coefficiente di abrasione - UNI 8520-84 PARTE I9a La < 30 %;
- coefficiente di forma - UNI 8520-84 parte 18a Cf > 0,15
- assorbimento di umidità degli aggregati - UNI 8520-84 parte 16 Af < 1 % .

#### Aggregato fino

Dovrà essere naturale o provenire da frantumazione e comunque dovrà essere costituito da particelle dure e di forma prevalentemente sferica o cubica. Una percentuale in massa di almeno il 10% dell'aggregato fino dovrà essere di natura silicea. La composizione granulometrica del combinato (aggregato fino) dovrà essere compresa nel seguente fuso:

TABELLA

Apertura setaccio	Passante %
4	90 , 100
2	65 , 90
1	45 , 75
0.5	22 , 46
0.25	7 , 25
0.125	0 , 5

Altri requisiti di accettazione:

- equivalente in sabbia - UNI 8520-86 parte 15a ES£80;
- modulo di finezza - UNI 8520-84 parte 5a 2.2<MF<3.5;
- variazione del modulo di finezza - UNI 8520-84 parte 5a +/-0,2
- assorbimento di umidità degli aggregati - UNI 8520-84 parte 13° Af < 5%

#### 2.2 - Legante idraulico

Si farà uso di cementi classificati secondo la UNI ENV 197-1 come tipo I (Portland), di classe 32,5. La classe ed il tipo di cemento da usare sarà quella indicata negli elaborati di progetto.

Tali cementi dovranno garantire un tempo d'inizio presa, determinato in analogia con la UNI EN 196-3 alla temperatura di riferimento di 30°C, non inferiore alle due ore ed avere una finezza determinata secondo la UNI EN 196-6 mediante permeabilimetro ad aria (Blaine) inferiore a 4200 cm<sup>2</sup>/g.

Qualora si usi cemento dei tipi I o II questo dovrà avere un tenore in alluminio tricalcico (C<sub>3</sub>A) al massimo uguale all'8%. La cementeria dovrà garantire la composizione, qualunque sia il tipo di cemento fornito, specificando il metodo di prova UNI 9156-87.

Lo stabilimento di produzione dei legante, dovrà garantire per mezzo di idonei dispositivi o cicli di lavorazione che il cemento impiegato al momento del confezionamento dei calcestruzzo non presenti temperature superiori ai 50°C.

I cementi impiegati potranno essere oggetto di verifica sia da parte dell'impresa, sia da parte della D.L.; tramite il laboratorio della Committente, al momento dei loro approvvigionamento.

#### 2.3 - Acqua

L'acqua di impasto deve ottemperare alle prescrizioni della UNI 8981/7, in particolare dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1 g/l di cui meno di 0,5 g/l di cloruri ed una percentuale di materiale solido in sospensione inferiore allo 0,5%.

Comunque, in caso dubbio sulla sua provenienza, l'acqua potrà essere accettata purchè la resistenza a compressione a 3 e 28 giorni di provini cubici di calcestruzzo della composizione studiata, confezionata con tale acqua, non sia inferiore al 90% di quella presentata da provini confezionati con acqua distillata.

#### 2.4 - Additivi

Gli additivi devono ottemperare alle prescrizioni delle UNI 7101-80, UNI 7102-7120-72 ed UNI 8145-80; non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità dei calcestruzzo o da causare corrosione alle armature. Si farà uso di additivi aeranti là dove esplicitamente indicato dalla D.L.

L'impiego di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione a lento rilascio o acrilici, è prescritto negli elaborati di progetto in relazione alle problematiche specifiche del cantiere e del cemento disponibile in zona; esso è verificato dal Laboratorio della Committente, in base all'esame del tipo e della qualità degli additivi nonché delle prestazioni dei calcestruzzo con essi confezionato.

Di norma additivi acceleranti o contenenti cloruro di calcio non dovranno essere utilizzati.

Potranno essere impiegati acceleranti la presa o ritardanti (nel caso di betonaggio in condizioni, rispettivamente, di temperatura fredda o particolarmente calda o nel caso di particolari esigenze organizzative del cantiere) previo consenso da parte della D.L. in base all'esame del tipo e della qualità del prodotto.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi e comunque in tutti i casi di dubbio, dovrà essere effettuata prova d'impianto con il cemento da usare per la verifica della loro compatibilità.

Le Ditte produttrici degli additivi impiegati dovranno garantire la costanza della qualità e della concentrazione dei loro prodotti che comunque potranno essere oggetto di verifica, sia da parte dell'impresa sia da parte della D.L. tramite il Laboratorio della Committente, al momento dei loro approvvigionamento.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti e superfluidificanti dovranno essere conformi a quanto indicato nelle norme UNI 7106-72, 7107-72, 7108-

72, 8145-80 e non dovranno contenere cloruri in quantità superiori a quanto previsto per l'acqua di impasto. Tali additivi verranno aggiunti nell'acqua di impasto e la loro quantità dovrà essere definita sulla base di uno studio di laboratorio in modo tale da verificare che le caratteristiche di indurimento e le resistenze finali del calcestruzzo con essi confezionati non varino sostanzialmente e comunque rientrino nei limiti definiti nel punto 6.3.6.

**Additivi ritardanti o acceleranti**

L'impiego degli additivi ritardanti o di quelli acceleranti potrà essere consentito soltanto in condizioni particolari. Le caratteristiche di tali additivi dovranno essere conformi a quanto indicato nelle norme rispettivamente UNI 7104-72 e 7105-72.

**Additivi aeranti**

Qualora sia stato esplicitamente indicato dalla D.L. l'uso di additivi aeranti, essi dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 7103-72; dovranno essere aggiunti al calcestruzzo nel mescolatore in soluzione con l'acqua di impasto, con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo in quantità variabili di non più del 5% della quantità indicata dall'Impresa nello studio dell'impasto e che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del calcestruzzo durante il periodo di miscelazione.

**Additivi di nuova generazione**

In presenza di lavorazioni da realizzare in particolari condizioni logistiche nonché di clima e di traffico, l'impresa potrà proporre l'impiego di additivi aventi caratteristiche definite speciali (ad es. superfluidificanti a rilascio progressivo ed acritici) comunque di categoria diversa da quelle precedentemente descritte, salvo approvazione della D.L. sulla base di uno studio di laboratorio con verifica di impianto nell'ambito dell'accettazione della composizione finale del calcestruzzo della lastra.

**2.5. - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo (curing)**

I prodotti filmogeni ed il loro dosaggio dovranno essere preventivamente accettati dalla D.L. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 8656-84, con la ulteriore prescrizione che essi dovranno essere del tipo trasparente o semitrasparente contenenti una sostanza colorante debole.

La costanza della composizione del prodotto filmogeno dovrà essere verificata al momento dell'approvvigionamento.

Il liquido dovrà aderire alla superficie del calcestruzzo fresco formando un film continuo caratterizzato da un tempo di essiccamento da determinarsi con le modalità di cui alla UNI 8658 non inferiore a 3 ore.

Il prodotto dovrà essere spruzzato meccanicamente in modo da non dar luogo a sovradosaggi e/o gocciolamenti e dovrà comunque possedere i seguenti requisiti:

- essere facilmente spruzzabile a temperatura ambiente e risultare ancora spruzzabile a 5°C;
- avere, quando contiene un solvente, punto di infiammabilità non inferiore a 35°C;
- essere esente da sostanze velenose e pericolose; in particolare da solventi quali benzolo, toluolo, metanolo e tetracloruro di carbonio;
- essere esente da sostanze che interagiscono con il cemento, alterandone il regolare processo di presa e d'indurimento; ad esempio acidi organici ed inorganici o zuccheri.

La pellicola protettiva che tali prodotti filmogeni formano quando vengono spruzzati sulla superficie del calcestruzzo deve inoltre possedere le seguenti proprietà:

- coefficiente di protezione a 24 ore, inteso come il rapporto percentuale fra la quantità d'acqua che può evaporare da una superficie in calcestruzzo trattata e quella che evapora da una superficie non trattata: 85%
- buona aderenza al calcestruzzo per la durata di quattro giorni;
- facile distacco dal calcestruzzo dopo cinque giorni;
- superficie antisdrucchiole (CAT non inferiore a 40);

Il prodotto deve risultare fotodegradabile per non costituire impedimento all'adesione della mano d'attacco bituminosa dello strato superficiale in conglomerato bituminoso drenante. Qualora questa qualità non sia assicurata, la maturazione della lastra in calcestruzzo dovrà essere affidata a sistemi tradizionali quali stuoie mantenute umide o fogli di polietilene appoggiati sulla superficie della lastra per un tempo dipendente dalle condizioni climatiche e comunque non inferiore a 72 ore.

**2.6. - Barre di trasferimento**

Dovranno essere costituite da barre tonde lisce di acciaio della classe FeB22k, controllate in stabilimento, rispondenti ai requisiti prescritti dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti).

Dovranno essere lisce, perfettamente rettilinee, esenti da sbavature, deformazioni o irruvidimenti che possano pregiudicare il loro perfetto scorrimento.

Ciascuna barra avrà diametro di 30 mm e lunghezza di 450 mm. Le barre saranno installate su opportuni cestelli rigidi realizzati con tondini di acciaio ancorati saldamente allo strato di fondazione in misto cementato.

I cestelli saranno realizzati con ferri tondi lisce di diametro non inferiore a 8 mm e comunque tale da costituire una struttura capace di sopportare gli sforzi precisati nel progetto.

Le barre dovranno essere trattate con vernici anticorrosive e, immediatamente prima della loro posa in opera, rivestite da una pellicola di polietilene avente funzione di strato antifrizione solo per metà della lunghezza della barra nel caso di giunto di dilatazione; all'estremità della parte rivestita sarà posto un cappuccio metallico rigido indeformabile che ricopre la barra per non meno di 70 mm e non più di 95 mm. Tale cappuccio dovrà essere installato in modo che non venga spostato dalla massa di calcestruzzo durante il getto.

**2.7. - Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo**

Saranno costituiti da barre di acciaio ad aderenza migliorata della classe FeB44k, controllati in stabilimento, e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti)

I ferri dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, avranno i diametri, gli interassi e le lunghezze indicate nei disegni di progetto e saranno forniti in opera dallo stabilimento preassemblati in pannelli con dimensioni longitudinali e trasversali anch'esse indicate in progetto e comunque tali da permetterne la movimentazione automatizzata nel treno di stesa con posizionamento nel cassonetto e sovrapposizioni perfettamente parallele della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm). In corrispondenza delle sovrapposizioni si dovrà provvedere ad una idonea legatura dei ferri o in alternativa alla loro saldatura.

Per gli interassi dei ferri di armatura sono ammesse tolleranze di 0,5 cm; nel caso in cui tale tolleranza non venga rispettata verranno applicate le penali di cui al successivo punto 6.18.3.

La quota di progetto dell'armatura longitudinale e trasversale corrente sarà garantita a piè d'opera dall'assemblaggio dei pannelli citati su tralicci di armatura in posizione, numero, dimensioni e altre caratteristiche indicate nel progetto.

**2.8. - Rete di acciaio elettrosaldato**

Dovrà essere costituita da fili elementari del diametro di 8 mm, con distanza assiale tra i fili di 100 mm ed un'area delle maglie non superiore a 100 cm<sup>2</sup>, controllata in stabilimento e rispondente ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti).

Tale rete sarà utilizzata là dove indicato dai disegni di progetto.

**2.9. - Tavole di riempimento per giunti di dilatazione**

Dovranno essere in materiale imputrescibile, reso impermeabile a mezzo di speciali trattamenti di impregnazione; dovranno avere sufficiente rigidità in modo da poter essere installate in corrispondenza dei giunti prima della posa in opera del calcestruzzo e dovranno resistere alle deformazioni causate dal passaggio della macchina a casseformi scorrevoli.

Dovranno avere una larghezza di 20 mm ed una altezza di 235 mm. Dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nelle specifiche ASTM DI 751, DI 752 e D994

#### 2.10. - Mastici per sigillature

I mastici vanno usati nel caso di sigillature necessarie per errori o incidenti di costruzione; vanno usati sotto il controllo continuo della D. L. e dopo autorizzazione specifica.

Potranno essere del tipo da colare a freddo. Essi dovranno avere requisiti rispondenti alle norme ASTM D 1850, D 1852, SS-S-1956 ed SS-S-200 per i prodotti colati a freddo.

I prodotti colati a freddo saranno costituiti da formulati sintetici a due componenti quali resine poliuretaniche o polisolfidiche, oppure da elastomeri a base di gomme poliuretaniche caricate con catrami.

Dovranno essere miscelati secondo le proporzioni indicate dalla Ditta produttrice entro miscelatori - distributori automatici approvati dalla D.L.

I sigillanti di cui si proporrà l'utilizzazione dovranno essere approvati dalla D.L. e presentare buone caratteristiche di resilienza e resistenza all'invecchiamento per effetto degli agenti atmosferici. All'atto della proposta del tipo di sigillante da impiegare dovranno essere fornite le seguenti notizie tecniche:

- caratteristiche fisiche del prodotto;
- modalità di preparazione del materiale;
- modalità di preparazione del giunto prima della sigillatura;
- modalità e limiti d'impiego del prodotto (temperature, umidità, ecc.);
- tolleranza nella proporzione dei sigillanti a più componenti.

#### 2.11 - Campionatura e prove sui materiali

Con riferimento a quanto già specificato al punto 2.1, subito dopo la consegna dei lavori, l'impresa indicherà le cave presso le quali saranno prelevati i materiali lapidei nonché le prescrizioni granulometriche che intende adottare e fornirà le prove attestanti la rispondenza dei materiali proposti ai requisiti di accettazione indicati nei punti che precedono.

La D.L. potrà inoltre eseguire un sopralluogo nelle cave per assicurarsi della potenzialità ed idoneità delle stesse.

Il controllo della rispondenza delle caratteristiche dei materiali impiegati nel corso dei lavori a quelle dei materiali accettati ed alle prescrizioni delle N.T.A., verrà effettuato dalla D.L., sottoponendo a prova quanto prelevato in corso d'opera.

#### 2.12. - Stoccaggio dei materiali

L'impresa appaltatrice dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. le disposizioni che essa conterà di prendere per lo stoccaggio separato dei materiali, nonché le attrezzature che intenderà utilizzare per sistemare e prelevare i materiali in deposito.

Materiali granulari lapidei di diversa pezzatura o della stessa pezzatura teorica ma di diversa provenienza, dovranno essere immagazzinati separatamente,

L'approvvigionamento del cemento e la sua conservazione in cantiere dovranno essere tali da evitare ogni alterazione del prodotto; le disposizioni al riguardo prese dall'impresa dovranno essere approvate dalla D.L. Il cemento inoltre dovrà provenire per tutta la durata dei lavori da un unico impianto di produzione e non dovrà avere, come già prescritto, al momento del confezionamento temperature superiori ai 50°C.

Tutti gli aggregati stoccati dovranno essere conservati lontano dal contatto con materiali inquinanti. L'aggregato che contiene passante al setaccio da 5 mm dovrà essere deposto nelle tramogge con un anticipo non superiore a 8 ore.

La quantità di materiali approvvigionati in cantiere dovrà essere in ogni momento commisurata al fabbisogno di una settimana lavorativa.

### 3 - Caratteristiche del calcestruzzo

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti N.T.A. si farà riferimento alla UNI 9858-91 (prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità del calcestruzzo).

#### 3.1. - Studio di composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del conglomerato cementizio effettuato in laboratorio sulla base delle richieste progettuali, indicherà alla D.L. i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione specificandone in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a 2 ore dal confezionamento) nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite dal Laboratorio della Committente con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità le verifiche potranno essere svolte dal Committente direttamente in cantiere; in questo caso dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco ed indurito eseguite, sempre dal Laboratorio della Committente, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto nonché su carote prelevate dalla eventuale stesa di prova.

A giudizio della Committente, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori della stessa Committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso che le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche ed ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela ed a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La Direzione dei Lavori dovrà controllare attraverso il Laboratorio della Committente i risultati presentati. Qualora tale laboratorio non abbia la possibilità di intervenire, la D.L. può incaricare un laboratorio esterno di sua fiducia di controllare tali risultati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva. Le caratteristiche definitive della miscela dovranno aspettare i

limiti riportati in 6.13.3.2. nella tabella N.2.

Qualora per cause imprevedute si debba variare la composizione della miscela, l'impresa - previa autorizzazione della D.L. - dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della D.L. stessa seguendo le modalità sopraindicate l'impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco ed indurito affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo ad eseguire le prove indicate al punto 6.13. Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche dei calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

### 3.2. - Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime dovrà corrispondere a quanto indicato al punto 2, potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i 25 mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralici di armatura.

Una volta accettata dalla Committente una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni in più o in meno il 3% per l'aggregato fino.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto ad aggregati saturi a superficie asciutta; pertanto si dovranno apportare, nelle dosature, previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli ed assorbita per bagnarli.

### 3.3. - Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di 375 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con la frequenza prescritta nella tabella N.2 del punto 6.13.3.2 con le modalità di cui alla UNI 6393-88; una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

### 3.4. - Contenuto d'acqua

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definita in maniera sia ponderale sia volumetrica con la tolleranza dei  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione ed approvato dalla D.L.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto. Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopracitate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di 0.40. potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di 0.34, con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver eseguito una strisciata di prova: i singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump - test), da determinarsi con le modalità di cui alla UNI 9418-88 appendice E, dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a 30,0 mm e i valori di lavorabilità determinati con la prova VèBè (UNI 9419-89) su calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento dovranno risultare compresi fra 6 e 10 s.

