

RETI FOGNARIE  
NELLE FRAZIONI  
VALMORBIA-DOSSO-ZOCCHIO

Committente

COMUNE DI VALLARSA

progetto esecutivo  
– 1° STRALCIO –

Oggetto

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
norme tecniche

Scala

—

Data prog.

settembre '12

Data agg.

Ns. rif. 2397-PE-AP-1ST

Tav. N.

agg.

24 b

Progettista:

Piero Paolo Susana

ingegnere

Collaboratore:

Roberto Manica

geometra

**siteco**  
ingegneria e architettura



via Pasqui, 28 - 38068 Rovereto | tel. +39 0464 408100 | fax +39 0464 410055  
info@studiositeco.it www.studiositeco.it

## INDICE

<b>CAPO 1 - DATI GENERALI.....</b>	<b>2</b>
ART. 1 - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DI QUANTO COSTITUISCE OGGETTO DELL'APPALTO.....	2
ART. 2 - AVVERTENZA GENERALE .....	2
<b>CAPO 2: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>2</b>
ART. 3 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	2
ART. 4 - PROVE DEI MATERIALI .....	8
<b>CAPO 3: MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO .....</b>	<b>9</b>
<b>A) STRADA DI ACCESSO ALLA IMHOFF E REALIZZAZIONE DELLE RETI.....</b>	<b>9</b>
ART. 5 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO.....	9
ART. 6 - SVILUPPO DEI LAVORI.....	10
ART. 7 - TRACCIAMENTI .....	10
ART. 8 - SCAVI E RIALZI.....	10
ART. 9 - FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI .....	18
ART. 10 - INERBIMENTO DELLE SCARPATE .....	19
ART. 11 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI E DA DEMOLIZIONI .....	19
ART. 12 - INCASSAMENTO PER LA MASSICCIATA .....	20
ART. 13 - SCAVI A SEZIONE RISTRETTA E RIPRISTINI SU STRADE ESISTENTI.....	20
<b>B) FONDAZIONI SPECIALI .....</b>	<b>23</b>
ART. 14 - PALIFICATE DI FONDAZIONE.....	23
ART. 15 - PERFORAZIONI .....	23
<b>C) OPERE D'ARTE.....</b>	<b>23</b>
ART. 16 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI.....	23
ART. 17 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	23
ART. 18 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. .....	23
ART. 19 - STRUTTURE PREFABBRICATE .....	23
ART. 20 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE .....	23
ART. 21 - MURATURE DI PIETRAME E MALTA CEMENTIZIA .....	23
<b>D) MASSICCIATA O STRATO DI BASE .....</b>	<b>23</b>
ART. 22 - MASSICCIATA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA ....	23
<b>E) CONGLOMERATI BITUMINOSI .....</b>	<b>23</b>
ART. 23 - PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIA, ADDITIVI .....	23
ART. 24 - EMULSIONI BITUMINOSE- CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO.....	23
ART. 25 - BITUMI - CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO .....	23
ART. 26 - CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	23
ART. 27 - ESECUZIONE DEI LAVORI .....	23
ART. 28 - MISURE.....	23
<b>F) LAVORI DIVERSI.....</b>	<b>23</b>
ART. 29 - DRENAGGI.....	23
ART. 30 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI.....	23
ART. 31 - POSA DELLE CONDOTTE IN PRESSIONE.....	23
ART. 32 - ALLACCIAIMENTI IDRICI SU CONDOTTE IN PRESSIONE .....	23
ART. 33 - COLLAUDO DELLE CONDOTTE IN PRESSIONE .....	23
ART. 34 - POSA DELLE TUBAZIONI A GRAVITA' .....	23
ART. 35 - ALLACCIAIMENTI ALLA CONDOTTA FOGNARIA .....	23
ART. 36 - COLLAUDO DELLE TUBAZIONI A GRAVITA' .....	23
ART. 37 - POZZETTI.....	23
ART. 38- CHIUSINI PER CAMERETTE .....	23

## TITOLO II – NORME TECNICHE

### CAPO 1 - DATI GENERALI

#### ART. 1 - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DI QUANTO COSTITUISCE OGGETTO DELL'APPALTO

I lavori compresi nell'appalto e indicati nei disegni uniti al contratto, salvo le eventuali variazioni consentite all'Amministrazione dal Capitolato Generale, consistono nella realizzazione del *primo stralcio* delle reti fognarie nelle Frazioni Valmorbia, Dosso e Zocchio nonché del relativo impianto di depurazione tipo Imhoff.

Gli interventi previsti comprendono:

- a) la realizzazione delle canalizzazioni per la raccolta delle acque bianche e nere all'interno degli abitati di Valmorbia e Dosso;
  - b) la realizzazione del collettore per acque bianche, che si svilupperà lungo la strada comunale tra Valmorbia e Dosso e in parte lungo la S.S. 46 "Del Pasubio", nel quale confluiranno i ramali interni di Valmorbia e Dosso, che convoglierà le acque nel canale di deflusso esistente, dove attualmente già scaricano i reflui di Valmorbia;
  - c) la realizzazione di parte del collettore principale per le acque nere, nel tratto che si sviluppa lungo la S.S. 46 del Pasubio tra l'incrocio con la strada comunale per la frazione Dosso per poi proseguire, oltrepassato il cimitero di Valmorbia, lungo una strada agricola esistente, che dovrà essere sistemata, fino al previsto impianto di depurazione tipo Imhoff, che verrà a situarsi a valle della Strada Statale, a Nord dell'abitato di Valmorbia;
  - d) la costruzione dell'impianto di depurazione, di tipo Imhoff, dotato di griglia automatica, con scarico dei reflui tramite un collettore direttamente nel torrente Leno;
  - e) la sistemazione della strada d'accesso all'impianto, che ricalcherà sostanzialmente il tracciato di un'esistente strada agricola, che dovrà avere dimensioni e caratteristiche tali da consentire di operare ai mezzi impiegati nelle operazioni di manutenzione e spurgo;
  - f) la realizzazione di alcune opere complementari quali:
    - l'esecuzione dell'allacciamento idrico ed elettrico della zona dell'impianto;
    - una condotta idrica a servizio della Frazione Dosso, in sostituzione dell'esistente.
- il ripristino degli allacciamenti privati all'interno delle Frazioni di Valmorbia e Dosso:

Per la realizzazione delle canalizzazioni principali delle reti fognarie nere è prevista la posa di circa 346 m di tubi in ghisa sferoidale  $\phi$  200 e di circa 716 m di tubi in gres  $\phi$  200.