### 3.5. - Contenuto d'aria

Qualora, secondo quanto indicato nel progetto o a giudizio della D.L., le condizioni climatiche della zona di posa in opera della pavimentazione richiedano la realizzazione della lastra con un calcestruzzo con additivo aerante, il contenuto di aria allo stato fresco dovrà essere pari al 5.0%  $\pm$  1.0%.

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma UNI 639572.

### 3.6. - Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i seguenti valori minimi di resistenza meccanica rispettivamente su provini cubici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-73 e 6130-72, su provini prismatici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-73 e UNI 6130-72 e, provini cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-72 e UNI 6130-72:

STAGIONATURA	A 3 GG	A 28 GG
Compressione	40.0 N/mm <sup>2</sup>	50.0 N/mm <sup>2</sup>
Trazione per flessione	4.5 N/mm <sup>2</sup>	5.5 N/mm <sup>2</sup>
Trazione indiretta	2.5 N/mm <sup>2</sup>	3.5 N/mm <sup>2</sup>

\* potranno essere richieste, in progetto o all'inizio dei cantieri, le stesse resistenze indicate, ma a 2 (due) giorni

Inoltre la resistenza a trazione indiretta non dovrà superare i seguenti valori:

A 3 GG	A 28 GG
4.5 N/mm <sup>2</sup>	5.5 N/mm <sup>2</sup>

\* potranno essere richiesta, in progetto o all'inizio dei cantieri, le stesse resistenze indicate, ma a 2 (due) giorni

La resistenza a compressione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma cubica con le modalità di cui alla UNI 6132-72-1 la resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla UNI 6133-72. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo i valori di resistenza da confrontare con

quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di 3 provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più dei 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla UNI 6135-72 aventi un'altezza all'incirca uguale allo spessore della lastra in costruzione. I valori della resistenza a rottura determinati sui 3 tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

#### 6.3.7. - Ritiro

Il ritiro idraulico dei calcestruzzo, determinato con le modalità di cui alla UNI 7086-72, per calcestruzzi con dimensione massima degli aggregati superiore a 30 mm, o di cui alla UNI 6555-73 per aggregati di dimensioni massime fino a 30 mm, dovrà essere inferiore a 0.03 % con riferimento ad una stagionatura (al 50% di umidità relativa e  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  di temperatura) dei calcestruzzo di 28 giorni dal confezionamento

#### 6.3.8. - Resistenza al gelo

Anche in zone in cui la temperatura non scende abitualmente al di sotto di  $0^{\circ}\text{C}$  verranno richieste dalla Direzione dei Lavori delle prove di resistenza al gelo da eseguire sugli spezzoni di travetti degli impasti di prova o su provini cilindrici analoghi a quelli utilizzati per la prova brasiliana. I provini non dovranno presentare alcun degrado dopo 10 cicli di gelo ed altrettanti di disgelo, applicati tra le temperature di  $-20$  e  $+20^{\circ}\text{C}$  (con permanenza alle temperature indicate di almeno 1 ora) e comunque quando sottoposti alla prova eseguita con le modalità di cui alla UNI 7087-72.

### 4. - Confezione e trasporto del calcestruzzo

#### 4.1 - Attrezzatura di cantiere

Primo dell'inizio dei lavori l'impresa dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro, e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla Direzione dei Lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio dei lavori, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

#### 4.2. - Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della D.L. dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla D.L. la documentazione relativa.

La Direzione dei Lavori allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice.

Inoltre la D.L. potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivo e metodi di controllo per verificasse in permanenza il buon funzionamento.

In particolare la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivo di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito ed infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della D.L..

Nella composizione dei calcestruzzo, a dosatura eseguita ed immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento;

purché vengano rispettate le tolleranze sulla composizione granulometrica. Tali tolleranze saranno verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno 10 impasti consecutivi.

#### 4.3 - Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento sarà quello raccomandato dalla Ditta costruttrice l'impianto di confezionamento dei calcestruzzo ed in ogni caso non potrà essere inferiore ad 1 minuto.

L'uniformità della miscela verrà controllata dalla Direzione dei Lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà ed alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20.0 mm né composizione sensibilmente diversa.

La D.L. potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione.

Inoltre qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate ed il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della D.L. e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione dei calcestruzzo.

#### 4.4 - Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto dei calcestruzzo al luogo di posa in opera potrà essere eseguito mediante autocarri, purché muniti di sospensioni

elastiche con cassoni ribaltabili atti ad impedire l'eventuale sversamento laterale del calcestruzzo.

Il numero dei mezzi di trasporto utilizzati dovrà essere tale da non provocare arresti della produzione.

Il tempo di trasporto non dovrà superare di regola i 45 minuti; qualora in relazione all'ubicazione dell'impianto tale tempo sia maggiore di 45 min. ma non superi le 2 h, il calcestruzzo potrà ancora essere utilizzato per la stesa purché la lavorabilità al momento dello scarico, determinata in particolare con la prova VèBè con le modalità di cui al punto 3.4., non superi 10s. Per rispettare tale valore si potrà far uso di additivi ritardanti e superfluidificanti di nuova generazione, previa approvazione della D.L.

Calcestruzzi per i quali dal momento del confezionamento al momento dello scarico nel caricatore di alimentazione della macchina a casseforme scorrevoli siano trascorsi più di 2 ore, non potranno essere messi in opera e pertanto dovrà esserne impedito lo scarico. Per l'accertamento del tempo trascorso la D.L. potrà controllare le bolle di accompagnamento in cui dovrà essere annotato l'orario di caricamento all'impianto di confezionamento.

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni segregazione, la formazione di grumi ed altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la D.L. la composizione dell'impasto soprattutto persistendo dopo variazione del rapporto acqua/cemento; se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla organizzazione del traffico di cantiere per assicurare rapidità e regolarità nel rifornimento della macchina di posa in opera a cassaforma scorrevole. L'operatore di tale macchina dovrà venire tempestivamente avvertito di eventuali rallentamenti della produzione del calcestruzzo affinché possa a sua volta rallentare opportunamente la velocità di avanzamento della macchina, viceversa il responsabile dell'impianto di confezionamento dovrà essere tempestivamente avvertito di eventuali rallentamenti della posa in opera del calcestruzzo e provvedere a rallentare di conseguenza la produzione degli impasti.

#### *5 - Preparazione del piano di posa*

Il piano di posa della lastra, costituito dal fondo del cassonetto dovrà essere opportunamente preparato per una lunghezza sufficiente a garantire la regolarità della stesa.

Per la medesima lunghezza dovrà essere predisposto preventivamente, qualora previsto nel progetto di intervento, il drenaggio longitudinale, avendo cura di posizionarlo in corrispondenza della parete del cassonetto che si trova nella parte più depressa del cassonetto stesso secondo le indicazioni previste nel progetto stesso con i relativi scarichi trasversali con le dimensioni e la cadenza prevista in progetto.

Sul fondo del cassonetto, qualora richiesto dai disegni di progetto, sarà steso per l'intera larghezza un tessuto non tessuto in polipropilene o poliestere di 300, 400 g/m<sup>2</sup>, preferibilmente a filo continuo che conservi buone caratteristiche di permeabilità anche sotto la pressione esercitata dalla massa proprio della lastra.

Prima della posa in opera del tessuto - non tessuto si procederà alla spianatura e rullatura accurata di detto piano di appoggio, liberandolo da qualsiasi detrito proveniente dalla fresatura della pavimentazione esistente. La stesa del non tessuto avverrà con apposito srotolatore, dopo il passaggio del carro tramoggia che stocca il calcestruzzo e subito prima della posa delle armature, in modo che su di esso non transitino nessun veicolo prima dello spandimento del calcestruzzo ed in modo che non si formino ripiegature sormonti o simili che ridurrebbero lo spessore della lastra.

#### *6 - Posa in opera dell'armatura metallica*

L'armatura metallica corrente e di rinforzo sarà posta in opera nelle posizioni e con i diametri indicati nei disegni di progetto.

I ferri dell'armatura dovranno corrispondere ai requisiti indicati al punto 2.6, 2.7. e 2.8.

Il posizionamento davanti alla macchina a cassaforma scorrevole dei pannelli pre assemblati relativi all'armatura corrente, longitudinale e trasversale, unicamente all'armatura traliccio di supporto (secondo quanto indicato al punto 6.2.7.), sarà eseguita con sistema automatico per una lunghezza compatibile con il sistema di approvvigionamento frontale previsto per il calcestruzzo. La posizione dei supporti rispetto la geometria trasversale della carreggiata, sarà definita nel progetto.

La continuità dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, sarà assicurata mediante adeguate sovrapposizioni della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm.), perfettamente parallele tra loro; ciò vale anche per le armature trasversali.

In corrispondenza di dette sovrapposizioni della maglia i tondini longitudinali e trasversali dovranno essere legati fra di loro o saldati. Potrà essere chiesto l'inserimento nei pannelli di armatura di dispositivi speciali per l'assorbimento del rumore di rotolamento e lo smaltimento delle acque di pioggia.

#### *7 - Posa in opera del calcestruzzo*

##### *7.1 - Treno di stesa*

Il calcestruzzo verrà distribuito, regolato, vibrato, compattato e livellato, mediante una macchina a cassaforma scorrevoli, il cui tipo ed i cui equipaggiamenti (in particolare per quanto riguarda i dispositivi di vibrazione e compattazione) saranno sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori.

I cingoli che assicureranno il movimento della macchina a cassaforma scorrevoli appoggeranno sulla pavimentazione esistente a sufficiente distanza da entrambe le pareti laterali del cassonetto (oppure sul misto cementato nel caso di nuove costruzioni).

Dispositivi opportuni controlleranno la direzione di marcia della macchina e comanderanno i pistoni idraulici su cui poggia il telaio della stessa, assicurandone il livellamento longitudinale e trasversale da cui dipenderà la regolarità superficiale della pavimentazione. I sensori (palpatoci) collegati ai suddetti dispositivi appoggeranno direttamente sulla pavimentazione esistente e sulle pareti laterali del cassonetto stesso (oppure su appositi fili guida).

La velocità della macchina sarà regolata in funzione dell'approvvigionamento del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento, in modo che non si verifichi nessun arresto durante la posa in opera del calcestruzzo. Si dovrà in ogni caso evitare di lasciare in azione i vibratori per più di 30 secondi in una stessa sezione.

Anteriormente alla macchina a cassaforme scorrevoli sarà previsto un sistema per la distribuzione del calcestruzzo. Questo sistema sarà costituito da un caricatore semovente a tramoggia alloggiato nel cassonetto, in cui verrà scaricato il calcestruzzo dai mezzi adibiti al trasporto, e da un distributore che verserà il calcestruzzo uniformemente lungo la larghezza di stesa immediatamente davanti alla macchina a cassaforma scorrevoli e nella cui parte sottostante è installato il/i sistema/i di posizionamento automatico dei pannelli preassemblati dell'armatura corrente longitudinale e trasversale. Un sistema di nastri trasportatori sopraelevato assicurerà il trasporto del calcestruzzo dal caricatore al distributore senza farlo cadere sulla superficie sottostante.

Tramoggia e distributore saranno distanziati in modo da consentire, con le modalità citate, la posa in opera dell'armatura, nel tratto di cassonetto o di misto cementato, compreso fra caricatore e distributore, la lunghezza di questo tratto sarà scelta in maniera che la macchina di posa in opera possa avanzare regolarmente senza subire soste per poter consentire la predisposizione della armatura. I mezzi adibiti al trasporto del calcestruzzo si muoveranno per raggiungere la tramoggia del caricatore posizionato, come detto, all'interno del cassonetto o sul misto cementato, sempre nel caso di nuove pavimentazioni.

Il calcestruzzo così distribuito verrà addensato mediante l'azione combinata di un gruppo di vibratori ad ago (a posizione e frequenza di vibrazione regolabili). Dopo la vibrazione per effetto dell'avanzamento della macchina il calcestruzzo subirà l'azione di una trave addensatrice (piastra di estrusione) che ha la funzione di conferirgli la forma definitiva. Nel caso di interventi di rafforzamento la funzione delle casseforme scorrevoli sarà assolta dalle pareti dei cassonetti.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta della posizione da far assumere ai vibratori ad ago per l'uniformità del costipamento in tutta la massa del calcestruzzo pur in presenza dell'armatura corrente e di rinforzo.

La finitura superficiale sarà assicurata da una trave lisciatrice in movimento alternato e da un'ulteriore piastra (fratazzo) dotata di movimento oscillante sia trasversale sia longitudinale.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione con macchina a cassaforma scorrevoli delle parti della lastra in prossimità del dispositivo di ancoraggio o dei blocchi terminali.

Eventualmente in tali zone, previa autorizzazione della D.L., l'impresa potrà eseguire la stesa della lastra con alimentazione del calcestruzzo tramite autobetoniera e addensamento mediante vibratori e finitura manuale; in questo caso dovrà essere realizzato fra la parte di lastra posta in opera con la macchina a cassaforma scorrevoli e quella realizzata a mano, un giunto di costruzione per il quale non è prevista l'adozione di ulteriori armature rispetto a quelle previste nei disegni di progetto riguardanti il dispositivo di ancoraggio o i blocchi terminali.

#### 7.2. - *Attrezzatura ed avviamento del cantiere*

Qualora non sia già stata utilizzata, con successo in precedenti lavori, l'attrezzatura di stesa proposta dall'impresa non potrà essere definitivamente accettata dalla Direzione Lavori, se non prima della effettuazione, con esito positivo, del relativo collaudo della stessa tramite opportuna prova di posa in opera.

In tal caso l'impresa appaltatrice dovrà effettuare, dietro indicazioni della D.L. ed in zona da definirsi, una lunghezza minima di prova di circa 200 m. Tali prove avranno per obiettivo la verifica:

- delle caratteristiche dell'impianto di confezionamento;
- del funzionamento delle attrezzature di posa in opera;
- dell'eventuale posa in opera di varie formulazioni di calcestruzzo;
- dell'esecuzione dei giunti.

L'impresa appaltatrice dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. almeno una settimana prima il piano ed il programma dettagliato di tale prova di lavorazione. Questa dovrà svolgersi ad una velocità contenuta, tale cioè da permettere in particolare:

- la determinazione della massa di tutti i autocarri ribaltabili;
- una prova di lavorabilità (abbassamento al cono e Vèbè) almeno ogni 5 impasti di calcestruzzo ovvero per ogni autocarro.

Solo dopo aver definito con precisione la composizione del calcestruzzo ed aver verificato che tutti gli elementi dell'attrezzatura abbiano dato esito positivo, l'impresa appaltatrice sarà autorizzata dalla D.L. ad iniziare i lavori.

Per tale prova di lavorazione, la lunghezza cumulata delle zone il cui profilo presenti irregolarità di sagomatura longitudinale superiore a 5 mm (valutata con regolo di 4 m di lunghezza) dovrà essere inferiore al 10%. La lunghezza cumulata delle zone che presentano irregolarità superiori a 10 mm dovrà essere invece inferiore al 2%. Se tali limiti verranno superati il cantiere sarà fermato e le attrezzature e/o la miscela e/o le modalità di posa in opera dovranno essere modificate di conseguenza.

Una seconda prova di lavorazione, e se necessario una terza ed una quarta, della lunghezza di circa 100 m sarà quindi eseguita con le opportune modifiche proposte, previa autorizzazione della D.L. che provvederà anche a designare l'area della prova.

La produzione dell'intero cantiere dovrà essere inizialmente limitata fino al raggiungimento delle caratteristiche richieste per il treno di stesa dalle presenti N.T.A., ivi incluso quanto concerne la protezione della maturazione della stesa.

La parte terminale delle prove di lavorazione saranno conservate quale riferimento per le successive operazioni di stesa.

#### 7.3. - *Stesa del calcestruzzo*

Le operazioni di posa in opera del calcestruzzo sono possibili in ogni periodo dell'anno; dovranno però essere eseguite preferibilmente nei periodi settembre - novembre e marzo - giugno e comunque saranno sospese ogni qualvolta la temperatura dell'aria sarà inferiore ai 2°C o sarà superiore ai 28°C (misura effettuata alle 9 del mattino, ad un metro dal suolo ed al coperto).

Sarà ugualmente interrotta la posa in opera del calcestruzzo in caso di pioggia battente oppure ogni qualvolta a temperatura dell'aria, misurata come sopra indicato, sarà superiore ai 30°C. Infine, per temperature comprese tra 2°C e 5°C, l'acqua di impasto dovrà essere scaldata a 60°C.

#### 8. - *Finitura superficiale*

Nel caso di apertura al traffico prima della posa in opera dello strato superficiale di conglomerato bituminoso modificato tipo "hard", la finitura superficiale del calcestruzzo della lastra (se risultasse di rugosità insufficiente) dovrà essere eseguita mediante passaggio sulla superficie del calcestruzzo di un'attrezzatura a denti metallici (spazzola) che si muove, trascinata da un'apparecchiatura apposita, unicamente in senso trasversale alla direzione di avanzamento della posa in opera.

Durante le operazioni di finitura superficiale dei getti si provvederà contemporaneamente a controllare le tolleranze prescritte al punto 19 onde poter apportare tempestivo rimedio.