Per la realizzazione delle canalizzazioni principali delle reti fognarie bianche è prevista la posa di circa 271 m di tubi in cls vibrocompresso  $\phi$  300 e di circa 585 m di tubi in cls vibrocompresso  $\phi$  400.

#### ART. 2 - AVVERTENZA GENERALE

Si premette che per norma generale invariabile resta convenuto e stabilito contrattualmente che nel prezzo unitario od a corpo dei lavori s'intenderà compresa e compensata ogni spesa principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto, ogni indennità di cava, ogni lavorazione e magistero per dare tutti i lavori completamente in opera nel modo prescritto, e ciò anche quando non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di elenco.

Si conviene poi espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali contenute nel presente Capitolato non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzi o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere nel caso che dalle provenienze indicate non potessero avversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze del lavoro.

### CAPO 2: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### ART. 3 - 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. 16 del Capitolato Generale approvato con D.M. n. 45 di data 19/04/2000.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

L'appaltatore è obbligato a notificare alla Direzione dei Lavori, in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e alle verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli.

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

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione Lavori stessa, di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti e alle caratteristiche contrattuali.

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, con riferimento alle citate normative ed eventuali necessarie modificazioni, 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. 09/01/1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

**B) LEGANTI IDRAULICI**

Dovranno corrispondere alla Legge 26 maggio 1965 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 (G.U. n. 37 del 12 febbraio 1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei 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 giugno 1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.07.68).
- D.M. 20 novembre 1984 "Modificazione al D.M. 3.06.68 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.84).
- Avviso di rettifica al D.M. 20 novembre 1984 (G.U. n. 26 del 31.01.85).
- D.M. 9 marzo 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 agosto 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 novembre 1972).

**C) CALCI AEREE - POZZOLANE**

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16.11.1939, n. 2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939, n. 2230.

**D) GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09/01/1996 "norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però, salvo diversamente specificato in MIX DESIGN, 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 pietriscetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

**F) GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI**

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

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

**G) CUBETTI DI PIETRA**

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

**H) CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE**

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

**I) SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI**

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

**J) 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.

**K) 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 con martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**L) PIETRE DA TAGLIO**

Proveranno 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.

*M) TUFI*

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

*N) 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 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.

*O) 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.

*P) MATERIALI FERROSI*

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 09/01/1996.

*Q) 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 oltre passare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, 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.

*R) 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.

*S) BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI*

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

*T) 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 oli 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.

***U) 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 DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; res iduo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30-45°;
- 2) OLII DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI SICILIANE: viscosità Engler 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 DEL TIPO B (ESTIVO) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler 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 DEL 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 derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopariportate.

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

***V) 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 scorticato 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 semenza, 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 seme 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 scorticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di

specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della Achillea millefolium, della Plantago sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui: Rumex sp.pl., Artemisia sp.pl., Catex sp.pl. e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale, e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

- 6) PALETTI DI CASTAGNO PER ANCORAGGIO VIMINATE: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature e spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.
- 7) VERGHE DI SALICE: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate 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 un 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 anche delle specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui Salix daphnoides, Salix incana, Salix pentandra, Salix fragilis, Salix alba, ecc. e potranno essere anche di Pupulus alba o Alnus glutinosa.
- 9) RETE METALLICA: sarà il 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.

*W) TELI DI "GEOTESSILE"*

Il telo "geotessile" salvo diversa e ben specificata indicazione progettuale, avrà le seguenti caratteristiche:

1. composizione: fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;
2. coefficiente di permeabilità: per filtrazione trasversale, compreso fra  $10^3$  e  $10^1$  cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in situ);
3. resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 300 N/5cm (”), con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85%.

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 500 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 dicembre 1985 e sul B.U. n. 111 del 24 dicembre 1985.

*X) TUBI"*

- 1) TUBI IN GHISA: le tubazioni dovranno essere in ghisa sferoidale per fognatura secondo la norma UNI EN 598, rivestite internamente come indicato al punto 4.4 della suddetta norma ed esternamente con zinco e uno strato di finitura, dotate di giunto elastico automatico a bicchiere e anello di tenuta in gomma.

---

<sup>1</sup> Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di cm 20 con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadasuno 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.

- 2) TUBI IN GRES: i tubi in gres ceramico dovranno essere con giunto a bicchiere, secondo le norme UNI EN 295, verniciati internamente ed esternamente con vernice vetrina, dotati all'estremità di guarnizioni elastiche in poliuretano fissate in stabilimento.
- 3) TUBI IN CALCESTRUZZO: i tubi in calcestruzzo dovranno essere del tipo vibrocompresso ad alta resistenza, con incastro a bicchiere, rispondenti alle norme DIN 4032, a sezione circolare con base di appoggio piana.
- 4) TUBI IN PVC: i tubi in PVC dovranno essere del tipo rigido non plastificato, marchiati e conformi alle norme UNI-EN 1401-1.
- 5) TUBI IN POLIETILENE: le tubazioni dovranno essere in polietilene alta densità PE 100 sigma 80 kg/cm<sup>2</sup> atossiche idonee per il trasporto d'acqua potabile e da potabilizzare, e/o per il trasporto di fluidi alimentari, rispondenti alla norma UNI EN 12201:2004 e alle prescrizioni del Decreto Ministeriale n. 174 del 06/04/2004.