Ogni eventuale ripresa della superficie del calcestruzzo dovrà essere rapidamente eseguita con il solo calcestruzzo dell'impasto, evitando in modo assoluto riprese con matta o impasti speciali, salvo la circostanza prevista al punto 12 per le impronte lasciate dai veicoli pesanti sul calcestruzzo fresco.

#### 9. - *Protezione e maturazione*

La protezione per la maturazione sarà eseguita spruzzando tramite idonea attrezzatura semovente (in condizioni di altezza e di pressione predeterminate durante la stesa di prova) nell'immediata vicinanza della macchina a casseforma scorrevoli, sulla superficie del calcestruzzo, prodotti filmogeni (curing compounds) che impediscano l'evaporazione dell'acqua, di tipo preventivamente approvato dal Laboratorio della Committente. Potranno altresì essere analogamente usati, in particolari condizioni ed in considerazione della presenza di traffico nella corsia adiacente al cantiere, stuoie o fogli di polietilene. In particolari condizioni meteorologiche (vento e soleggiamento) e di traffico (elevata frequenza di passaggio dei mezzi pesanti nella corsia adiacente al cantiere) l'applicazione del prodotto stagionante potrà essere realizzata con sistemi manuali anche nella zona tra la macchina a casseforme scorrevoli e l'attrezzatura mobile di spruzzaggio del prodotto filmogeno.

I prodotti filmogeni dovranno essere spruzzati sulla superficie mediante apparecchio nebulizzatore idoneo a realizzare su tutta la superficie uno strato protettivo uniforme (che non presenti cioè discontinuità tra le impronte dei getti che dovranno distribuirsi su superfici) in ragione di non meno di 200 g/m<sup>2</sup> e comunque in quantità non inferiore a quella suggerita dal fornitore.

Nel caso si adottino stuoie si dovrà provvedere a mantenerle umide. Se durante il periodo di maturazione, fissato in almeno tre giorni, il film protettivo spruzzato sull'intera superficie di calcestruzzo verrà per una qualsiasi ragione danneggiato, l'Impresa dovrà rinnovare a sue spese il trattamento nella zona interessata. Ciò vale soprattutto nelle prime ore di maturazione ed in condizioni ventilate.

In ogni caso l'impresa dovrà tenere disponibili in cantiere mezzi idonei, approvati dalla Direzione dei Lavori, per assicurare la protezione contro la pioggia di una superficie pari a quella gettata durante due ore di lavoro.

In periodo di elevate temperature, si dovranno prendere delle precauzioni supplementari: ogni giorno in cui la temperatura diurna misurata al coperto e ad un metro di altezza, sarà superiore ai 20°C o quando l'umidità relativa sarà inferiore al 60%, o quando la differenza fra la temperatura diurna e notturna sarà superiore ai 12°C l'impresa dovrà spruzzare acqua sullo strato di appoggio immediatamente prima del getto del calcestruzzo ed usare tempestivamente il prodotto filmogeno di curing.

#### 10. - Esecuzione dei giunti o degli ancoraggi

La macchina a casseforme scorrevoli realizzerà la lastra in calcestruzzo ad armatura continua secondo un unico nastro senza soluzione di continuità di larghezza pari a quella dei cassonetti, dello spessore e con le quote previste in progetto. Si prevede soltanto la formazione di giunti trasversali, in corrispondenza delle riprese di lavoro giornaliere e in corrispondenza delle sezioni di passaggio tra due diversi tipi di pavimentazione, nonché dei giunti per opere d'arte.

Si distingueranno quindi due tipi di giunti trasversali:

- di costruzione;
- di cambio pavimentazione (per pavimentazione diversa o per presenza opere d'arte).

##### 10.1. - Giunti trasversali di costruzione

I giunti di arresto di cantiere verranno eseguiti alla fine di ogni giornata di lavoro e nel caso di una interruzione per tempi superiori a quelli di inizio presa del calcestruzzo. Nella stagione calda si dovranno considerare tali, interruzioni di lavoro di durata superiore a 30 minuti.

Il giunto trasversale di costruzione verrà realizzato disponendo una cassaforma liscia trasversalmente alla direzione di avanzamento della macchina. Tale cassaforma dovrà consentire il passaggio delle armature sia correnti longitudinali sia di rinforzo.

L'armatura di rinforzo della zona terminale sarà quella indicata nel progetto e dovrà essere posta in opera dopo la pulizia della superficie di appoggio della lastra; dovranno essere accuratamente rimossi gli eventuali sfridi di materiale presenti nella zona annata sede della ripresa del getto. La mancata pulitura di questa zona terminale, tra la cassaforma trasversale ed il punto dove la macchina si è arrestata e/o la mancata posa dell'armatura terminale di rinforzo, comporterà una penale del 2% (due per cento) sull'importo di tutte le lavorazioni della giornata.

Tale penale potrà essere applicata anche nel caso in cui tale mancata pulitura o la mancata posa dell'armatura terminale di rinforzo venga riscontrata a posteriori nel momento in cui si debba procedere a riparazioni per rotture della lastra in prossimità di tali giunti; in tale caso anche la riparazione della lastra rimarrà a carico dell'impresa esecutrice dei lavori.

Il calcestruzzo di riempimento avrà caratteristiche analoghe al materiale posto in opera con la macchina a cassaforma scorrevoli, sarà trasportato con l'ausilio di autobetoniera e la sua compattazione avverrà mediante vibratori e finitura manuale.

##### 10.2. - Giunti trasversali di dilatazione

I giunti trasversali di dilatazione sostituiscono gli ancoraggi e sono usati alla transizione tra la pcp e altri tipi di pavimentazione, oppure all'approccio ed alla uscita da opere d'arte. Saranno costituiti da giunti in gomma armata con i supporti previsti in progetto salvo diversa soluzione, sempre indicata nelle tavole progettuali. I giunti saranno eseguiti con i materiali e le regole indicate nelle n.t.a. sezione opere d'arte quando non diversamente qui specificato.

#### 11 - Dispositivi di ancoraggio o blocchi terminali

Saranno realizzati in corrispondenza dei viadotti ed all'inizio ed alla fine della pavimentazione.

Si procederà, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera della lastra in calcestruzzo, alla effettuazione degli scavi a sezione obbligatoria necessari per la realizzazione degli ancoraggi, scavi comprensivi della demolizione del misto cementato se presente; verranno quindi posizionati i ferri d'armatura e si procederà infine al getto dei cls fino alla quota indicata nei disegni di progetto curando la predisposizione dei ferri d'attesa e la sagomatura della superficie del getto in modo da favorire la trasmissione degli sforzi di taglio in corrispondenza di detta superficie di ripresa.

Il calcestruzzo sarà in tutto analogo a quello della lastra e sarà gettato a mano secondo le sagome e le dimensioni indicate nei disegni di progetto. Il calcestruzzo sarà opportunamente vibrato con vibratorci ad ago. Al momento della posa in opera dell'armatura corrente e di quella di rinforzo della lastra, si provvederà alla sistemazione dei ferri di collegamento fra ancoraggi e lastra e quindi alla successiva posa in opera del calcestruzzo che sarà effettuata negli spessori indicati nei disegni di progetto.

I ferri di armatura degli ancoraggi saranno dello stesso tipo di quelli adoperati per la lastra ad armatura continua.

#### 12 - Autorizzazione per la transitabilità della lastra

Sulla lastra in calcestruzzo ad armatura continua non potrà circolare alcun veicolo prima che siano trascorse almeno 72 ore dall'esecuzione dei getti salvo diversa indicazione del progetto con verifica delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo al momento dell'apertura. A tale scopo l'impresa dovrà predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare che autoveicoli di qualsiasi tipo possano anche accidentalmente transitare sulla lastra prima del termine sopraindicato e comunque dovrà provvedere alla riparazione dei danni arrecati da veicoli che non abbiano rispettato i segnali di divieto. La D.L. dopo aver accertato che la resistenza a compressione raggiunta dal calcestruzzo sia almeno di 40 N/mm<sup>2</sup> (400 kgf/cm<sup>2</sup>), determinata su provini maturati all'aperto in condizioni analoghe a quelle della lastra, potrà autorizzare il transito dei mezzi di cantiere ed i lavori di ricopertura della lastra con i materiali previsti per l'intervento di ripristino concordato con la D.L. e compatibili con le prescrizioni delle N.T.A.

#### 13. - Metodi di prova e controlli

##### 13.1. - Laboratorio di cantiere

Nel cantiere verrà installato a cura dell'impresa un laboratorio dotato di personale e di mezzi adeguati ad effettuare le seguenti determinazioni, con le frequenze e le modalità specificate in seguito:

- analisi granulometrica (preferibilmente mediante setacci) degli aggregati lapidei;
- perdita in massa per abrasione ("Los Angeles");
- equivalente in sabbia;
- assorbimento di umidità degli aggregati;
- temperatura del cemento;
- temperatura dell'aria;
- cedimento al cono;
- consistenza VèBè;
- contenuto d'aria del calcestruzzo;
- contenuto di cemento del calcestruzzo;
- resistenza meccanica a compressione ed a trazione (per flessione ed indiretta o brasiliana) del calcestruzzo indurito.

Queste determinazioni verranno eseguite sotto la supervisione della D.L. che in tal caso si avvarrà di personale dei Laboratorio della Committente distaccato presso l'impianto di confezionamento od il cantiere di posa in opera. Il laboratorio di cantiere dell'impresa dovrà essere attrezzato sia per la confezione e stagionatura sia per la rottura a compressione ed a trazione (per flessione ed indiretta o brasiliana) dei provini di calcestruzzo. L'elenco delle apparecchiature di prova di tale laboratorio di cantiere andrà fornito alla D.L. all'inizio del cantiere unicamente ai certificati relativi alla verifica della taratura delle presse, effettuata ad intervalli di tempo prefissati e secondo procedure normale, da centri riconosciuti nell'ambito della rete del Servizio di Taratura in Italia. Copia di tali certificati andrà conservata nel citato laboratorio unicamente ai documenti inerenti alla manutenzione di tali apparecchiature.

La D.L. potrà richiedere anche l'attrezzatura per la stagionatura accelerata (vapore saturo) di una parte dei provini di controllo, in modo da poter disporre di una valutazione anticipata dell'andamento delle resistenze meccaniche.

Qualora a giudizio della D.L. le attrezzature ed il personale dei laboratorio di cantiere dell'impresa non siano sufficienti per assicurare i tipi e la frequenza delle prove di seguito specificate, la D.L. chiederà l'intervento di personale ed attrezzature del laboratorio della Committente che provvederà, a spese dell'Impresa, ad eseguire i prelievi e le relative prove.

Tutti i risultati dei controlli di seguito prescritti saranno messi a disposizione della D.L. e riportati su un apposito registro o supporto magnetico.

### 13.2. - Controlli sui materiali componenti

Le diverse frazioni granulometriche di aggregati lapidei utilizzate per gli impasti, opportunamente prelevato in modo tale da garantire la rappresentatività dei campioni, verranno sottoposte ad analisi granulometrica con le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 5a.

Tale controllo, eseguito tramite l'impiego di setacci appartenenti alla serie citata in 6.2.1., verrà ripetuto almeno una volta al giorno.

Sull'aggregato lapideo di tipo fine verrà effettuato con la stessa frequenza il controllo dell'equivalente in sabbia secondo le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 15a.

Sulle frazioni granulometriche di aggregati lapidei di tipo grosso utilizzati, verrà effettuata ogni 10 giorni la determinazione della perdita di massa per abrasione ("Los Angeles") con le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 19a. Sulle frazioni granulometriche di aggregati lapidei utilizzati verrà effettuata una misura di umidità secondo le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 13a e 16a, sia prima dell'inizio degli impasti giornalieri sia successivamente ad ogni precipitazione atmosferica o in altra circostanza richiesta dalla D.L.. Del risultato di tale prova si terrà conto per la determinazione del quantitativo di acqua da aggiungere nell'impasto dei calcestruzzo e nelle successive verifiche della composizione.

Qualora la D.L. ritenesse opportuno verificare la natura e la qualità degli aggregati lapidei di approvvigionamento, potranno essere ripetute, secondo i rispettivi riferimenti normativi indicati nel paragrafo 6.2.1., le prove effettuate per l'accettazione della miscela, quali ad esempio:

- esame petrografico;
- contenuto di solfati;
- contenuto di cloruri solubili;
- potenziale reattività in presenza di alcali;
- insensibilità al gelo;
- coefficiente di forma.

Inoltre dovrà essere misurata, almeno due volte al giorno, la temperatura del cemento prelevato nelle autobotti di approvvigionamento dal cementificio (vedi paragrafo 6.2.12) al momento dell'approvvigionamento dell'impianto e prima del loro scarico. La D.L. richiederà all'impresa la raccolta delle certificazioni del produttore di cemento e relative ai controlli di stabilimento.

Quanto sopra riportato è sinteticamente indicato nella tabella seguente:

Tab. Controlli periodici sui materiali componenti il calcestruzzo

CARATTERISTICA	PRESCRIZIONI LIMITE D/O TOLLERANZE AMMESSE	MODALITÀ DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1 Curva granulometrica delle frazioni di aggregato grosso	± 5%	UNI 8520-84 parte 5*	Almeno 1 volta al giorno
2 Curva granulometrica delle frazioni di aggregato fino con verifica di composizione e modulo di finezza	vedi punto 6.2.1.2 ± 3% sulla curva granulometrica ± 0.2% sul modulo di finezza	UNI 8520-84 parte 5*	Almeno 1 volta al giorno
3 Equivalente in sabbia	≥ 80	UNI 8520-84 parte 15*	Almeno 1 volta al giorno
4 Umidità delle frazioni granulometriche di aggregato lapideo		UNI 8520-84 parte 13* e parte 16*	Almeno 1 volta al giorno e comunque dopo precipitazione atmosferica e prima dell'inizio degli impasti giornalieri
5 Temperatura del cemento utilizzato in cantiere	vedi punto 6.2.12		Almeno 2 volte al giorno sulle autobotti di approvvigionamento

### 13.3 - Controlli sul calcestruzzo

#### Controlli sul calcestruzzo fresco

La verifica della composizione del calcestruzzo (ovvero in particolare la curva granulometrica del combinato anche essa determinata con l'impiego dei setacci della serie citata in 2.1, il contenuto di cemento ed il rapporto acqua /cemento) andrà determinata almeno 1 volta al giorno, secondo le modalità di cui alla UNI 6393-88.

La percentuale di aria inclusa, se l'additivo aerante è prescritto, sarà determinata almeno una volta al giorno secondo le modalità di cui alla UNI 6395-72. In caso contrario andrà determinata per l'impiego nella verifica della composizione del calcestruzzo, così come la determinazione della massa volumica apparente, quest'ultima secondo le modalità di cui alla UNI 6394-83 parte 1a.

La consistenza del calcestruzzo dovrà essere misurata ogni 120 m<sup>3</sup> ed almeno una volta all'ora sia mediante abbassamento al cono di Abrams sia tramite prova VèBè, rispettivamente secondo le modalità di cui alle UNI 9418-899419-89. Tali determinazioni andranno effettuate anche sugli impasta impiegati per confezionare le serie di provini destinate al controllo delle resistenze meccaniche del calcestruzzo.

Il prelievo del calcestruzzo, secondo le modalità di cui alla UNI 6126-72, andrà effettuato presso l'impianto di confezionamento o dal ribaltabile od allo scarico della betoniera-. inoltre i controlli sulla consistenza andranno ripetuti sul calcestruzzo prelevato presso il cantiere di posa in opera secondo quanto indicato al punto 3.4 o dal ribaltabile o davanti alle coclee della macchina a casseforme scorrevoli. Infatti a discrezione della D.L. il calcestruzzo per il confezionamento dei provini, previa disponibilità delle relative attrezzature per l'effettuazione regolare ed in sicurezza di tale operazione, potrà anche essere prelevato nel cantiere di posa in opera.

Controlli di resistenza meccanica

Sono previste prove di resistenza meccanica a compressione (UNI 6132 -72), prove di resistenza a trazione per flessione (UNI 6133-72) ed a trazione indiretta (UNI 6135-72) su provini confezionati prelevando il calcestruzzo fresco all'impianto secondo le indicazioni del paragrafo precedente.

Si confezioneranno giornalmente almeno 12 provini per la prova di resistenza meccanica a compressione, almeno 8 per la resistenza a trazione per flessione ed almeno 12 per la resistenza a trazione indiretta.

I prelievi effettuati saranno almeno 2 nel corso della giornata, preferibilmente uno all'inizio ed uno verso la fine della giornata di lavoro. Sia per la resistenza a compressione sia per la trazione indiretta verranno confezionate due serie di tre provini rispettivamente di forma cubica e cilindrica per ciascun prelievo da sottoporre a prova rispettivamente a 3 e 28 giorni di maturazione. Per la resistenza a trazione per flessione verranno confezionate due serie di due provini di forma prismatica per ciascun prelievo da sottoporre a prova rispettivamente a 3 e 28 giorni di maturazione.

La D.L. preciserà di volta in volta, in funzione della granulometria degli aggregati lapidei, dell'attrezzatura vibrante della macchina di stesa impiegata e della temperatura media giornaliera nella stagione in cui si effettuano i getti:

- le dimensioni dei provini;
- il metodo di compattazione degli stessi;
- la temperatura di maturazione;

ed ogni altro elemento che, secondo le citate norme UNI, debba venire scelto al momento delle prove. Nel caso di maturazione accelerata si seguirà il seguente ciclo:

- 1 ora di pre-stagionatura;
- 1 ora di innalzamento della temperatura mediante insufflazione di vapore saturo;
- 4 ore in ambiente saturo di vapore alla temperatura di 65-70 °C.

Una volta avviato, il cantiere sarà fermato se per due giorni consecutivi le prove eseguite dopo una maturazione di tre giorni avranno fornito valori di resistenza meccanica insufficienti (inferiori al 10% dei valori fissati). In questo caso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo non verrà rimesso in funzione se non dopo un controllo completo delle macchine, dei dosatori degli aggregati e del cemento, e dopo che si sarà presa ogni misura per rimediare alle insufficienze constatate.

Sulla base del programma di apertura al traffico delle tratte comprese tra due scambi successivi, la D.L. indicherà le sezioni in corrispondenza delle quali occorrerà procedere presso il cantiere di stesa al prelievo di una serie di tre provini di calcestruzzo per l'effettuazione della prova di resistenza a compressione volta all'accertamento del raggiungimento del requisito minimo necessario (vedi paragrafo 6.12 sull'autorizzazione per la transitabilità della lastra).

L'insieme di questi controlli sarà a carico dell'impresa.

Quanto sopra riportato è sinteticamente indicato nella tabella di seguito riportata

Controlli sui provini di calcestruzzo prelevato dalla lastra

Se una serie di provini confezionati con calcestruzzo prelevato secondo quanto specificato al paragrafo precedente, avrà dato risultati insufficienti delle resistenze meccaniche dopo 3 giorni di maturazione si sottoporrà a prova immediatamente una seconda serie di provini confezionati nella stessa giornata. Se le resistenze saranno ancora insufficienti l'impresa sarà tenuta a prelevare, a sue spese, provini cilindrici mediante carotaggio nella parte di lastra corrispondente alla giornata di stesa del calcestruzzo di resistenza insufficiente e nelle sezioni indicate dalla Direzione Lavori. Sarà facoltà dell'impresa intensificare il prelievo dei campioni onde individuare con maggiore precisione le zone di resistenza insufficiente.

Le carote dovranno avere il diametro di 100 mm ed altezza pari a quella massima ottenibile dallo spessore della lastra. Bisognerà porre la massima cura nell'evitare la presenza di porzioni di barre di armatura nelle carote. Su tali carote si procederà alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione indiretta.

Utilizzando in un primo momento i risultati delle prove eseguite in sede di formulazione della miscela e di controllo del calcestruzzo in opera (vedi paragrafo 2.6) dovrà essere ricavata una relazione tra la resistenza a trazione per flessione su travetti prismatici e la resistenza a trazione indiretta sui provini cilindrici (carote) in maniera tale che procedendo al prelievo di carote risulti possibile controllare non solo quest'ultima resistenza ma la flessione tramite la relazione sopracitata e le correzioni dei valori delle resistenze per tenere conto delle diverse dimensioni dei provini utilizzati per stabilire la correlazione rispetto alle carote.

Sulla base di tali risultati la D.L. potrà eventualmente ordinare la demolizione delle sezioni di lastra ritenute carenti dal punto di vista delle resistenze meccaniche.

Tab: Controlli sul calcestruzzo e sulla lastra eseguiti presso il laboratorio di cantiere

CARATTERISTICA	PRESCRIZIONI [LIMITE E/O TOLLERANZE AMMESSE]	MODALITÀ DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1 Curva granulometrica Delle frazioni Granulometriche	± 3% sull'aggregato fine ± 5% sull'aggregato grosso	UNI 8520-84 parte 5a	almeno 2 volte al giorno
2 Ø max aggregato	≤ 31.5 mm	UNI 8620-84 parte 5°	almeno 2 volte al giorno
3 Dosaggio di cemento e curva granulometrica del combinate	± 375 Kg/m <sup>3</sup> ± 2.5%	UNI 6393 - 88 UNI 8520-84 parte 5a	almeno 1 volta al giorno
4 Rapporto A/C	≤ 0.40 n.s.s.a.	UNI 6393 - 88	almeno 1 volta al giorno
5 Contenuto di aria	≥ 5.0% ± 1.0% (1)	UNI 6095-72	almeno 1 volta al giorno (2)
6 Consistenza (Slump)	< 30 mm	UNI 9418 - 89	ogni 120 m <sup>3</sup> e almeno 1 volta ora
7 Consistenza (VèBè)	≤ 10 s (3)	UNI 9419- 89	ogni 120 m <sup>3</sup> e almeno 1 volta ora
8 Ritiro	≤ 0.03 %	UNI 7086-72 UNI 6555 73	(4)
9 Resistenza a Compressione Prelievi in impianto ed Alla stesa	3 gg (*) R ≥ 40 N/mm <sup>2</sup> 28 gg R > 50 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6132-72	12 provini al giorno prelevati in impianto (ovvero 2 prelievi distinti al giorno); 0 % (*)
10 Resistenza a compressione carotaggi su lastra (Ø 100 mm)	Eventualmente sulle sezioni di resistenza insufficiente con la frequenza indicata dalla D.L.	UNI 6132-72	-
11 Resistenza a trazione per flessione	3 gg (*) R > 4.5 N/mm <sup>2</sup> 28 gg R ≥ 5.5 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6133-72	8 provini al giorno (ovvero 2 prelievi distinti al giorno)
12 Resistenza a trazione indiretta	3 gg (*) 2.5 ≤ R ≤ 4.5 N/mm <sup>2</sup> 28 gg 3.1 < R < 5.5 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6135-72	12 provini al giorno (ovvero 2 prelievi distinti al giorno)
13 Resistenza a trazione indiretta carotaggi su lastra (Ø 100 mm)	Eventualmente sulle sezioni di resistenza insufficiente con la frequenza indicata dalla D.L.	UNI 6135-72	-
14 Resistenza a cicli di gelo-disgelo	Nessuna degradazione dopo 10 cicli	UNI 7087-72	(4)

(1) Se prescritto l'uso di additivo aerante

(2) Se non è prescritto l'additivo il valore di confronto è quello determinato nello studio di formulazione

(3) Su calcestruzzo fresco prelevato come indicato in 14.3.4.

(4) Soltanto al momento dell'accettazione della miscela

(5) 3 provini prelevati alla stesa per la verifica della traneabilità quando richiesto dalla D.L.

(\*) Salvo diversa richiesta del progetto.

Controlli da certificare sui materiali componenti, sul calcestruzzo e sulla lastra

Nel corso dei lavori la D.L. specificherà il numero ed il tipo degli eventuali ulteriori provini che dovranno essere, a spese dell'impresa, sia confezionati in cantiere sia prelevati dalla lastra e, sempre a spese dell'impresa, inviati al laboratorio della Committente che provvederà all'esecuzione delle prove, all'elaborazione dei risultati ed alla redazione dei relativi certificati che dovranno essere allegati alla contabilità finale.

La D.L. per stabilire il numero ed il tipo di provini potrà fare riferimento alla tabella di seguito riportata.

A prescindere dai controlli di resistenza dei calcestruzzo della lastra effettuati su carote secondo le modalità indicate al paragrafo 13.3, conseguenti ad una insufficiente resistenza dei provini confezionati in cantiere, verrà comunque analogamente effettuato ogni 4000 m<sup>2</sup> di lastra il prelievo, mediante carotaggio, di 3 provini cilindrici aventi diametro di 100 mm. Su tali carote si determinerà la resistenza a compressione alla scadenza dei 28 giorni di maturazione.

Nel caso di uso di additivo aerante dovranno essere prelevati ulteriori 2 provini cilindrici aventi diametro di 100 mm per il controllo della percentuale dei vuoti che non dovrà risultare superiore al 6% e non inferiore al 4%.

I risultati delle prove di resistenza meccanica effettuate sui provini ricavati dalle carote impiegate per la determinazione della resistenza meccanica a compressione verranno posti in relazione con quelli delle prove effettuate sui provini confezionati nel cantiere di posa in opera. La Direzione Lavori al fine di valutare l'omogeneità del calcestruzzo lungo lo spessore della lastra richiederà il prelievo, ogni 100 m<sup>2</sup> di lastra, di provini cilindrici di diametro 50 mm mediante carotaggio a tutto spessore. L'onere di tale operazione sarà sostenuto interamente dall'impresa.

Tab: Controlli da certificare sui materiali componenti, sul calcestruzzo e sulla lastra

TIPO DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1 Curva granulometrica delle frazioni di aggregati lapidei	Su ciascuna frazione granulometrica ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
2 Equivalente in sabbia	Ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
3 Composizione del calcestruzzo (vedi punti 1, 2, 3 o 4 della tabella N. 2)	Ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
4 Consistenza (Slump e VèBè)	Ogni 1000 m <sup>3</sup>
5 Resistenza a compressione a) prelievi in impianto b) carotaggi su lastra	a) ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale b) 3 ogni 4000 m <sup>2</sup> (carote di Ø = 100 mm)
6 Resistenza a trazione per flessione prelievi in impianto	1 ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
7 Resistenza a trazione indiretta prelievi in impianto	1 ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
8 Verifica omogeneità calcestruzzo e spessore lastra carotaggi su lastra (diametro 50 mm)	1 ogni 100 m <sup>2</sup> di lastra
9 Verifica della percentuale dei vuoti (aria inclusa) su provini prelevati dalla lastra tramite carotaggi	2 ogni 4000 m <sup>2</sup> (carote di Ø = 100 mm)

**15. - Controllo della regolarità della superficie del piano di fondazione**

In caso di utilizzazione di macchine a casseforme scorrevoli si procederà alla verifica delle quote di punti situati sui bordi e sull'asse della strisciata, su profili trasversali distanziati al massimo di 10 metri ed al controllo di irregolarità tramite il regolo da 3 metri.

**16. - Controllo dello spessore della lastra**

Le operazioni di controllo e di verifica dello spessore della lastra avranno inizio immediatamente prima e subito dopo la posa in opera del calcestruzzo.

Il controllo consisterà nel rilevare negli stessi punti la quota superiore dello strato in misto cementato e la quota della lastra finita rispetto a punti di riferimento prefissati.

Tutto quanto occorre per questi controlli sarà a carico dell'impresa nei limiti di 5 (cinque) rilevamenti topografia lungo un allineamento longitudinale per ogni 1000 m<sup>2</sup> di lastra posta in opera.

Lo spessore di tali 1000 m<sup>2</sup> di lastra saranno calcolati con la media dei 5 rilevamenti.

Sul calcestruzzo indurito la Direzione dei Lavori potrà inoltre eseguire controlli a posteriori per carotaggio e far determinare lo spessore medio del rivestimento per mezzo di 5 carote da 50 mm eseguite ogni 2250 m<sup>2</sup> di lastra come visto nel punto 14.

Se risulterà un sotto spessore medio superiore a 5 mm, si applicherà alla superficie della lastra affetta da tale sotto spessore la riduzione di prezzo fissata al punto 19.2.

Resteranno escluse da questo calcolo le porzioni di lastra dove si saranno allevati sotto spessori di 15 mm o superiori: in queste zone si procederà ad un ulteriore carotaggio come di seguito indicato.

Se una carota rivelerà un sotto spessore di 15 o più millimetri, si eseguiranno immediatamente due altre carote a 5 m dalla precedente, da una parte e dall'altra di quella, lungo l'asse longitudinale della lastra. Se si otterranno ancora dei sotto spessori di 15 o più millimetri, si proseguirà il carotaggio ad intervalli crescenti di 10, 15, 20 metri ecc. fino a che non si otterranno risultati soddisfacenti.

Delimitate le zone che comportano tali sotto spessori, dove i sotto spessori sono compresi fra 15 e 24 mm, si applicherà alla loro superficie una riduzione di prezzo fissata al punto 19.2.

Dove il sotto spessore risulterà di 25 o più millimetri, la lastra verrà invece demolita con il procedimento della idrodemolizione e rifatta a spese dell'impresa.

Previa taratura con carote sarà possibile in alternativa la misura di spessore con apparecchio ARGO. In questo caso la lavorazione sarà suddivisa in tronchi omogenei di famiglie di spessore differenziato di 5 mm l'una dall'altra. Le penali saranno applicate alle famiglie di spessore inferiore a quello di progetto (punto 19.2.)

**17. - Controllo della regolarità dell'estradosso della lastra**

Il controllo della regolarità della lastra si articolerà eseguendo: un controllo del profilo longitudinale e trasversali mediante regolo.

Il controllo del profilo sarà controllato per mezzo di un regolo rigido di 3 m di lunghezza, sul calcestruzzo

indurito entro 24 ore dalla sua esecuzione. Il controllo sarà seguito nel senso longitudinale che trasversale ogni 100 m<sup>2</sup> di stesa.

In caso di dislivello superiori a 5 mm potrà essere richiesta l'eliminazione dei dislivello mediante molatura.

Se dopo le correzioni vi saranno ancora dislivello trasversali superiori a 10 mm la D.L. potrà esigere la demolizione delle parti della lastra affette da tali dislivelli ed il rifacimento a cura ed a spese dell'impresa.

**18 - Penali conseguenti a carenze strutturali**

La lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua in opera sarà compensata con i relativi prezzi di elenco, per metro quadrato di superficie.

Ai prezzi di elenco, nel caso di mancata rispondenza degli spessori e della qualità strutturale delle lastre a quelle prescritte, saranno applicate le detrazioni indicate nel seguito.

Nessun compenso potrà venire concesso per sospensioni dei lavori di stesa che la Direzione dei Lavori abbia imposto a causa di condizioni meteorologiche sfavorevoli o comunque per altre giustificate ragioni.

**18.1. - Resistenza insufficiente del calcestruzzo**

Qualora le resistenze a compressione o a flessione su provini confezionati in cantiere o su carote siano a 28 o più giorni dei 10% inferiori ai valori fissati, le lastre verranno pagate solo per l'80% del prezzo unitario di elenco.

**18.2. - Variazioni dello spessore della pavimentazione**

Il sotto spessore eventualmente riscontrato (punto 16) non verrà penalizzato se risulterà in media inferiore a 5 mm.

Se il sottospessore supererà 5 mm, il prezzo di elenco della pavimentazione in calcestruzzo andrà ridotto del coefficiente di riduzione seguente :

$$(1 - (S_m / S_p - 5)^3) 1000$$

dove:  $S_m$  spessore medio misurato della lastra in calcestruzzo ad armatura continua in mm (o spessore della famiglia nel caso di rilievo con ARGO),  
 $S_p$  spessore nominale di progetto della lastra in calcestruzzo ad armatura continua in mm.

Nel calcolo dello spessore medio nel caso della misura con carote, si terrà conto degli eventuali sopra spessori, esclusi quelli uguali o superiori a 10 mm.

Le lastre potranno essere idrodemolite (salvando l'armatura), a cura e spese dell'impresa, se i sottospessori risulteranno maggiori o uguali di 25 mm.

**18.3. - Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo**

Qualora le tolleranze per gli interessi dei ferri di armatura siano maggiori di quelle ammesse verrà applicata una penale del 20% del costo complessivo della PCP, calcolata su tutte le tratte in cui verrà riscontrata tale difformità.

**19 - Penali conseguenti a carenze di regolarità superficiale**

Nel caso sussistano nonostante le riparazioni previste, profili trasversali con dislivello superiori a 5 mm ed inferiori a 10. sotto il regolo da 3 m, le superfici corrispondenti saranno penalizzate del 10 % del prezzo dell'intera pavimentazione.

Nel caso in cui i dislivelli superino i 10 mm e non si proceda alla demolizione, le superfici irregolari saranno penalizzate del 20 % del prezzo di cui sopra, intendendo per intera pavimentazione la lastra e ciò che ad essa andrà o è stato sovrapposto.

**Art. 22 - 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. 23 - 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'A.N.A.S..

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. 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  $30 \text{ N/mm}^2$ . Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 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 della D.L. ed a spese dell'Impresa, 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  $30 \text{ N/mm}^2$ ), 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 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per m3 di sabbia.

**Art. 25 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento scarpe, 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 della D.L. ed a spese dell'Impresa, 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  $50 \times 50 \times 20$  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  $25 \text{ N/mm}^2$ . 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 scarpa, 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 2 tondini di acciaio  $\text{Æ}24$ , 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 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 scarpe**

Le mantellate saranno composte da lastre di cm  $25 \times 50$ , 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, lisciata 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 m2 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 m<sup>2</sup>. 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.

L'A.N.A.S. si riserva eventualmente di provvedere direttamente in proprio o a mezzo Ditta specializzata, alla fornitura di elementi prefabbricati di mantellate, nel quale caso l'Impresa ne curerà il trasporto dai luoghi di deposito a piè d'opera e la posa in opera come sopra specificato.

#### **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 12x12 in fili di acciaio del  $\bar{A}em$  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 piella.

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 coltivato delle aiuole**

Le aiuole, sia costituenti lo spartitraffico, che le aiuole in genere, verranno sistemate con una coltura 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 - 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 sua 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 peditamento 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:

### 1) 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.

### 2) 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 terricciami, 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*, *Eucalyptus* SP. pi., *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 prescritto 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 Mb).