**Y) SARACINESCHE D'INTERCETTAZIONE"**

Le saracinesche dovranno essere in ghisa a corpo piatto od ovale di tipo flangiato conformi alla norma UNI 10269/95, con corpo e cappello in ghisa sferoidale verniciato con vernici epossidiche, albero in acciaio inox, tenuta dinamica tra il cappello e l'albero di manovra mediante due anelli tipo O. Ring e ulteriore guarnizione atossica idonea per uso potabile, cuneo in ghisa sferoidale con guide centrali completamente rivestito esternamente in gomma nitrile vulcanizzata conforme alla circolare n° 102 dd. 02/12/1978 del Ministero della Sanità.

**ART. 4 - PROVE DEI MATERIALI**

**A) CERTIFICATO DI QUALITÀ**

L'Appaltatore, su richiesta dalla D.L. dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego dei vari materiali per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalle norme vigenti.

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, nonchè i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accettare 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 qualora varino le cave di prestito o gli impianti di produzione.

**B) ACCERTAMENTI PREVENTIVI**

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

- 1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei;
- 10.000 m<sup>2</sup> per i conglomerati bituminosi;
- 500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi;
- 50 t per cementi e le calci,
- 5.000 m per le barriere,

10.000 m<sup>3</sup> per materiale inerte da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali, 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 di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino un 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.

Le prove di laboratorio minime previste per l'accettazione preventiva dei materiali inerti da impiegare per la realizzazione dei rilevati dovranno essere almeno le seguenti:

- fuso granulometrico con classificazione gruppo di appartenenza secondo C.N.R.-U.N.I. 10006/1963 ;

- proctor modificata
- Los Angeles

### 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, presso il Laboratorio Ufficiale Provinciale. Gli addetti al Laboratorio come quelli della Direzione Lavori, dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cure e spese, al ripristino della parte manomessa.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso il Laboratorio Ufficiale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonerà l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti.

## CAPO 3: MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

### A) STRADA DI ACCESSO ALLA IMHOFF E REALIZZAZIONE DELLE RETI

#### ART. 5 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO

Vien fatto stretto obbligo all'Impresa di mantenere, in ogni tempo ed in qualunque punto, libero il transito sulle strade interessate dai lavori, di prendere tutti i provvedimenti atti a garantire sicurezza di transito, per i quali non verrà corrisposto all'Impresa alcuna indennità speciale essendo questa già compresa nei prezzi unitari offerti.

In particolare l'Impresa è tenuta:

- 1) a conservare le vie e i passaggi che venissero intersecati con l'esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo, a sue spese, con opere provvisionali a mantenere il transito restando a carico dell'Appaltatore ogni responsabilità per danni che avessero a derivare alle persone e alle cose;
- 2) alle segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti stradali interessati dai lavori.

Per patto contrattuale la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo intesi che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m. (Codice della Strada) e relativo regolamento.

Eventuali chiusure di strade dovute a necessità oggettive per l'esecuzione dei lavori stessi devono comunque essere concordate e autorizzate dal Direttore dei Lavori, dall'Amministrazione appaltante e dagli Enti gestori della strada stessa.

## **ART. 6 - SVILUPPO DEI LAVORI**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli compiuti nel termine contrattuale.

L'Amministrazione si riserva però in ogni modo il diritto di variare l'ordine di esecuzione di determinati lavori, di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio e di disporre l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dai lavori e forniture esclusi dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi, o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

## **ART. 7 - TRACCIAMENTI**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i minimi degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire nelle tratte, su indicazione della Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curando poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

La Direzione dei lavori, con personale ausiliario, fornito dall'Impresa, fisserà sul posto gli elementi per il tracciamento della strada ed i caposaldi per la livellata.

## **ART. 8 - SCAVI E RIALZI**

Il compenso per i lavori di cui al presente articolo, in quanto non sia espressamente altrimenti stabilito, è conglobato nel prezzo fissato per gli scavi.

Gli scavi ed i rialzi saranno eseguiti nelle precise forme e dimensioni risultanti dai relativi profili, usandosi poi di ogni esattezza nello scavare fossi, nell'appianare e sistemare le banchine e nel rendere perfettamente allineati i lembi della strada.

Per l'abbattimento e trasporto di piante che si troveranno in corrispondenza degli scavi e dei rilevati non verrà corrisposto alcun compenso.

Le piante abbattute passeranno in proprietà all'Impresa.

La Ditta appaltatrice dovrà essere abilitata alla rimovimentazione del materiale proveniente dagli scavi sia nel caso in cui gli stessi dovessero essere classificati come rifiuti risultanti dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerarie o dallo sfruttamento delle cave secondo la vigente normativa, sia nel caso in cui il materiale scavato risulti soggetto alla vigente normativa sui rifiuti. Qualora la Ditta appaltatrice non fosse abilitata dovrà avvalersi di Ditte subappaltatrici in possesso di tali requisiti.

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 di tali 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.

In particolare, nel rispetto di quanto indicato nel piano di sicurezza, i fronti di scavo non dovranno superare la lunghezza di m. 5 per altezze dello stesso superiori a m. 3 con angolo di inclinazione pari a 70° per stabilità di breve termine. Tale oneri devono intendersi compresi e

compensati nella voce di scavo e pertanto nella formulazione del prezzo unitario si dovrà tenerne conto.

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 il Laboratorio Prove della Provincia di Trento o presso altri Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

### **1. FORMAZIONE DEI RILEVATI**

Per la composizione dei rialzi si impiegheranno materiali idonei provenienti dagli scavi della strada (tanto di sbancamento quanto di fondazione) escluso il terreno vegetale che sarà utilizzato per la formazione degli arginelli e delle rampe dei rilevati.