I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Specie	Tipo miscugli				
	1°	2°	3°	4°	5°
Chilogrammi per ettaro					
Lolium italicum	-	23	14	30	-
Lolium perenne	-	-	-	-	-
Arrhenatherum elatius	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 cristanus	-	-	-	-	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	4	-
Trifolium repens	-	7	4	-	-
Trifolium ibridum	-	-	-	6	-
Medicago lupulina	3	-	-	-	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 prelievo di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà 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.

Analoghe operazioni saranno effettuate 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:

- 1) impiego di miscuglio di esame, concime granulare ed acqua;
- 2) impiego di miscuglio come al precedente punto a) ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;
- 3) 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 fuscilli di paglia, sarà 120 Kg per ettaro.

#### **f) Protezione di scarpate mediante rimboscimento 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 rimboscimento; 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 rimboscimento, previsto nel presente articolo, valgono le norme di manutenzione e cure culturali 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 25x25, 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 conguagliato, 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 m 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 a m<sup>2</sup>), da risarcire fino al completo attecchimento. Ogni m<sup>2</sup> 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 , 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:

1) *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.

2) *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.

3) *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.

4) *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 soichetto, 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 i 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 sfalcata 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.

#### **Art. 28 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata**

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (5.0. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni le cui alzate non saranno perfettamente verticali, ma inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito tratto a tratto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo.

I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede delle pareti subverticali, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, dosata a Kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso ditale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm. 3.

Durante la stesa della rete metallica l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

#### **Art. 29 - Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive**

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tali consolidamenti, qualora ordinati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere attuati sia all'aperto sia in sotterraneo in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedano iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.

In linea generale tali consolidamenti potranno essere effettuati mediante iniezioni di miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento -bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori dopo accurate prove di laboratorio tenuto conto della granulometria, permeabilità, natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I componenti della miscela chimica da iniettare, la loro reciproca proporzione, nonché il sistema da attuare e le modalità da seguire per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento, saranno stabiliti caso per caso tenuto conto di tutti i fattori che possono influire sulla scelta delle attrezzature da impiegare e sul numero delle iniezioni da praticare.

#### **Art. 30 - 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 ~meno 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/m<sup>2</sup>. 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).

U 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. 31 - 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 , 300 g. per ogni m2 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 riuniti le opposte pareti e quelli riuniti le testate con le pareti.

**Art. 32 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici****a) Quadro normativo**

La progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza sono attualmente disciplinati dal *D.M. 18 febbraio 1992 n°223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"* e successive integrazioni e modificazioni e precisamente:

- *D.M. 15 ottobre 1996 N° 223 "Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"*
- *D.M. 3 giugno 1998 "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";*
- *D.M. 11 giugno 1999 "Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: <Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza>".*

**b) Generalità**

Le classi minime di barriera da adottare sono in relazione al tipo di strada, all'entità ed alla composizione del traffico. Le barriere sono suddivise in 6 classi (N1, N2, H1, H2, H3, H4) in relazione alla capacità di contenimento ed in 8 classi (W1-W8) in relazione allo spazio richiesto per il corretto funzionamento del dispositivo durante l'urto (D.M. del 15/10/1996, così come aggiornato dal D.M. del 03/06/1998).

Il traffico è classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei tre livelli seguenti:

*Traffico tipo I:* TGM £ 1'000, oppure TGM > 1'000 e presenza di veicoli di massa superiore a 3'000 kg (veicoli pesanti) £ 5% del totale;

*Traffico tipo II:* TGM > 1'000 e presenza di veicoli pesanti >5% e £ 15% del totale;

*Traffico tipo III:* TGM > 1'000 e presenza di veicoli pesanti >15% del totale.

Tab. 1: Classi minime di barriere da impiegare per le autostrade

Tipo di strade	Traffico	Destinazione barriere			
		Barriere da spartitraffico <sup>(1)</sup>	Barriere per bordo laterale	Barriere per opere d'arte <sup>(2)</sup>	Attenuatori
Strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2	TC1 o TC2 a seconda che la velocità di progetto sia £ oppure > 80 km/h
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4 <sup>(3)</sup>	H2-H3 <sup>(3)</sup>	H4	
Strade extraurbane secondarie	I	H2	N2	H2	TC1 o TC2 a seconda che la velocità di progetto sia £ oppure > 80 km/h
	II	H2	H1	H2	
	III	H2 <sup>1</sup>	H2	H3	
Strade extraurbane locali	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1 <sup>1</sup>	H1	H2	

(1) Ove esistente. Nei varchi spartitraffico, il livello di contenimento minimo può essere della classe inferiore rispetto a quella minima indicata.

(2) Valido per opere d'arte con lunghezza superiore ai 10 metri; tutte le altre sono equiparate al bordo laterale normale.

(3) La scelta tra le due classi deve essere effettuata dal progettista in funzione della Livello di Larghezza Utile della barriera scelta, delle caratteristiche geometriche della strada, della percentuale di traffico pesante e della relativa incidentalità.

Ove reputato necessario, il progettista potrà usare barriere della classe superiore a quella minima indicata.

Il D.M. subordina l'impiego delle barriere di sicurezza al conseguimento del "certificato di idoneità tecnica" (certificato di omologazione) rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale (art. 3). Il rilascio del certificato, presuppone che una barriera abbia sostenuto con esito positivo delle prove d'urto in scala reale.

Per quanto concerne l'installazione (art. 3 del D.M. 223/92) si prescrive che le protezioni indicate negli elaborati di progetto dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il suddetto certificato di idoneità tecnica.

Tuttavia, in attesa che la suddetta disposizione acquisti efficacia operativa, il Committente può richiedere determinate specifiche tecniche delle barriere, assumendo quale riferimento le istruzioni tecniche allegate al decreto n°223/1992 e relativi aggiornamenti, richiedendo idonea certificazione delle stesse (art. 4 del D.M. 3/6/98).

Di seguito si riportano le definizioni dei parametri che caratterizzano il grado di protezione di una barriera.

**1) Livello di contenimento**

Si definisce "Livello di contenimento" l'energia cinetica posseduta dal veicolo al momento dell'impatto e calcolata con riferimento

alla componente ortogonale alle barriere della velocità. In relazione al livello di contenimento le barriere sono così classificate:

Classe N1	contenimento minimo	(Lc=127 kJ);
Classe N2	contenimento medio	(Lc=288 kJ);
Classe H1	contenimento normale	(Lc=127 kJ);
Classe H2	contenimento elevato	(Lc=288 kJ);
Classe H3	contenimento elevatissimo	(Lc=463 kJ);
Classe H4	contenimento per tratti ad altissimo rischio	(Lc=572 kJ).

#### 2) Indice ASI

Tutte le barriere devono presentare un indice ASI (Acceleration Severity Index, Indice di Severità dell'Accelerazione) minore o uguale a 1. E' ammesso un indice ASI fino a 1.4 per le barriere e i dispositivi di ritenuta solo quando lungo il ponte si verificano condizioni di particolare pericolosità, per esempio a causa della sua altezza, configurazione, presenza di edifici od altre installazioni quali strade, ferrovie, depositi e simili sotto il ponte o nelle immediate prossimità, ecc., o è presente una larghezza insufficiente a contenere l'entità dello spostamento della barriera in caso d'urto (parere del Consiglio Superiore LL.PP. - V Sezione).

Il soddisfacimento del Livello di Contenimento ed un valore limitato dell'indice ASI garantiscono che le barriere siano in grado di esercitare il contenimento dei veicoli impattanti in determinate condizioni ed al tempo stesso non siano tanto rigide da imporre decelerazioni dannose per gli occupanti delle autovetture.

#### 3) Larghezza utile

Si definisce "larghezza utile" (chiamata anche spesso "larghezza di lavoro" e, nella norma europea, "larghezza operativa") la distanza tra la posizione iniziale frontale e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema. In relazione alla larghezza utile le barriere sono così classificate:

W1:	W£0.6m;	W2:	W£0.8m;	W3:	W£1.0m;	W4:	W£1.3m;
W5:	W£1.7m;	W6:	W£2.1m;	W7:	W£2.5m;	W8:	W£3.5m.

#### 4) Deflessione dinamica e statica

La deflessione dinamica rappresenta il massimo spostamento dinamico trasversale del lato della barriera rivolto verso il traffico (lato urto), mentre la deflessione statica è misurata con riferimento allo spostamento permanente.

#### c) Caratteristiche delle barriere

Le barriere di sicurezza saranno in acciaio e verranno installate come indicato negli elaborati progettuali. In particolare le classi delle barriere dovranno avere i seguenti requisiti minimi in termini di indice ASI e larghezza utile:

Tipo di barriera	Classe	Requisiti minimi		
		Indice ASI	Larghezza utile <sup>(1)</sup>	
Bordo Laterale	Doppia onda	H2	£1	W7
	Tripla onda	H3	£1	W7
	Tripla onda	H4	£1	W7
Spartitraffico	Monofilare tripla onda	H4	£1	W7
Bordo ponte	Tripla onda	H2	£1	W5
Bordo ponte	Tripla onda	H4	£1.4	W5

<sup>(1)</sup> Valori riferiti alla prova di crash-test eseguita con mezzo pesante

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. sulla base di certificati di omologazione, esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. del 03.06.98 (Procedure tecniche per le prove delle barriere e i dispositivi di sicurezza stradale ai fini dell'omologazione) ovvero nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa l'appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'ideonea 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 che di autovetture, secondo le procedure fissate dal citato D.M. 03.06.98.

In fase di esecuzione dei lavori allorché sarà stata prescelta la ditta fornitrice delle barriere, il Committente incaricherà, a spese dell'impresa appaltante e con l'approvazione della D.L., un ingegnere che curerà, con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo, l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio della acque, collegamenti tra i diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, ecc.

Nel passaggio tra due tipologie diverse di barriera si è prevista, per una lunghezza adeguata, l'installazione di barriere di transizione anch'esse in acciaio. La lunghezza e le caratteristiche delle barriere di transizione così come i terminali e le opere complementari dovranno essere definite, in sede esecutiva, a cura dell'Impresa appaltatrice e con l'approvazione della D.L., allorché sarà stata prescelta la ditta fornitrice delle barriere (D.M. LL.PP. del 18/2/1992 n° 223 art. 2 e D.M. LL.PP. del 3/6/1998 art. 7).

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.

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/m2 per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

#### d) Prove statiche sulle barriere in acciaio

Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite da un laboratorio di fiducia della Committente 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 possono essere richieste anche dal Direttore dei Lavori e devono, comunque, essere allegate agli atti di contabilità finale.

### Art. 33 - Rete di protezione metallica su opere d'arte

#### a) Descrizione e posa in opera

La rete di protezione su opere d'arte dovrà essere in acciaio e sarà composta da una rete di protezione metallica elettrosaldata e zincata a maglie di mm 50 x 50 e con filo Ø 2,6 mm dell'altezza di m 2,00 costituita da montanti in profilato di acciaio zincato ad

"W", posti ad interasse di metri 2,00 con sezione di mm 20 x 100 x 80 x 100 x20, dello spessore di mm 3 ed altezza di mm 2135, con n. 4 correnti orizzontali, dei quali n. 2 posti alla estremità inferiore e superiore e n. 2 situati in posizione intermedia, in profilatura di acciaio zincato ad "W" collegati ai montanti e sui quali resterà fissata la rete mediante viti del tipo Ø 10 MA x 70, completa di dadi e rondelle in acciaio zincato, compreso l'onere ed il magistero per la formazione di fori nel calcestruzzo per l'ancoraggio, delle dimensioni non inferiori a cm 15 x 15 e profondi cm 20, della saldatura della base dei montanti ai ferri di armatura dell'opera e della sigillatura del vano residuo con malta di cemento dosata a q.li 4,00, oppure per l'ancoraggio sul lato esterno del cordolo mediante N. 4 zanche di acciaio del Ø 16 annegati nel cordolo e filettati all'estremità per l'alloggiamento di piastra e relativi dadi di ancoraggio.

#### b) Prescrizioni

I profilati saranno saldati tra loro in modo da garantire nelle giunzioni resistenze non inferiori a quelle dei profilati concorrenti.

I collegamenti bullonati della rete elettrosaldata con i montanti e i correnti orizzontali dovranno essere proporzionati in modo da garantire all'attacco dei profilati resistenze non inferiori a quelle della rete stessa.

I suddetti collegamenti, saldature e bullonature, nonché gli ancoraggi dei montanti con il cordolo dell'opera d'arte, in caso d'urto di un veicolo all'adiacente barriera di sicurezza, dovranno essere tali da evitare il distacco di elementi costituenti la recinzione.

Degli oneri di cui sopra si è tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari, incluso la eventuale rimozione e trasporto a deposito della protezione esistente ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte

### Art. 34 – Segnaletica verticale

#### a) Generalità

I segnali stradali dovranno essere fabbricati da imprese autorizzate dall'ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale (art 35 comma 3 del nuovo codice della strada), secondo le prescrizioni di cui all'art 45 comma 8 del nuovo codice della strada d.l.285/92 aggiornato col d.p.r. 610/96 e agli artt. 193 - 194 - 195 del relativo regolamento di esecuzione ed attuazione d.p.r.495/192.

Pertanto l'impresa, prima dell'inizio dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori la formale autorizzazione ministeriale anzidetta, con validità biennale, relativa alla ditta che effettuerà la fabbricazione e fornitura dei segnali.

I segnali stradali devono essere apposti nel pieno rispetto delle norme di cui al dpr n. 495 del 16/12/1992 ed in particolare di quelle di cui all'art. 77 c.2 e 3 (progetto segnaletica) ed all'art. 124 c.2 e 6 (specifiche particolari per i segnali di indicazione).

Tutti i segnali circolari, triangolari, quadrati, rettangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

La Ditta appaltatrice è obbligata a consegnare al termine dei lavori:

- il certificato di conformità delle pellicole al DM 31.03.1995;
- il rapporto di prova relativo agli angoli di osservazione recepiti dalla norma UNI 11122 o meglio dalla tabella DIN 3A;
- le caratteristiche del supporto in riferimento al requisito previsto nella norma europea UNI EN 12899-1:2003 "Segnaletica verticale permanente"

#### b) Produzione segnaletica verticale

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8, del Nuovo Codice della Strada e agli artt. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di Esecuzione e di Attuazione.

#### c) Costruzione segnaletica verticale

##### 1. Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di alluminio tipo P-AL 99~5 (1050A) - UNI 9001/2, dello spessore 30/10 mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00 m<sup>2</sup>, per i cartelli con superficie inferiore a 2,00 m<sup>2</sup> la lamiera di alluminio deve essere di spessore 25/10 mm. Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi devono essere nel più basso numero possibile compatibilmente con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere dopo aver subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, devono essere sottoposte ai seguenti trattamenti di verniciatura:

- a) sgrassatura mediante vapori di trielina a con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15' a temperatura di esercizio di circa 70°C;
- b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosforocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente peso compreso tra 105 e 375 mg/m<sup>2</sup> (valore medio ottimale 270 mg/m<sup>2</sup>) secondo la norma **UNI 9921** relativa ai trattamenti di cromatazione e fosfocromatazione su alluminio e sue leghe;
- c) lavaggio con acqua a perdere, e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70°C;
- d) applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer), spessore 25-35  $\mu$
- e) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240);

Trattamenti sostitutivi devono essere eseguiti solo dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione della Direzione Lavori.

##### 2. Rinforzo perimetrale del cartello

Deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello non. inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

##### 3. Rinforzo sul retro del cartello

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere:

- a) dello spessore uguale a quello del cartello, piegate ad omega, con lo sviluppo in sezione trasversale di 150 mm che si riduce a 90 mm qualora la misura del segnale, presa normalmente alle traverse, sia inferiore a 500 mm, esclusi quei cartelli ove sono previste le traverse di irrigidimento in ferro;
- b) dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm, se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse è maggiore a 500 mm; in caso contrario la traversa a C deve essere di 45x 7x12 mm spessore 3 mm, su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm. Comunque i cartelli devono avere non meno di due traverse, esclusi quei casi che verranno esaminati di volta in volta. La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato.

Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

##### 4. Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (La distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati

ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

In caso di utilizzo della traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

#### 5. Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 2.4.2.6. Nel caso di installazione di due cartelli a facce opposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

#### 6. Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello

Deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una doppia mano di smalto a base di resine, cotto al forno (temperatura di cottura 140°, spessore 25-35  $\mu$ ), di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

#### 7. Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno devono essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni della Direzione Lavori:

a) con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL 2);

L'applicazione della pellicola al supporto metallico, deve essere eseguita, a seconda del tipo, con il "Vacuum Applicator" o con l'adesivo presente nella pellicola stessa. Per i dischi ed i triangoli deve essere applicata pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate per un periodo di tempo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

#### 8. Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura deve essere chiaramente indicato il marchio dell'impresa che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il numero della autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici all'impresa medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 200 cm<sup>2</sup>.

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati, inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

Tali indicazioni devono essere riportate in apposito logotipo.

#### 9. Traverse per intelaiature

Sono prescritte per i segnali di grandi dimensioni, traverse in ferro a C da 50x25x18 mm, qualità ferro EN 10025 - S235JR con spessore minimo di 4 mm per il collegamento tra i vari pannelli che compongono il cartello.

Dette traverse, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse in alluminio nella quantità necessaria.

Sia le traverse in ferro che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione.

#### 10. Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolare in anticorodal di alluminio ds 30x20 mm, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto al precedente punto 4.