Quando questi materiali non fossero sufficienti vi si supplirà con altri scavati, o, come si suol dire, presi ad imprestito nelle campagne adiacenti alla strada, scegliendo quelli più adatti che i luoghi somministrino.

Nel caso che questi ultimi debbano prendersi lateralmente alla strada, si avvertirà di lasciare fra il piede della scarpata della strada stessa ed il ciglio degli scavi un intervallo pari in larghezza alla loro profondità ed inoltre di terminare gli scavi medesimi con scarpe a 45° almeno.

I rialzi si eseguiranno a strati o cordoni regolari per tutta la larghezza del rilevato assegnando a ciascuno di questi un'altezza non eccedente i 50 cm.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R.-U.N.I. 10006/1963 riportate nell'allegata tabella. Per la formazione dei rilevati stradali potranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1, A2 e A3 del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

In nessun caso potranno essere impiegati inerti con diametro massimo superiore a quello indicato dalla tabella A; la curva granulometrica del materiale costituente il corpo e l'ultimo strato del rilevato dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso: serie crivelli e setacci U.N.I.:

CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE % in totale di peso
Crivello 71	85-100
Crivello 30	70-100
Crivello 10	30-85
Crivello 5	23-65
Setaccio 2	15-50
Setaccio 0.4	8-30
Setaccio 0.075	2-15

Ogni strato dovrà essere convenientemente rullato con rullo vibrante di idoneo tonnellaggio per ottenere il perfetto assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di densità massima secca AASHO indicati nella tabella A; analogamente su ogni strato dovrà ottenersi un modulo di compressibilità  $M_e$ , definito dalle Norme Svizzere (VSS-SNV 670317), misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV non inferiore ai valori indicati in tabella A. Al fine di assicurare il dovuto grado omogeneità qualitativa del rilevato dovranno essere eseguite almeno le seguenti verifiche del sopraccitato modulo di compressibilità  $M_e$ :

	Frequenza delle prove (almeno una ogni ...)	
Sottofondo	2000 mq	
Corpo del rilevato	1000 mc/sui primi 5000 mc	5000 mc/sui mc successivi
Ultimo strato del rilevato	1500 mq	
Cassonetto e finitura	1000 mq	

In ogni caso, qualora sia prevista l'esecuzione di rilevati dovranno essere eseguite almeno tre prove del modulo di compressibilità  $M_e$  (sottofondo, ultimo strato del rilevato, cassonetto o

finitura superficiale); nel caso di interventi in trincea dovranno essere eseguite almeno due prove del modulo di compressibilità Me (sottofondo e cassonetto o finitura superficiale).

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

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

La valutazione del tonnellaggio necessario può essere determinata facendo riferimento alla tabella B, nella quale sono indicati, in relazione al tipo di materiale e allo spessore dello strato compattato il tonnellaggio ottimale del rullo da utilizzare. La rullatura potrà aver luogo solo qualora la percentuale di umidità dell'inerte differisca dalla percentuale ottima, indicata dalla prova Proctor modificata, di una percentuale non superiore al valore indicato in tabella A. Qualora il materiale inerte si presenti eccessivamente secco l'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura dell'inerte stesso fino al raggiungimento del grado di umidità ottimo. In caso di umidità eccessiva si dovrà provvedere ad abbassare il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. La D.L. potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo, ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della D.L., da pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

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 data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

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

In relazione alle caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in genere allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato la D.L. potrà ordinare:

- la stesa di teli geotessili, anche con funzione anticontaminante;
- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare.

I teli geotessili saranno posti in opera in strisce contigue opportunamente sovrapposte sui bordi per almeno 40 cm. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle specificate nel rispettivo articolo dell'Elenco.

Lo strato granulare con funzione anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm e sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da mm 2 a mm 50 con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0.075 mm non superiore al 3%. Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Sarà data al rialzo una larghezza alquanto maggiore di quella che dovrà avere a lavoro finito, per poterne ritagliare le scarpe e profilare i lembi delle banchine dopo che le materie siansi sufficientemente associate, dovendosi per quanto possibile evitare il bisogno di sovrapporre nuove materie a quelle già consolidate. Che se questa necessità si presentasse, dovrà con appositi tagli e gradini, da praticarsi senza alcun compenso speciale, essere collegato il vecchio col nuovo terrapieno, intendendosi tale lavoro compensato nel prezzo di scavo o di riporto, pagato nel solito modo di valutazione dei movimenti di terra, prescindendo cioè dallo scavo fatto per l'esecuzione dei gradoni.

Ad ogni modo la superficie delle scarpe dei rialzi sarà regolarmente spianata e, successivamente, ben composta, battuta e quindi seminata nella misura di 120 kg/ha di semente.

Le scarpe dei tagli saranno, secondo la natura e la tenacità del terreno, regolate nel modo indicato dai profili d'arte allegati ai disegni del progetto, nonché ben battute e cigliate.

Nella formazione della scarpata dei rialzi si avrà cura che lo strato superiore sia composto di terreno vegetale dello spessore di circa 20 cm ove vi possano, per la maggior stabilità del terrapieno, germogliare le erbe e quei semi che prescriverà la Direzione dei lavori e che l'Impresa dovrà farvi spargere senza alcun compenso speciale. La terra vegetale se non reperibile negli scavi verrà pagata a parte.

Per i rialzi che fossero sostenuti da muri si dovranno a preferenza impiegare materie grosse, ghiaiose, o pietra da rifiuto, disposte in modo da produrre la minore spinta possibile contro gli stessi muri.

In rapporto al pH. dei terreni, la D.L. prescriverà, se del caso, la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato. Tale lavoro verrà eventualmente compensato a parte.

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza delle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici, il terreno sarà se richiesto accuratamente raccordato, anche lungo le linee di incontro tra due diversi superfici ottenute entrambe artificialmente.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa è obbligata a provvedere a dare ai rilevati l'acqua occorrente per un rapido assestamento degli stessi. Questa prestazione verrà conteggiata a parte.

E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Laboratorio Ufficiale Provinciale o presso altri Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo del materiale da portare in rilevato;

L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione essa non potrà più essere coltivata.

**Tabella A:** valori minimi del Modulo Svizzero Md e della Densità AASHO modificata, del discostamento massimo del contenuto d'acqua rispetto all'Optimum e del diametro massimo dell'inerte in relazione allo strato considerato.

Md N/mm <sup>2</sup> Traffico tipo A	Sottofondo	Corpo del rilevato	Ultimo strato del rilevato (*) (spessore 40 cm)	Cassonetto o massicciata	Finitura superficiale
15	15	30	60	100	100
15	15	30	50	80	80
90	90	90	95	95	95
+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%
-	30 cm	15 cm	71 mm **	30 mm **	

\* nel caso di trincea deve intendersi lo strato immediatamente sottostante la massicciata;

\*\* fermo restando i limiti percentuali imposti dal fuso granulometrico.

**Traffico tipo A: TGM relativo ai soli veicoli pesanti (peso sup. a 30q) superiore a 50;**

**Traffico tipo B: TGM relativo ai soli veicoli pesanti (peso sup. a 30q) fino a 50.**

*In assenza di precise indicazioni progettuali sul livello di traffico previsto si dovrà sempre considerare la strada soggetta a traffico di tipo A salvo diversa ed esplicita indicazione da parte della Direzione Lavori.*

**Tabella B:** tonnellaggio ottimale del rullo da utilizzare in relazione al tipo di materiale e allo spessore in metri dello strato dopo la compattazione (in grassetto lo spessore ottimale).

peso statico del rullo	Sottofondo				Fondazione o corpo del rilevato	corpo rilevato e cassonetto
	Materiale grossolano	sabbia/ghiaia	Limo	Argilla		
<b><i>rulli vibranti trainati</i></b>						
6 t	0.75	<b>0.60</b>	<b>0.45</b>	0.25	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>
10 t	<b>1.50</b>	<b>1.00</b>	<b>0.70</b>	<b>0.35</b>	(0.60)*	<b>0.40</b>
15 t	<b>2.00</b>	<b>1.50</b>	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>	(0.80)*	-
6 t a piè di pecora/a piastre	-	0.60	<b>0.45</b>	<b>0.30</b>	-	-
10 t a piè di pecora/a piastre	-	1.00	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	-	-
<b><i>Rulli vibranti semoventi</i></b>						
7 t	-	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	0.15	<b>0.30</b>	<b>0.25</b>
10 t	0.75	<b>0.50</b>	<b>0.40</b>	0.20	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>
15 t	<b>1.50</b>	<b>1.00</b>	<b>0.70</b>	<b>0.35</b>	(0.60)*	<b>0.40</b>
8 t a piè di pecora/a piastre	-	0.40	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	-	-
11 t a piè di pecora/a piastre	-	0.60	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	-	-
15 t a piè di pecora/a piastre	-	1.00	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	-	-
<b><i>rulli vibranti tandem</i></b>						
2 t	-	0.30	0.20	0.10	0.20	<b>0.15</b>
7 t	-	<b>0.40</b>	0.30	0.15	<b>0.30</b>	<b>0.25</b>
10 t	-	<b>0.50</b>	<b>0.35</b>	0.20	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>
13 t	-	<b>0.60</b>	<b>0.45</b>	0.25	<b>0.45</b>	<b>0.35</b>
18 t a piè di pecora/a piastre	-	0.90	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	-	-

(\*) Ai sensi di quanto riportato nell'articolo "SCAVI E RIALZI", in ogni caso lo strato non dovrà avere spessore superiore a 50 cm.

Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 $\leq 35\%$							Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 $> 35\%$				Torbe e terre organiche palustri
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 al setaccio												
2 UNI 2332 %	$\leq 50$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,4 UNI 2332 %	$\leq 30$	$\leq 50$	$> 50$	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,075 UNI 2332 %	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$> 35$	$> 35$	$> 35$	$> 35$	
Caratteristica della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido												
Indice di plasticità	$\leq 6$		N. P.	$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$> 40$
$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$ max.		$> 10$	$> 10$	$> 10$	$> 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$	$> 10$
Indice di gruppo	0		0	0		$\leq 4$		$\leq 8$	$\leq 12$	$\leq 16$	$\leq 20$	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomicce	sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compres-sibili	limi fortemente compres-sibili	argille poco compres-sibili	argille compres-sibili	argille compres-sibili	torbe di recente o remota formazione, detriti organici palustri
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	nessuna o lieve		media				molto elevata		media	elevata	media	
Ritiro o rigonfiamento	nullo		nullo o lieve				lieve o medio		elevato	elevato	molto elev.	
Permeabilità	elevata		media o scarsa						scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti 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 nero - facilmente individuabili a vista	

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

## **1.1. Impiego di materiali riciclati nella costruzione di rilevati**

In alternativa ai materiali naturali da cava rispondenti alla classificazione CNR UNI può essere impiegato, ad esclusione dell'ultimo metro a partire dal piano viabile finito, materiale non previsto dalla classificazione CNR UNI 10006, provenienti da recupero di inerti artificiali o naturali, trattati in idonei impianti di riciclaggio e granulometricamente stabilizzati; peraltro, ove non espressamente previsto in progetto, l'utilizzo di materiali riciclati dovrà essere espressamente autorizzato dalla Direzione Lavori e dalla Stazione Appaltante.

E' vietato l'utilizzo diretto di materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del IV comma dell'art.2 del DPR 915/82.

L'uso di tali materiali è infatti consentito previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente. E' ammesso anche l'utilizzo di materiale fine proveniente da segagione o da lavaggio di inerti purché conforme alle disposizioni legislative vigenti e nei limiti stabiliti dal fuso granulometrico riportato in tabella B.