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile do 1/4 sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

### d) Costruzione strutture per segnaletica verticale

#### 1. Norme progettuali di riferimento

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo si devono assumere le seguenti norme di riferimento:

- D.M. LL.PP. del 9 Gennaio 1 996 Norme tecniche per il calcolo, esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Tutti gli impianti segnaletici, completi di cartelli, devono essere dimensionati in modo da sopportare. le sollecitazioni provocate da un vento spirante a 150 Km/h, corrispondenti a 41,66 m/s.
- Normativa UNI 9858.

Fatte salve le condizioni di cui al punto precedente occorre comunque verificare la struttura facendo riferimento anche al D.M. LL.PP. del 16 Gennaio 1 996 Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, in rapporto all'ubicazione di ogni singolo impianto secondo quanto previsto dalla tabella n. 7.1 del decreto sopraccitato.

#### 2. Qualità dei materiali e prescrizioni progettuali

I prodotti di origine impiegati nella costruzione dei materiali che devono essere sottoposti a zincatura devono avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla norma NF 35.503 Classe 1.

A seguito della norma europea EN 10025 la designazione degli acciai subisce la seguente variazione:

Precedente designazioni	Designazioni secondo EN 10025 Fe 360 B
FE 360 B	S235JR
Fe430B	S275JR

#### a- Sostegni

- ACCIAIO:

L'acciaio impiegato per i sostegni, in profilato tubolare, deve essere esente di difetti come bolle di fusione e scalfitture, della qualità EN 10025 - S235JR.

- BULLONERIA:

La bulloneria impiegata deve essere rispondente a quanto previsto dalla norma UNI 3740 classe 8.8.

#### b- Portali e strutture in acciaio

- ACCIAIO:

I portali o strutture portanti in acciaio, devono essere realizzati con profilati tubolari, esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture, della qualità EN 10025 - S275JR.

- BULLONERIA:

La bulloneria impiegata deve essere rispondente a quanto previsto dalla norma UN1 3740 classe 8.8.

- UNIONI SALDATE:

Le saldature necessarie devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dall'art. 2.5 delle norme CNR. UNI 10011/88.

- UNIONI BULLONATE:

Pen le unioni bullonate la bulloneria impiegata deve essere rispondente a quanto previsto dalla norma UNI 3740 classe 8.8.

- PIASTRA E CONTROPIASTRA:

Le piastre di collegamento tra il montante della struttura e quella di connessione con i tirafondi devono essere unite secondo le indicazioni di volta in volta indicate nel progetto; il tipo dell'acciaio deve essere della qualità EN 10025 - S275JR.

- TIRAFONDI:

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura, devono essere in acciaio, rispondenti alle prescrizioni della norma UNI 3740.

- ARMATURA BASAMENTO:

L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B44 K.

c- Tolleranze

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impiegati

d- Alluminio

Tutti i segnali devono essere realizzati in lamiera di alluminio tipo P-AL 99,5 (1050A) - UNI 9001/2

e- Pellicole retroriflettenti.

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III del D.M. 31.3.95 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medie condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colori metriche di cui alla tabella del D.M. 31.3.95.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

Le Imprese, unitamente all'offerta, dovranno presentare:

1) Copia del certificato di conformità delle pellicole al D.M. LL.PP. 31 marzo 1995

2) Copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee UNI EN 29000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che s'intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni richieste dovranno essere identificate, alla cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della Ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera d'invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

Coordinate tricromatiche valide per le pellicole di classe 1, 2, 2 sperimentale (D.M. 31.03.1995)

COLORE		Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma cromatico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)				Fattore di luminanza minimo	
		1	2	3	4	CL. 1	CL. 2
BIANCO	X	0,350	0,300	0,285	0,335	>= 0,35	>= 0,27
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
GIALLO	X	0,545	0,487	0,427	0,465	>= 0,27	>= 0,16
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
ROSSO	X	0,690	0,595	0,569	0,655	>= 0,03	
	Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
VERDE	X	0,007	0,248	0,177	0,026	>= 0,03	
	Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
BLU	X	0,078	0,150	0,210	0,137	>= 0,01	
	Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
ARANC.	X	0,610	0,535	0,506	0,570	>= 0,15	
	Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
MARRON.	X	0,455	0,523	0,479	0,588	0,03 <= B <= 0,09	
	Y	0,397	0,429	0,373	0,394		
GRIGIO	X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,12 <= B <= 0,18	
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
NERO	X					<= 0,03	
	Y						

La distribuzione della luminosità dovrà essere così omogenea che il rapporto tra i valori minimi e massimi della luminanza stessa, misurata su colori identici distribuiti su qualsiasi parte del segnale, non risulti inferiore al valore 0,30.

## Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd.lux / -1 . m / -2)						
Div.	Ill	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
12'	5°	250	170	45	45	20	100	12
	30°	150	100	25	25	11	60	8,5
	40°	110	70	15	12	8	29	5
20'	5°	180	120	25	21	14	65	8
	30°	100	70	14	12	8	40	5
	40°	95	60	13	11	7	20	3
2°	5°	5	3	1,0	0,5	0,2	1,5	0,2
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	1,0	0,1
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	1,0	0,1

## f- Zincatura

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo deve essere ottenuto con zincatura a bagno caldo, che deve presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme CNR CEI n° 7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nella tabella sottostante (gli elementi ferrosi non riportati dovranno essere zincati in base al rispettivo spessore). Lo zinco impiegato per i rivestimenti deve essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74 B

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco (art.3.1.03.-1.04) g/m <sup>2</sup>		Spessore dello strato di zinco (art. 3.1.105) m	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	media sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
<b>A</b>				
Traverse a C e morsetti Tubolari e staffe D.60 e 89 mm Portali Profilati per delineatori in galleria con marc.	600	550	86	78
Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore => 3 mm, esclusi gli oggetti assimil. alle classi B e C	600	550	86	78
<b>B</b>				
Tubolari diam. 48 mm Delineatori su guardrails Paletti scambio carreggiata	400	350	57	50
Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore < 3 mm, esclusi gli oggetti assimil. alle classi C e D				
<b>C</b>				
Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimil., di diametro => 10 mm.	400	350	57	50
<b>D</b>				
Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimil., di diametro < 10 mm.	330	250	43	36

## 3. Sostegni

Devono essere in ferro tubolare qualità EN 10025 - S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
89	4	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione; possono essere anche del tipo antirrotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo da circa 400 a 900 mm.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico ed avere al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura deve essere approvata dalla Direzione Lavori, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti.

## 4. Portali e strutture in acciaio

La struttura dei portali a cavalletto deve essere costituita da un traverso con correnti e montanti tubolari impostato su due ritti sdoppiati a cavalletto pure tubolari; la struttura del portale a farfalla deve essere costituita da due mensole (a bandiera un'unica mensola) con correnti e montanti tubolari fuoriuscenti da un ritto centrale, a tubo singolo, incastrato alla base.

Devono essere realizzati con profilato tubolare in acciaio qualità EN 10025-S275JR; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange, e devono essere riuniti in opera con bulloni.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione.

La base inferiore del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione; questo deve essere effettuato con l'impiego di tirafondi, collegati fra di loro con una piastra, annegati nel plinto, e relativi doppi dadi di contrasto.

L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli, collocati sul portale, ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.

I portali devono essere zincati a caldo per immersione così come i tirafondi e la contrapietra.

Devono essere prodotti alla D.L. calcoli statici, ed i disegni costruttivi di ogni singola struttura.

Eventuali altre soluzioni devono essere approvate dalla Direzione Lavori.

#### 5. Strutture per segnali su New Jersey

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m<sup>2</sup>, sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in acciaio, qualità EN 10025 - S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare, di 200 mm di diametro 76 mm spessore 4 mm, con saldata all'estremità inferiore una piastra in ferro di 100x100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali, interna ed esterna.

Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8, tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata, e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

#### 6. Supporto per sostegni su barriera metallica

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità EN 10025 - S235JR, composta da un collare, normale o antirotazione, che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

### **e) Posa in opera segnaletica verticale**

#### 1. Visibilità del segnale

Al fine di garantire la perfetta visibilità dei segnali di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, alla segnaletica verticale, ovunque essa sia installata, deve essere garantito uno spazio di avvistamento privo di ostacoli.

La distanza di avvistamento consente al conducente di poter avvertire la presenza di un segnale, di riconoscerlo come tale e di individuarne il significato.

Le misure minime dello spazio di avvistamento, sia di giorno che di notte sono indicativamente:

- 1) Segnali di pericolo 150 m
- 2) Segnali di prescrizione 250 m
- 3) Segnali di indicazione 250 m

Per distanze di avvistamento minori di oltre il 20% occorre che il segnale sia preceduto da un identico segnale con pannello integrativo.

#### 2. Distanza dalla carreggiata

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m, fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc. che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

#### 3. Altezza dalla pavimentazione

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,50 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello, fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione del cavalcavia la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza deve essere stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione e il bordo inferiore del o dei cartelli collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni modo sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico.

Devono essere situati alla giusta distanza o posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico seguendo lo schema di massima dei disegni forniti dalla Direzione Lavori.

#### 4. Installazione dell'impianto su terra

Si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento, classe Rck 20 MPa, delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m per l'installazione del tubolare in ferro di sostegno; ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Nei casi in cui non si ritenga idonea la fondazione, per la stabilità dell'impianto, sopradescritta, l'Impresa deve opportunamente dimensionarla.

Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Impresa stessa dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso.

Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

Deve essere, inoltre, ripristinato sia sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

#### 5. Portali e strutture in acciaio

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato classe Rck 25 MPa.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere determinate dall'Impresa, tenendo presente che l'alloggiamento della struttura ai basamenti deve avvenire mediante flange e relativi tirafondi; devono essere prodotti alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli.

Le parti costituenti il traliccio dovranno essere unite impiegando bulloneria rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Tutte le unioni bullonate dovranno essere tesate ai valori prescritti negli elaborati progettuali.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di peso devono essere allegati

al verbale di pesatura.

Nel caso di portali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitarne il posizionamento sulla cuspid.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su strutture già zincate.

La piastra, contropiastra e tirafondi con relativi dadi devono essere protetti dagli agenti atmosferici e corrosivi mediante l'applicazione di silicone.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non deve esonerare in alcun modo l'Impresa stessa dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

#### 6. Struttura per pensiline

La struttura deve essere ancorata alla pensilina mediante staffe in acciaio opportunamente dimensionate, barre filettate o bulloni; le dimensioni e il numero per garantire il suddetto ancoraggio devono essere determinate dall'Impresa, producendo alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli e disegni.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati ai verbali di pesatura.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non deve esonerare in alcun modo l'Impresa stessa dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

#### 7. Installazione dell'impianto al New Jersey con foro verticale

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del New Jersey inserendo lo spezzone tubolare, di 0,30 m diametro 48 mm, nel foro verticale esistente.

Il sostegno, diam. 60 mm in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico, deve avere nella parte inferiore due fori passanti.

Dopo averlo inserito nel bicchiere, un tubolare di ferro diam. 76 mm anch'esso preforato, deve essere unito al manufatto mediante n. 2 bulloni M12 passanti; la testa del bicchiere deve essere sigillata con silicone o materiali similari, al fine di proteggere il manufatto dalle infiltrazioni di acqua.

Il manufatto deve essere inoltre bloccato al New Jersey, usufruendo dei fori esistenti sulle facce laterali del manufatto, mediante due bulloni con relativi prigionieri metallici, ad espansione M12 x 100; questi devono essere posizionati, uno per faccia laterale.

#### 8. Installazione dell'impianto al New Jersey con foro orizzontale

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del New Jersey in corrispondenza del foro orizzontale esistente; il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 testata a 5.900 kg, usufruendo del foro passante.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno con i cartelli deve essere come descritto all'art. 2.5.5.

Qualora, per motivi particolari, la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici, ad espansione M12.

#### 9. Installazione dell'impianto al New Jersey senza fori

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del New Jersey in corrispondenza del foro orizzontale che deve essere realizzato perpendicolarmente all'asse del New Jersey stesso, in modo tale che consenta la collocazione della barra filettata M20, classe 8.8 testata a 5.000 kg, per il bloccaggio del manufatto alla barriera con due dadi autobloccanti.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno con i cartelli deve essere come descritto in precedenza.

Qualora, per motivi particolari, la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici, ad espansione M12.

#### 10. Installazione dell'impianto su paletti M100 o di sostegno del guardrail

Il tubolare di sostegno in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma a materiale plastico, deve essere fissato al paletto M100 o a quello di sostegno del guardrails mediante due staffe in acciaio.

#### 11. Installazione su punti particolari

Nel caso in cui l'impianto deve essere installato in punti diversi di precedenti il manufatto di ancoraggio predisposto, deve essere posizionato secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori.

### **Art. 35 – Segnaletica complementare**

#### **a) Delineatori stradali**

##### 1. Generalità

I segna limiti o delineatori normali di margine stradali debbono avere i requisiti stabiliti nell'articolo 173 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495 e dalle Circc. ANAS nn. 13/84, 36/84 e 20/87.

I dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero delle II. e dei TT.

I segnalimiti devono, inoltre, portare impresso in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione ed il marchio di fabbrica o il nominativo della Ditta.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti devono essere distanziati, secondo quanto indicato al richiamato art.173 del Regolamento.

I segnalimiti devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, si precisa che essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- caratteristiche ottiche stabili nel tempo;
- colore come prescritto dalla fig. II 463 del Regolamento di Esecuzione;
- fissaggio stabile dell'inserito al supporto;
- forma-dimensioni-colori

I segnalimiti da collocare ai margini delle strade ed autostrade dovranno essere conformi alle disposizioni di cui agli artt. 172 e 173 del Regolamento di attuazione D.P.R. 16.12.1992 n.495 e successive modifiche.

Nel caso in cui il delineatore debba essere posto in opera, la sommità del medesimo dovrà risultare a cm. 70 al di sopra della quota della banchina stradale.

In attesa del recepimento da parte del Ministero delle II. e TT. della norma europea pr EN 12899-3 si applica la normativa vigente ottemperando ai requisiti prescritti: Regolamento di Esecuzione D.P.R. del 16.12.1992 n.495 e circ. ANAS n.13/84 del 03.02.84 – n. 20/87 del 14.04.87.

Si prescrive che le pareti del manufatto abbiano in ogni punto spessore non inferiore a mm 2(due), che il segnalimite sia costituito interamente da polimero della migliore qualità e precisamente da polietilene ad alta densità, e nella parte bianca e in quella nera, indipendentemente dalla tecnica adottata per la realizzazione; la parte di colore bianco, con un tenore di biossido di titanio (TiO2) almeno del 2%, realizzata con unico materiale escludendosi operazioni di sovrapposizione di pellicola, altri materiali plastici o verniciatura; quella di colore nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nero fumo, ciò significa che deve essere realizzata con unico materiale e non mediante pellicola sovrapposta al bianco o verniciatura, sezionando il delineatore nelle due parti deve essere tutto bianco nella parte bianca e tutto nero nella parte nera (art. 6 circ. 13/84 e circ.20/87).

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità), dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- Indice di fluidità (Melt Index): dovrà essere compreso tra 0,2 e 0,4;
- Densità : 0,95;
- Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4527 e D 1499-59T) :
- prima: 220 Kg./ cmq.
- dopo: deve raggiungere almeno l' 85% del valore iniziale;

Resistenza all'urto del polimero pigmentato:

- prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza dell'urto secondo le norme IZOD – ASTM 256-56T
- deve raggiungere un minimo di 9 Kg./cmq.; dopo l'irradiazione, la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

## 2. Prove ed accertamenti

### a) Resistenza alla flessione

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della Sezione posta a cm. 70 dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria (normale dell'asse stradale), fino ad ottenere una deviazione di 45 gradi rispetto alla posizione normale, mantenendo per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25° C

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnalimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, ma alla temperatura di (5° + 1°) presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

### b) Resistenza agli agenti chimici ( A.S.T.M. D.543):

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma A.S.T.M. D.543.

Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- Cloruro di sodio al 20%;
- Cloruro di calcio al 20%;
- Idrossido di ammonio al 10%;
- Acido cloridrico al 10%;
- Acido solforico al 10%;
- Olio minerale;
- Benzina.

### c) Caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale impiegato:

- 1) Titolo del pigmento TiO2;
- 2) Indice di fluidità del polimero pigmentato;
- 3) Densità del polimero pigmentato;
- 4) Carico di rotture del polimero pigmentato;
- 5) Allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- 6) Resistenza all'urto del polimero pigmentato;

### 3. Caratteristiche dei dispositivi riflettenti:

Il catadiotro immerso per cinque minuti in acqua calda a + 80° e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a + 10°, dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna da controllare mediante pesature di precisione.

### 4. Fissaggio :

I catadiottri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedirne l'asportazione.

### 5. Omologazione

I catadiottri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero delle II.e TT. e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'articolo 192 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della strada.

### **b) Cono spartitraffico H>50cm**

Principali caratteristiche del CONO SPARTITRAFFICO IN GOMMA.

Il cono dovrà risultare conforme sia a quanto prescritto dal regolamento del nuovo codice della strada e sia ai requisiti tecnici previsti nel progetto di norma CEN UNI EN 13422:2005.

Il cono deve essere omologato con apposito Decreto da parte del Ministero delle II. e dei TT, copia dell'omologazione deve essere fornita da parte dell'Impresa.