Dovrà essere garantito l'approvvigionamento dei materiali per tutta la necessità dell'opera con granulometria costante e sufficiente omogeneità dal punto di vista qualitativo, in considerazione della presumibile eterogeneità dei materiali di base.

L'utilizzo dell'inerte proveniente da impianti di riciclaggio dovrà essere sottoposto al benestare della Direzione Lavori alla quale verrà comunicata preventivamente l'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione e trattamento che provvederà a fornire alla D.L. stessa i certificati indicati al paragrafo successivo.

### **1.1.1 Prove di accettazione e qualificazione dei materiali riciclati**

Sarà possibile utilizzare inerti provenienti da impianti di riciclaggio solo se accompagnati da certificati con le seguenti verifiche:

- Verifica del fuso granulometrico secondo UNI 10006;
- Verifica dell'indice di forma e di appiattimento secondo CNR n°95;
- Verifica della mancanza di sostanze organiche contaminanti UNI 7466/75 e DPR n° 915 del 10/9/89;
- Verifica della % di rigonfiamento secondo CNR UNI 10009;
- Verifica della sensibilità al gelo secondo CNR fasc. 4 art. 23;
- Verifica della resistenza all'abrasione secondo CNR anno 7 n°34 1973 (prova Los Angeles).

Data la natura eterogenea dei riciclati, la Direzione Lavori potrà, in qualunque momento, far ripetere una o tutte le prove di accettazione presso un laboratorio qualificato.

Le prove di qualificazione e certificazione sono indispensabili per verificare in quali condizioni il materiale preventivamente accettato si potrà utilizzare ai fini stradali.

Tali prove verranno effettuate a carico della ditta appaltatrice. Saranno considerati accettabili i materiali che rispetteranno i parametri di seguito indicati:

- La curva granulometrica, secondo UNI 10006, dovrà essere contenuta nel fuso indicato in tabella B e comunque la pezzatura massima ammessa non dovrà essere superiore a 71 mm;
- l'indice di forma e di appiattimento secondo CNR n°95, dovrà accettare una presenza di presenti componenti lenticolari in quantità non superiore al 30%;
- l'assenza di sostanze organiche contaminanti secondo UNI 7466/75 e DPR n°915 del 10/9/89;
- la % di rigonfiamento secondo CNR UNI 10009 dovrà accettare la natura non rigonfiante del materiale;
- la verifica della sensibilità al gelo dovrà assicurare che il materiale in prova non subisce perdite superiori al 12% in peso secondo la CNR fasc. 4 art. 23;
- la resistenza all'abrasione secondo CNR anno 7 n. 34 - 1973 (prova Los Angeles) dovrà accettare che il materiale non subisca perdite superiori al 40% in peso. In relazione all'eterogeneità del riciclato, si effettua la prova su tutte le pezzature.

E' riservata alla Direzione Lavori la facoltà insindacabile, dopo aver esaminato il materiale, il cantiere di produzione e le prove di qualificazione, di accettare o meno il materiale proposto.

Sul materiale andranno inoltre effettuate delle prove tipo Proctor modificata CNR N°69 con la frequenza e le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori al fine di determinare il contenuto ottimale di umidità necessario per la costipazione in opera.

### **1.1.2 Modalità di impiego e posa in opera**

Se il riciclato si presenta troppo asciutto si procede alla preventiva umidificazione in cumulo. In ogni caso, prima di procedere alla rullatura del materiale, dovrà essere accertato il corretto grado di umidità dello stesso con riferimento ai risultati delle prove Proctor modificate.

La compattazione avverrà mediante l'utilizzo di un rullo vibrante di idonee caratteristiche e tonnellaggio, mentre la stesa del materiale deve essere preferibilmente eseguita per mezzo di una motolivellatrice (grader) in quanto l'impiego di mezzi cingolati favorisce la segregazione e la frantumazione del materiale in relazione alla maggior energia trasmessa.

Durante la posa in opera si dovrà procedere per strati di spessore compreso tra 15 e 30 cm.

Sugli strati dovranno essere condotte prove di carico su piastra del diametro di 30 cm per la determinazione del modulo  $M_e$  definito dalle Norme Svizzere 670317; la frequenza, le modalità e i valori richiesti per tale modulo sono quelli indicati nel presente articolo, al paragrafo 1. (formazione dei rilevati).

### **2. 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 tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del 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 D.L., per fondazioni 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 D.L. anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di offerta.

Gli scavi di sbancamento, qualora non risultati diversamente indicato nelle sezioni di progetto o nelle sezioni tipo saranno computati a parete verticale.

### **3. SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione si intendono quelli praticati al di sotto del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o del punto più depresso delle trincee o sfaldamenti precedentemente eseguiti od in altre parole saranno considerati come scavi di fondazione soltanto quelli che risultino incassati su tutti i lati verticali.

Gli scavi occorrenti alle fondazioni delle opere murali, saranno spinti alla necessaria profondità sino a terreno stabile, in modo da rimuovere, a giudizio della D.L., ogni pericolo di cedimento o di scalzamento per forza delle acque. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, sarà disposto a gradini con leggera pendenza verso monte.

Per gli scavi di fondazione il volume sarà determinato da un solido con pareti verticali avente per base la proiezione orizzontale delle murature di fondazione e per altezza la media differenza di livello tra il piano di fondazione e il piano in corrispondenza al quale lo scavo incomincia ad avere i caratteri di cui sopra.

Nel prezzo esposto per gli scavi di fondazione è compreso l'onere per il maggior scavo per scarpate e per sbadacchiature come pure il compenso per armature, puntellature, sbadacchiature, esaurimenti d'acqua e per pulire e sistemare il terreno attorno ai manufatti ed opere d'arte per i quali si è reso necessario il detto scavo di fondazione.

### **4. MATERIALI DI RISULTA PROVENIENTI DAGLI SCAVI E DEMOLIZIONI**

Il materiale di risulta dagli scavi giudicato dalla D.L. non idoneo al suo riutilizzo in cantiere oppure ritenuto idoneo ma in esubero nonché il materiale risultante dalle demolizioni in genere dovrà essere allontanato dal cantiere a spese e cure dell'Appaltatore che dovrà provvedere anche all'eventuale trasporto e smaltimento a discarica o luogo autorizzato, svincolando così l'Amministrazione appaltante da ogni scelta di utilizzo del materiale di risulta effettuata in fase di

indicazione di gara, dall'Impresa appaltatrice e che per caratteristiche proprie risulti diverso dall'atteso, rispetto a quanto indicato nella relazione geologica e geotecnica.

Di quanto sopra l'Impresa ne deve tener conto nella formulazione dei prezzi unitari relativi agli scavi e alle demolizioni anche se nelle relative voci di prezzo non sono espressamente richiamati tali oneri.

Il programma di smaltimento del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni dovrà essere formalmente prodotto dall'Impresa all'Amministrazione committente prima della consegna dei lavori accompagnato da tutta la documentazione e le autorizzazioni attestanti l'idoneità del sito al deposito definitivo del materiale da smaltire; l'Impresa dovrà garantire che per tutta la durata dei lavori lo smaltimento del materiale in oggetto avverrà regolarmente, senza ostacolare il regolare svolgimento degli scavi.

Inoltre l'Impresa dovrà presentare alla stazione Appaltante idonea documentazione comprovante l'avvenuto smaltimento in discarica pubblica autorizzata del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni in genere classificati come rifiuti speciali secondo la vigente normativa in materia.

## **ART. 9 - FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI**

Non si cominceranno i rialzi senza prima preparare convenientemente il suolo, allontanandolo, senza speciale compenso, piante, ceppaie, humus, cotenne erbose, cespi, etc.

Qualora il terreno fosse troppo inerbato, invece di guastarne la crosta, si dovrà scavarne intatte le piote, per metterle in disparte ed impiegarle poi a guarnire i lembi di strada ed a rivestire le scarpate come sarà ordinato nell'atto di esecuzione e ciò senza alcun compenso speciale.

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto.

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

Detta lavorazione sarà compensata con il prezzo della preparazione del piano di posa dei rilevati, per l'asportazione dei primi 20 cm, e con il prezzo dello scavo di sbancamento per l'eventuale approfondimento oltre i primi 20 cm.

Quando alla suddetta quota si rinvengano terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da aggiungere una densità secca pari ad almeno il 90% 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 la D.L. potrà ordinare a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiali per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1 e A3.

Nei terreni in situ 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.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione del piano 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. Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il materiale prominente dallo scavo di questi, se ritenuto 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.

La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale del piano di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$ , determinato con piastra da 30 cm di

diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_e^*$  misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

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:

- a. - quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 90% della densità massima AASHO modificata, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- b. - quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, la D.L. 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 della D.L. e si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 90% di quella massima AASHO modificata per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità  $M_e$  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 i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

## ART. 10 - INERBIMENTO DELLE SCARPATE

Contemporaneamente alla costruzione dei rilevati l'Impresa provvederà a rivestire le scarpate con terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20 (un maggior spessore potrà venire prescritto dalla D.L. senza però che l'Impresa abbia diritto a particolare compenso oltre a quello previsto per la formazione del corpo stradale).

Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

In rapporto al pH dei terreni, la D.L. prescriverà la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato.

Prima della semina si procederà ad una leggera ripiccatura in senso ortogonale alla linea di pendenza e ciò anche per un migliore interramento del seme.

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza alle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici il terreno sarà accuratamente raccordato.

Tale raccordo verrà eseguito anche lungo le linee di incontro tra due diverse superfici ottenute entrambi artificialmente. La D.L. fisserà all'Impresa le prescrizioni per il rivestimento delle scarpate in trincea così ottenute e profilate. La quantità di miscuglio da impiegarsi per la semina delle scarpate in rilevato sarà di non meno di 120 kg/ha, mentre per le scarpate in trincea la dose sarà di 250 kg/ha.

## ART. 11 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI E DA DEMOLIZIONI

Le materie provenienti dagli scavi di sbancamento e a sezione ristretta, non impiegate in rialzo, e non utilizzabili per la formazione dell'inghiaiata, del sottofondo delle costruzioni delle opere d'arte dovranno essere trasportate e sistematiche senza alcun compenso speciale a rifiuto a distanza dal ciglio delle scarpate non mai minore dell'altezza di questi, o in siti ove il loro deposito riesca di nessuno o del minore danno possibile alle proprietà.

In ogni caso le eventuali indennità per danni inerenti ai depositi sono a carico dell'Impresa.

---

\* $M_e = f_o \times \Delta p / \Delta s \times D$  (N/mm<sup>2</sup>)

dove:

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

La D.L. potrà pure ordinare che parte delle materie di rifiuto vengano impiegate nella formazione di piazzette di deposito e l'Impresa dovrà corrispondere a tale richiesta senza diritto a speciali compensi.

I materiali provenienti da demolizioni di murature, edifici, o dagli scavi passeranno in proprietà dell'Impresa che degli stessi farà l'uso che riterrà più opportuno, salvo il giudizio sulla loro idoneità per l'impiego nei lavori, spettanti alla D.L.. Di tale agevolazione è stato tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari.

Per le demolizioni di muratura di pietrame non verrà corrisposto alcun compenso speciale dovendosi ritenere tale lavoro sufficientemente compensato dal valore dei materiali ricavati e dal prezzo dello scavo di sbancamento, in terra, del quale verrà compreso.

### **ART. 12 - INCASSAMENTO PER LA MASSICCIATA**

La massicciata od inghiaiata sarà contenuta entro apposito incassamento, che avrà all'estremità laterale idonee profondità sotto il lembo interno delle banchine.

Questa disposizione potrà venire adottata anche nel caso di terreni rocciosi.