#### 1. Caratteristiche generali

I coni flessibili, devono essere usati secondo le disposizioni previste nell'art. 34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e posizionati in conformità degli schemi segnaletici previsti nel DM 10 luglio 2002.

Coerentemente con quanto previsto nell'art. 79 dello stesso regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco o interamente rifrangenti.

I coni devono essere realizzati in gomma.

Sulla base di ogni cono deve essere chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore e il numero di omologazione.

#### **c) Delineatore flessibile di corsia lamellare**

Il delineatore dovrà risultare conforme a quanto prescritto dal regolamento del nuovo codice della strada e successive modifiche.

**1. Caratteristiche generali**

I delineatori flessibili, devono essere usati secondo le disposizioni previste nell'art. 34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e posizionati in conformità agli schemi segnaletici previsti nel DM 10 luglio 2002. Coerentemente con quanto previsto nell'art. 79 dello stesso regolamento, i delineatori devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con 3 inserti di colore bianco per ciascuna faccia o interamente rifrangenti.

I delineatori devono essere realizzati in gomma.

Sulla base di ogni delineatore deve essere chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

**2. Forma**

In attesa di omologazioni specifiche e definitive, valgono i requisiti di seguito riportati

a) L'altezza dei delineatori deve essere uguale o superiore a 30 cm.

b) Parte verticale:

Dovrà essere di forma trapezoidale e dovrà apparire di colore rosso (vedi pr EN 13422 tab. 3 ed 98).

Detta colorazione dovrà essere realizzata mediante vernici inalterabili e resistenti agli agenti atmosferici.

Sulla stessa parte verticale dovranno essere applicati 6 inserti (3 per ciascuna faccia) di pellicola retroriflettente di classe 2 con adesivo specifico per gomma.

c) Base:

la base dovrà essere in gomma nera.

Detta base di forma rettangolare sarà dotata nella faccia inferiore di opportune scanalature che consentano la massima efficienza dei collanti che vengono di norma adottati per il fissaggio dei delineatori alla pavimentazione.

**3. Caratteristiche dei materiali**

a) Gomma per parte verticale del delineatore (base esclusa):

Mescola vergine SBR

Resistenza alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>

Allungamento alla rottura per trazione (UNI 6065) non inferiore al 180%

Resistenza alla lacerazione (UNI 4914) non inferiore a 30 N

Durezza shore A (UNI 4916) comprese fra 65 e 85

Conforme a quanto previsto dalla norma UNI-ISO 4892 (in altre parole il valore della resistenza a rottura per trazione, dopo l'esposizione di 50 ore ai raggi UV non deve diminuire più del 10% e l'allungamento non più del 15%).

L'Impresa, ai sensi del D.Lgs. 358/92 e del DPR 573/94, dovrà presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Relativamente alle pellicole di classe 2 L'Impresa dovrà presentare un rapporto di prova emesso da uno dei laboratori accreditati e citati nel DM 31/3/1995 attestante la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici relativi alla tab. 1 e 3 del DM stesso. Inoltre il rapporto di prova dovrà dimostrare la rispondenza dei valori minimi fotometrici e colorimetrici come sopra sui campioni di pellicola sottoposti alle seguenti prove tecnologiche: invecchiamento accelerato strumentale, resistenza a nebbia salina, calore, freddo e carburanti.

Prove da eseguirsi secondo le modalità descritte al capitolo 4 del sopra citato D.M.

Infine l'Impresa dovrà presentare 1 campione per tipo richiesto.

La mancata presentazione di quanto sopra descritto e/o la non conformità alle caratteristiche specificate nel seguente capitolato, comporterà il rifiuto del materiale e l'eventuale rescissione in danno del contratto.

**d) Occhi di gatto**

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa aggiudicataria.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento art.153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

**1. Per uso permanente (EN1463-1)**

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per i colorati;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

**2. Per uso temporaneo (EN1463-1)**

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati

- colore:

a) colore dell'inserto rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;

b) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

I certificati riportanti le specifiche previste al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento piu' opportuno a tutela dell'interesse dell'Amministrazione.

**e) Dispositivo per la riflettorizzazione degli alberi**

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti a bordo strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori rosso e bianco, ovvero giallo sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permetterà una totale compatibilità ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilità del dispositivo e la elasticità necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sarà dotato di fori in corrispondenza degli spigoli.

Il bloccaggio della cinghia elastico sarà garantito da apposite fascette in materiale plastico.

#### 1. Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

- Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm., dovrà essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm. Con durezza pari a 70 shore.
- La cinghia elastica in gomma dovrà avere un diametro di 6 mm., dovrà essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovrà resistere a temperature da -30 gradi C a +85 gradi C con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.
- Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterno e presentare una resistenza alla trazione minima di 28 kg.
- L'insero rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm. sarà in classe 2 grandangolare.

Per ottenere un'efficienza ottimale dalla particolare applicazione del suddetto dispositivo, la pellicola retroriflettente dovrà possedere una grande angolarità superiore, come riportato nella tabella I art.10.1 punto c.2a .

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare copia dei certificati di rispondenza ai requisiti di cui sopra.

#### f) Bande sonore

Le bande sonore di rallentamento dovranno essere costituite in laminato elastoplastico del tipo rifrangente ed antisdrucciolo, avere rilievo tale da causare giusta rumorosità, ed essere larghe cm. 8 con un supporto del medesimo materiale largo cm. 12.

Dovranno essere ancorate saldamente alla pavimentazione mediante apposito collante.

L'Impresa dovrà presentare copia conforme del certificato di omologazione da parte del Ministero Delle Infrastrutture e trasporti.

#### g) Dispositivo di delineazione lineare

Il dispositivo di delineazione lineare dovrà essere realizzato in pellicola rifrangente o fluororifrangente microprismatica speciale di classe 2, su alluminio piegato ad onda con struttura flessibile per garantire un'ottima visibilità anche ad angoli elevati di illuminazione (70°).

Per il fluororifrangente deve essere prevista la colorazione gialla avente un fattore di luminanza non inferiore a 0,50.

Il singolo pannello dovrà avere le seguenti dimensioni minime:

- Lunghezza totale pannello: mm 838 +/- 5
- Lunghezza complessiva superficie riflettente: mm 914 +/- 5
- Altezza pannello: mm 100 +/- 5
- Spessore alluminio: mm 0.5 +/- 0.1

Il bordo del pannello dovrà essere ripiegato ed orlato per garantire la sicurezza di chi posa e per una maggiore resistenza e durata del pannello stesso.

Il suddetto dispositivo dovrà essere provvisto di fori per il fissaggio, atti all'utilizzo di tasselli o bulloni o rivetti.

### Art. 36 – Segnaletica orizzontale

#### a) Segnaletica orizzontale in vernice

##### 1. Generalità

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle striscie, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le striscie orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

I valori di rifrangenza richiesti dalla norma per la segnaletica orizzontale, sono misurati secondo la geometria CEN che prevede

- Angolo di osservazione: 2,29°
- Angolo di illuminazione: 1,24°

In base alle loro caratteristiche costruttive ed ai loro livelli prestazionali di rifrangenza così come indicato nella Norma UNI EN 1436, la segnaletica orizzontale si divide come indicato nelle seguenti tabelle:

Tab. 1 Classi di Qd per segnaletica orizzontale asciutta			
Colore del segnale orizzontale		Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL $Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx$
Bianco	Asfalto	Q0	Nessun requisito
		Q2	$Qd \geq 100$
		Q3	$Qd \geq 130$
	Cemento	Q0	Nessun requisito
Q3		$Qd \geq 130$	
Giallo		Q4	$Qd \geq 160$
		Q0	Nessun requisito
		Q1	$Qd \geq 80$
		Q2	$Qd \geq 100$

Tab. 2 Classi di RL per segnaletica orizzontale asciutta			
Tipo e colore del segnale orizzontale		Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL $Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx$
Permanente	Bianco	R0 R2 <sup>1°</sup> R4 <sup>1°</sup> R5 <sup>1°</sup>	Nessun requisito RL ≥ 100 RL ≥ 200 RL ≥ 300
	Giallo	R0 R1 <sup>1°</sup> R3 <sup>1°</sup> R4 <sup>1°</sup>	Nessun requisito RL ≥ 80 RL ≥ 150 RL ≥ 200
Provvisorio		R0 R3 <sup>1°</sup> R5 <sup>1°</sup>	Nessun requisito RL ≥ 150 RL ≥ 300

<sup>1°</sup>: in alcuni Paesi queste classi non possono essere mantenute per un limitato periodo dell'anno durante il quale la probabilità di prestazioni inferiori della segnaletica orizzontale è alta a causa della presenza di acqua, polvere, fango, ecc.  
La classe R0 si applica quando la visibilità della segnaletica orizzontale è ottenuta senza retroriflessioni in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli.

Tab. 3 Classi di RL per segnaletica orizzontale in condizioni di bagnato			
Condizioni di bagnato		Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL $Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx$
Come si presenta 1 min dopo l'inondazione della superficie con acqua conformemente a B.6		RW0 RW1 RW2 RW3	Nessun requisito RL ≥ 25 RL ≥ 35 RL ≥ 50

NOTA – La classe RW0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

Tab. 4 Classi di RL per segnaletica orizzontale in condizioni di pioggia			
Condizioni di pioggia		Classe	Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL $Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx$
Come si presenta 1 min dopo l'inondazione della superficie con acqua conformemente a B.6		RR0 RR1 RR2 RR3	Nessun requisito RL ≥ 25 RL ≥ 35 RL ≥ 50

NOTA – La classe RR0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

Tab. 5 Classi del fattore di luminanza $\beta$ per segnaletica orizzontale asciutta			
Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Fattore minimo di luminanza $\beta$
Bianco	Asfalto	B0 B2 <sup>1°</sup> B3 <sup>1°</sup> B4 <sup>1°</sup> B5 <sup>1°</sup>	Nessun requisito $\beta \geq 0,30$ $\beta \geq 0,40$ $\beta \geq 0,50$ $\beta \geq 0,60$
	Cemento	B0 B3 <sup>1°</sup> B4 <sup>1°</sup> B5 <sup>1°</sup>	Nessun requisito $\beta \geq 0,40$ $\beta \geq 0,50$ $\beta \geq 0,60$
Giallo		B0 B1 <sup>1°</sup> B2 <sup>1°</sup> B3 <sup>1°</sup>	Nessun requisito $\beta \geq 0,20$ $\beta \geq 0,30$ $\beta \geq 0,40$

<sup>1°</sup>: in alcuni Paesi queste classi non possono essere mantenute per un limitato periodo dell'anno durante il quale la probabilità di prestazioni inferiori della segnaletica orizzontale è alta a causa della presenza di acqua, polvere, fango, ecc.  
La classe B0 si applica quando la visibilità di giorno si ottiene attraverso il valore del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd.

Vertici		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	Y	0,355	0,305	0,325	0,375
Segnaletica orizzontale gialla classe Y1	X	0,443	0,545	0,465	0,389
	Y	0,399	0,455	0,535	0,431
Segnaletica orizzontale gialla classe Y2	X	0,494	0,545	0,465	0,427
	Y	0,427	0,455	0,535	0,483

Note – Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica orizzontale permanente e a quella provvisoria

Classe	Valore SRT minimo
S0	Nessun requisito
S1	SRT $\geq$ 45
S2	SRT $\geq$ 50
S3	SRT $\geq$ 55
S4	SRT $\geq$ 60
S5	SRT $\geq$ 65

La segnaletica orizzontale in vernice permanente dovrà rientrare nelle seguenti classi:

- Valore iniziale di retroriflessione: classe R4 non inferiore a 200 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436.
- Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S2 non inferiore a 50 SRT.

La segnaletica orizzontale in vernice provvisoria dovrà rientrare nelle seguenti classi:

- Valore iniziale di retroriflessione: classe R3 non inferiore a 150 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436.

Il suddetto materiale deve essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI - EN - ISO 9000.

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche dalla quale dovranno risultare, peso per litro a 25 gradi C, il tempo di essiccazione, viscosità, percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantità raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Le pitture acquistate dovranno soddisfare i requisiti esplicitamente elencati nel successivo paragrafo ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.

Qualora la vernice non risulta conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre al fornitore la sostituzione a sua cura e spese, comprese quelle di maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati:

- Descrizione;
- Ditta produttrice;
- Data di fabbricazione;
- Numerosità e caratteristiche della partita;
- Contrassegno;
- Luogo del prelievo;
- Data del prelievo;
- Firme degli incaricati.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superanti le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro limiti dell'articolo 10 paragrafo f).
- peso per litro: chilogrammi 0,03 in più od in meno di quanto indicato dall'articolo 10 del paragrafo b) ultimo capoverso.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per i limiti indicati nell'articolo 10 per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per ottenere valori di retroriflessione RL maggiori di quelli normalmente rilevabili, si può procedere alla post spruzzatura delle perline aventi la stessa granulometria descritta al punto b) seguente.

#### 1. Condizioni di stabilità.

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare

le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25 gradi C (ASTM D 1473).

## 2. Caratteristiche delle sfere di vetro.

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio A.S.T.M.	% in peso
Perline passanti per il setaccio n.70	: 100%
Perline passanti per il setaccio n.140	: 15-55%
Perline passanti per il setaccio n.230	: 0-10%

## 3. Idoneità di applicazione.

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

## 4. Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento.

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 1,1 Kg/mq per l'esecuzione di scritte a terra e di 1,3 Kg/mq per l'esecuzione di strisce d'arresto, passaggi pedonali e zebraure.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 gradi C e 40 gradi C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

## 5. Viscosità.

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina tracciolinee; tale consistenza, misurata allo storrer viscosimeter a 25 gradi C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

## 6. Colore.

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

## 7. Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

## 8. Contenuto di pigmenti nobili.

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

## 9. Resistenza ai lubrificanti e carburanti.

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

## 10. Prova di rugosità su strada.

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10<sup>a</sup> ed il 30<sup>a</sup> giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45 (quarantacinque).

## **b) Segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico**

### 1. Generalità

È fatto obbligo all'Impresa realizzatrice di certificare su quali arterie stradali il prodotto da adoperare è stato già applicato e con quale esito, soprattutto per quanto riguarda la durata e la antisdrucchiolevolezza in relazione al traffico ed allo spessore dello spruzzato termoplastico.

L'impresa realizzatrice deve fornire, a sue spese, un certificato emesso dal produttore con il nome ed il tipo del materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla Direzione dei Lavori.

Il certificato deve essere autenticato dal rappresentante legale della Società produttrice.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'Impresa realizzatrice.

### 2. Composizione del materiale

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfeere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La composizione del materiale, incluse le microsfeere sovraspruzzate, è - in peso - all'incirca la seguente:

- aggregati	40%
- microsfeere di vetro	20%

- pigmenti e sostanze inerti 20%
- legante (resine e olio) 20%

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfere di vetro devono avere buona trasparenza - per almeno l'80% - ed essere regolari e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra mm. 0,2 e mm. 0,8 (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il pigmento colorante è costituito da biossido di titanio (color bianco) oppure da cromato di piombo (color giallo); il primo deve essere in percentuale non inferiore al 10% in peso rispetto al totale della miscela, mentre il secondo deve essere in percentuale non inferiore al 5% e deve possedere una sufficiente stabilità di colore quando viene riscaldato a 200 gradi C.

La sostanza inerte è costituita da carbonato di calcio ricavato dal gesso naturale.

Il contenuto totale dei pigmenti e della sostanza inerte deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150 gradi C.

L'olio minerale usato come plastificante deve essere chiaro e con una viscosità di 0,5 + 35 poise a 25 gradi C e non deve scurirsi eccessivamente se riscaldato per 16 ore alla temperatura di 150 gradi C.

Il contenuto totale del legante deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

Percentuale del passante in peso e quantità del prodotto impiegato

	min.	max
setaccio 3.200 micron	100	-
setaccio 1.200 micron	85	95
setaccio 300 micron	40	65
setaccio 75 micron	25	35

Il peso specifico dello spruzzato termoplastico a 20 gradi C deve essere circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di mm. 1,5 con il corrispondente impiego di circa g/mq 3.500 di prodotto.

La percentuale in peso delle microsfere di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%, cioè a circa g/mq 400.

In aggiunta a quanto sopra, in fase di stesura dello spruzzato termoplastico, sarà effettuata una operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 350 di microsfere di vetro.

Il risultato del suddetto impiego di microsfere di vetro dovrà essere tale da garantire che il coefficiente di luminosità abbia un valore non inferiore a 75.

### 3. Caratteristiche chimico-fisiche dello spruzzato

- Punto di infiammabilità: superiore a 230 gradi C;
- Punto di rammolimento o di rinvenimento: superiore a 80 gradi C;
- Peso specifico: a 20 gradi circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>;
- Antisdrucciolevolezza: (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'Ente Federale della Circolazione Stradale Tedesca) valore minimo 50 unità SRT;
- Resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0 gradi a + 80 gradi C;
- Resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura - 25 gradi C + 70 gradi C), sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;
- Tempo di essiccazione: (secondo le Norme americane ASTM D711-55 punto 2.4) valore massimo 10";
- Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- Visibilità notturna: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi "Road Markings, Traffic Signs and Signals - Art. 16.01 - Traffic Paint and Road Markings" - punto 1 e 11/d) il valore minimo del coefficiente deve essere di 75; il coefficiente è uguale a 100 per il carbonato di magnesio in blocco;
- Resistenza all'usura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette) la perdita di peso del campione dopo 200 giri delle ruote non deve eccedere g. 0,5;
- Resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette) dopo un'ora il peso di g. 100, dal diametro di mm. 24, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- Resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi, né incrinarsi, se portato alla temperatura di -1 gradi C.

### 4. Sistema di applicazione

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico è costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la pre-fusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice, equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2 mc di aria al minuto alla pressione di 7 Kg/cm<sup>2</sup>.

Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra cm. 10 e cm. 30 possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente.

Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoriuscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie.

Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Il Cottimista esecutore provvederà anche alle attrezzature adeguate ed alla manodopera specializzata per eseguire la spruzzatura a mano di frecce, scritte, etc.

Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200 gradi C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebraature deve essere di norma di mm. 1,5, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di mm. 2,5.

### **c) Segnaletica orizzontale in materiali preformati retrorifrangenti**

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'art. 137 all'art.155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

#### **1. Segnaletica orizzontale Permanente**

I laminati elastoplastici sono di tipo autoadesivo, realizzato con polimeri d'alta qualità e contenenti una dispersione di microgranuli ad elevato potere antisdrucchiolo e microsferi con caratteristiche di rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente. Sono materiali in grado di mantenere i valori di visibilità diurna e notturna ed i valori di antiscivolosità, così come raccomanda la normativa europea. (Norma UNI EN 1436).

I valori minimi di antiscivolosità non dovranno essere inferiori a 45 SRT.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsferi in vetro o in ceramica o prodotto equivalente, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

In base alle loro caratteristiche costruttive ed ai loro livelli prestazionali di rifrangenza così come indicato nella Norma UNI EN 1436, i laminati elastoplastici si dividono nelle seguenti classi:

Classe R2:

laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroriflessione realizzato con microsferi in vetro, trattato in superficie con resine speciali.

Valore iniziale di retroriflessione: non inferiore a 100 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S1, non inferiore a 45 SRT.

Classe R4:

laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroriflessione realizzato con microsferi in vetro e ceramica o equivalente, trattato con resine speciali per un miglior ancoraggio delle microsferi stesse.

Valore iniziale di retroriflessione: non inferiore a 200 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S2 non inferiore a 50 SRT.

Classe R5:

laminato elastoplastico autoadesivo, con sistema ottico di retroriflessione realizzato con microsferi in ceramica o equivalente ad alto indice di rifrazione (non inferiore a 1,9), trattato con resine poliuretaniche per un miglior ancoraggio delle microsferi stesse.

Valore iniziale di retroriflessione: non inferiore a 300 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436. Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S3 non inferiore a 55 SRT.

Classe RW3: Preformato per segnaletica orizzontale visibile in condizioni di bagnato

Il materiale in oggetto, deve essere costituito da un preformato autoadesivo con sistema ottico di retroriflessione a microsferi incorporate ad altissima rifrangenza ed antisdrucchiolo. Il preformato deve essere visibile in caso di pioggia ovvero deve garantire la retroriflessione anche sotto uno strato d'acqua.

Le microsferi e le particelle antisdrucchiolo devono essere rivestite da uno strato superficiale in resina poliuretaniche, per aumentarne la resistenza all'usura.

Valore iniziale di retroriflessione in condizioni di asciutto: non inferiore a 750 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436.

Valore iniziale di retroriflessione in condizioni di bagnato: non inferiore a 50 millicandele (mcd/mq x lux) misurato secondo la geometria CEN, in accordo alla Norma UNI EN 1436.

Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S2 non inferiore a 50 SRT.

a - Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore non superiore a 3 mm.

b - Sistema ottico

Per migliorare le prestazioni di visibilità notturna, anche in caso di pioggia, e per proteggere le microsferi dall'usura preservandone l'efficienza nel tempo, il sistema ottico responsabile della rifrangenza dovrà essere composto da uno speciale pacchetto che contenga al suo interno le microsferi, più eventuali resine ad alta resistenza.

c- Posa in opera

Il preformato potrà essere posto in opera secondo una delle seguenti modalità :

- ad incasso su pavimentazioni nuove, contestualmente alla stesura dei manti bituminosi e prima dell'apertura al traffico
- a semi-incasso, su pavimentazioni nuove, entro 24 ore dalla stesura dei manti bituminosi
- su pavimentazioni esistenti, mediante l'uso di un primer o preparatore di superficie

In ogni caso, nella posa di strisce longitudinali (margini e mezzieria) il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante l'uso di una macchina applicatrice manuale o automatica.

d - Garanzia segnaletica permanente

L'Impresa, verificatane le possibilità d'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire il mantenimento dei valori minimi di rifrangenza e di antiscivolosità previsti dalla classe R3, S2 per la durata complessiva di un anno, secondo quanto prescritto ed in accordo con la Norma UNI - EN 1436. La durata di tale garanzia è data a titolo indicativo e non vincolante, in quanto dipendente dalle reali condizioni di traffico. Per questo motivo L'Impresa dovrà presentare un certificato, che dimostri le reali prestazioni nel tempo in un sito di prova controllato o simulato, da dove sia possibile dedurre la reale durata dei prodotti in funzione di: volume di traffico, tipo di strada e pavimentazione. Tali certificati devono far riferimento a situazioni all'interno dell'UE.

L'Impresa dovrà presentare:

- rapporto di prova sui valori di rifrangenza, in condizioni di asciutto, e in condizioni di superficie bagnata per la sola classe RW3.
- rapporto di prova sui valori di antiscivolosità
- su specifica richiesta dell'Amministrazione dovrà essere presentato certificato comprovante la presenza di microsferi in

ceramica o equivalenti (per le Classi R4 e R5)

- certificato di qualità della ditta produttrice del materiale secondo le norme UNI EN ISO 9000.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice del materiale con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente, sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa. Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione. La presentazione di documenti incompleti o insufficienti o non rispondenti alle norme vigenti e a quelle del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'Impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto, con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse di questa amministrazione

### 2. Segnaletica orizzontale temporanea Gialla per cantieri

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferi ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanic, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferi e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta removibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato deve essere immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà essere di classe R5 per strade di tipo A; B; D, e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade, come valori iniziali

a - Garanzie segnaletica temporanea

L'Impresa dovrà presentare:

- certificato comprovante i livelli di rifrangenza.
- certificato comprovante il valore di antiscivolosità (per tutte la classe S3)
- certificazione di qualità del produttore, ai sensi delle norme europee UNI EN ISO 9000 rilasciata da un organismo accreditato ai sensi delle norme UNI EN 45000.

### 3. Segnaletica orizzontale temporanea Nera coprente

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo rimovibile di colore nero, per utilizzo temporaneo. Da impiegarsi per mascherare le preesistente segnaletica bianca (strisce di mezzzeria, di margine, di canalizzazione, zebraure, ...), in corrispondenza di deviazioni ed aree di cantiere temporanee.

Il materiale dovrà essere realizzato con polimeri d'alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo.

La resina poliuretanic, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta removibilità del laminato dalla pavimentazione, consentendo l'immediato ripristino della segnaletica permanente, senza bisogno di un nuovo tracciamento e senza .

Il colore nero dovrà essere molto simile a quello delle normali pavimentazioni in asfalto, e la sua superficie dovrà evitare dannosi riflessi.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato, dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Valore iniziale di antisdrucchiolo: classe S3 non inferiore a 55 SRT, spessore 1,5 mm.

## Capo Secondo

### NORME PER LA MISURAZIONE E VALORIZZAZIONE DEI LAVORI

#### Art. 37 - 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. 38- Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi e dei rilevati, esclusi quelli di fondazione e di bonifica, verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti.

Avrà, invece, valore di liquidazione per gli scavi di fondazione e di bonifica.

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, da qualunque distanza il materiale dovesse provenire.

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, rimanendo pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale per rilevato rimane comunque a carico dell'Appaltatore perché compensato con il prezzo a corpo.

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 verranno invece compensati a misura, ma 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, né 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 uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché 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 che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte del presente Capitolato. Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso a corpo.

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.

L'eventuale fornitura e posa di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc. che venissero ritenute necessarie dal Responsabile del Procedimento, saranno ad esclusivo e totale carico dell'Appaltatore, salvo che l'altezza del rilevato tra la quota del piano viabile (quota rossa) e la base del piano di posa del rilevato o la base delle bonifiche se esistono, sia inferiore a 150 centimetri.

#### **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. 39 - Ture provvisorie**

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi: la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recuperi; ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati nelle ture provvisorie restano di proprietà dell'Impresa la quale dovrà provvedere, a sue spese, alla loro rimozione e recupero.

Il pagamento delle ture verrà effettuato computando la superficie effettiva dell'opera in base alla lunghezza, misurata secondo lo sviluppo dell'asse medio della struttura, ed altezza pari a quella della parete piena.

La lunghezza sarà misurata secondo lo sviluppo sulla mezzeria della struttura.

Si specifica inoltre che, per le ture, l'altezza sarà quella della parete piena.

### **Art. 40 - 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.

Tuttavia, verranno compensate a misura solo le parti di struttura facenti parte delle fondazioni (plinti, solette, solettoni, platee nonchè ogni genere di fondazione di tipo indiretto).

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 nonchè 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, sia preliminari che 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.

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 perché 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, perché 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 sia in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e, di norma, per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato di tipo continuo nella previsione di grado di sismicità non superiore ad  $S=9$ ; 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 nonché 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 piè 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, esclusa 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-calce- struzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonché gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione escluse. 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. 41 - Sovrastruttura stradale

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.

#### **Art. 42 - 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. 43 - Vespai a tergo delle murature**

Saranno valutati a volume, misurati ad opera finita.

#### **Art. 44 - 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. 45 - 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  $R_{ck} \geq 30N/mm^2$  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 miscuglio 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. 46 - Sistemazione con terreno coltivato delle aiuole**

La misurazione della sistemazione con terreno coltivato 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. 47 - Lavori di rivestimento vegetale - opere in verde**

##### **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. 48 - Protezione delle scarpate in roccia**

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie di rete utilizzata rettificata e nel prezzo è compreso l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte da eseguirsi con cordolo in calcestruzzo.

#### **Art. 49 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata**

Lo scavo a mano o con mezzi meccanici da eseguire per conformare le scarpate a gradoni sarà valutato e pagato come scavo di sbancamento.

La fornitura e posa in opera della rete metallica lungo le superfici dei gradoni sarà valutata a metro quadrato e nel relativo prezzo è compresa la fornitura delle staffe di fissaggio in tondino di ferro.

Il trattamento delle superfici dei gradoni con malta di cemento spruzzata sarà valutato a metro quadrato, e nel relativo prezzo è compreso l'onere della bagnatura preliminare delle superfici, nonché quello relativo alla formazione di una cunetta al piede delle pareti subverticali per la raccolta e lo smaltimento delle acque.

Il trattamento delle superfici orizzontali dei gradoni verrà valutato a metro quadrato e per la sua contabilizzazione sarà applicato il prezzo relativo al rivestimento di scarpate mediante piantagioni.

#### **Art. 50 - Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive**

Le operazioni, eseguite sia all'aperto sia in sotterraneo e relative alle seguenti categorie di lavoro: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera dei tubi per iniezioni, in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di Elenco.

Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per 100 Kg. di cemento iniettato e in base al peso a secco risultante da apposito verbale; quelle eseguite con miscela di acqua-cemento e bentonite verranno valutate e pagate per 100 Kg. di miscela secca cemento-bentonite.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad es. silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela.

A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con il distacco di apposito talloncino.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà attrezzare apposita pesa, da tenere sotto il controllo dell'Ufficio Metrico, nei pressi del cantiere.

Inoltre, l'Impresa si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione dei Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

#### **Art. 51 - 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. 52 - 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. 53 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici**

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali.

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.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di Elenco prezzi relativo alle barriere semplici.

Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di Elenco prezzi.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a m. 3, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco Prezzi 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.

Nelle voci di Elenco Prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche 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. 54 - Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "new jersey"**

Le barriere, rette o curve, centrali o laterali, verranno misurate sulla effettiva lunghezza.

I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco Prezzi.

Nella voce di Elenco Prezzi è compreso l'eventuale taglio di sovrastruttura stradale, la preparazione del piano di posa e quanto altro occorre per l'esecuzione della barriera a regola d'arte secondo l'andamento piano-altimetrico della strada.

Dalle voci di Elenco Prezzi saranno escluse le opere necessarie per lo smaltimento delle acque superficiali e le armature in acciaio che saranno compensate a parte.

#### Art. 55 – Segnaletica

Per la segnaletica orizzontale verranno effettuate le seguenti misurazioni:

- Misura con retroriflettometro (ad alto rendimento o tradizionale) secondo l'appendice A della norma UNI EN 1436:2004, del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- Misura con retroriflettometro (ad alto rendimento o tradizionale) secondo l'appendice B della norma UNI EN 1436:2004, del coefficiente di luminanza retroriflessa RL su strada asciutta
- Misura con spettrofotometro secondo l'appendice C della norma UNI EN 1436:2004, del fattore di luminanza b
- Misura con spettrofotometro secondo l'appendice C della norma UNI EN 1436:2004, delle coordinate tricromatiche
- Misura con skid tester secondo l'appendice D della norma UNI EN 1436:2004, dell'SRT
- Ispezione visiva dell'integrità

Per la segnaletica verticale verranno effettuate le seguenti misurazioni:

- Misura con retroriflettometro (tradizionale) secondo le norme UNI EN 12899-1:2003, UNI 11122: 2004, del coefficiente di intensità luminosa R'
- Misura con spettrofotometro (illuminante normalizzato D65 della CIE) secondo le norme UNI EN 12899-1:2003, UNI 11122: 2004, Pubblicazione CIE n° 15.2 – 1986, del fattore di luminanza  $\square$
- Misura con spettrofotometro (illuminante normalizzato D65 della CIE) secondo le norme UNI EN 12899-1:2003, UNI 11122: 2004, Pubblicazione CIE n° 15.2 – 1986, delle coordinate tricromatiche
- Ispezione visiva dell'integrità di: pellicole, sostegni, segnali
- Ispezione visiva dell'allineamento
- Ispezione visiva della presenza di muffe e altri elementi impropri

<b>CAPO PRIMO</b>	<b>2</b>
<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI</b>	<b>2</b>
<b>MODO DI ESECUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A MISURA</b>	<b>2</b>
<b>ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI</b>	<b>2</b>
Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali	2
Art. 2 - Prove dei materiali	5
Art. 3 - Movimenti di terre	5
Art. 4 - Demolizioni	9
Art. 5 - Malte	9
Art. 6 - Conglomerati cementizi semplici armati	9
Art. 7 - Conglomerato cementizio per copertine, cantonali, pezzi speciali, parapetti, ecc.	15
Art. 8 - Casseforme, armature e centinature	15
Art. 9 - Murature di mattoni	16
Art. 10 - Murature in pietra da taglio	16
Art. 11 - Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo	16
Art. 12 - Impermeabilizzazione dell'estradosso di solette da ponte e viadotti ed altri manufatti	17
Art. 13 - Strutture in acciaio	18
Art. 14 - Verniciature	19
Art. 15 - Acciaio per c.a. e c.a.p.	24
Art. 16 - Acquedotti e tombini tubolari	24
Art. 17 - Apparecchi d'appoggio	26
Art. 18 - Giunti di dilatazione	28
Art. 19 - Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte	33
Art. 20 - Sovrastruttura stradale	33
Art. 21 - Lastra in calcestruzzo ad armatura continua P.C.P.	51
Art. 22 - Scarificazione di pavimentazioni esistenti	63
Art. 23 - Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature	64
Art. 24 - Cordonata in conglomerato cementizio	64
Art. 25 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento scarpate, cunette e fossi di guardia	64
Art. 26 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole	65
Art. 27 - Lavori di rivestimento vegetale - opere in verde	65
Art. 28 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata	70
Art. 29 - Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive	70
Art. 30 - Drenaggi	70
Art. 31 - Gabbionate	71
Art. 32 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici	71
Art. 33 - Rete di protezione metallica su opere d'arte	72
Art. 34 - Segnaletica verticale	73
Art. 35 - Segnaletica complementare	78
Art. 36 - Segnaletica orizzontale	81
<b>CAPO SECONDO</b>	<b>88</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE</b>	<b>88</b>
Art. 37 - Misurazione dei lavori	88
Art. 38 - Scavi - demolizioni - rilevati	88
Art. 39 - Ture provvisorie	89
Art. 40 - Murature in genere e conglomerati cementizi	89
Art. 41 - Sovrastruttura stradale	90
Art. 42 - Drenaggi	91
Art. 43 - Vespai a tergo delle murature	91
Art. 44 - Cordonate in conglomerato cementizio	91
Art. 45 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento, scarpate, cunette e fossi di guardia	91
Art. 46 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole	91
Art. 47 - Lavori di rivestimento vegetale - opere in verde	91
Art. 48 - Protezione delle scarpate in roccia	92
Art. 49 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata	92
Art. 50 - Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive	92
Art. 51 - Telo "geotessile" per strato anticontaminante, rinforzo e drenaggi	92
Art. 52 - Gabbionate	92
Art. 53 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici	92
Art. 54 - Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "new jersey"	92
Art. 55 - Segnaletica	93

Napoli, Gennaio 2019