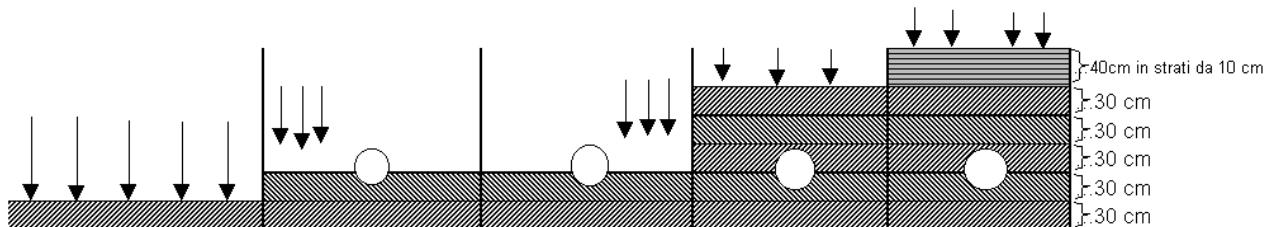
### **ART. 13 - SCAVI A SEZIONE RISTRETTA E RIPRISTINI SU STRADE ESISTENTI**

Gli interventi di scavo a sezione ristretta puntuali o lineari sul corpo stradale esistente necessari ad esempio per interventi sui sottoservizi dovranno essere realizzati rispettando le seguenti prescrizioni:

- prima dell'inizio degli scavi si dovrà eseguire con i mezzi idonei il taglio del manto bituminoso su ambo i lati in modo che i cigli risultino uniformi e di andamento regolare al fine di non provocare, nell'esecuzione dei lavori, danni anche a superfici di strada non interessate dagli stessi;
- le macchine edili, tra cui i veicoli cingolati, non possono circolare sul tappeto senza protezioni onde evitare danni (protezioni con assi o gomma);
- lo scavo per la posa della tubazione dovrà essere eseguito rispettando ubicazione, misure, distanze, profondità, pendenze, ecc. indicate nei disegni e particolari di progetto adottando tutti gli accorgimenti e le precauzioni occorrenti dettati dalla tecnica;
- detto scavo dovrà essere eseguito:
  - in senso trasversale interessando metà larghezza stradale per volta onde garantire la continuazione del pubblico transito; l'escavazione del secondo tratto potrà essere iniziata solamente dopo aver provveduto al riempimento, all'accurato costipamento ed alla perfetta sistemazione e transitabilità della rimanente sede viaria; il corpo stradale deve essere attraversato in preferenza in modo perpendicolare al piano viabile;
  - in senso longitudinale per una lunghezza che garantisca giornalmente anche la copertura dello scavo, proseguendo il lavoro soltanto dopo aver riempita, accuratamente compattata con mezzi meccanici, la parte precedentemente scavata;
- l'estradosso della tubatura, o dell'eventuale manufatto protettivo, dovrà essere posto ad almeno mt. 1,00 di profondità rispetto al piano stradale;
- è vietato porre in opera tubazioni di qualsiasi tipo sull'arginello ad una distanza inferiore a m. 1,00 dal ciglio bitumato;
- alla profondità di cm. 40 dovrà essere stesa un nastro monitore in plastica per la segnalazione delle sottostanti tubazioni;
- qualora durante l'esecuzione dei lavori si riscontrino la presenza di altri servizi (pozzetti, condutture, cavi, ecc.), l'Impresa resterà sempre e comunque la sola responsabile di eventuali danni arrecati agli stessi e/o a terzi e dovrà provvedere sollecitamente al ripristino a propria cura e spese;
- in nessun caso il materiale di scavo potrà essere depositato sul piano viabile;

Il rinterro dovrà essere effettuato con materiale arido di cava messo in opera a strati di uniforme spessore non eccedenti i 30 cm compressi tramite idonea bagnatura e vibratura onde garantire un buon costipamento dei materiali e il raggiungimento dei parametri indicati in tabella C; lo spessore dello strato dovrà essere valutato in funzione del tipo e della massa del costipatore impiegato (vedi tabella D).

La rullatura dovrà essere effettuata ogni 30 cm e dovrà essere eseguita sia alla base dello scavo che lungo i fianchi del sottoservizio come indicato nel seguente schema:



Il cassonetto stradale dovrà essere ricostruito con misto calcareo stabilizzato di cava con granulometria 0 - 30 mm, eventualmente miscelato con polvere di cemento, nella quantità di 50 Kg/mc di materiale, qualora la D.L. o l'ente proprietario della strada lo ritengano opportuno; lo spessore minimo del cassonetto sarà di cm. 30 e dovrà essere rullato in strati di spessore non superiore a 10 cm.

La granulometria del materiale usato per il rinterro e per il cassonetto stradale dovrà in ogni caso rientrare entro il fuso previsto per la massicciata stradale (vedi articolo relativo);

Lo strato di collegamento sarà di norma realizzato in conglomerato bituminoso semiaperto (binder tipo B del Capitolato PAT), dello spessore compreso di cm. 10, da posare previa idonea costipazione del cassonetto e dovrà essere eseguito immediatamente e comunque tassativamente prima di qualsiasi sospensione festiva e non dei lavori.

Nel caso dovessero manifestarsi cedimenti è fatto obbligo all'Impresa di eseguire immediata ricarica con conglomerato bituminoso idoneo.

Ad assestamento avvenuto, previa fresatura per uno spessore di cm. 3, dovrà essere steso il manto d'usura in conglomerato bituminoso chiuso (tipo D Capitolato PAT), spessore compreso cm. 3, per la larghezza indicata dalla D.L. o dall'ente proprietario della strada.

Tali ripristini dovranno essere garantiti fino al collaudo dell'opera e fino a tale data, nel caso dovessero presentarsi cedimenti o avvallamenti, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese ad un nuovo ripristino dei tratti danneggiati procedendo con le modalità sopra descritte.

Qualora, a seguito degli scavi, venisse danneggiata la segnaletica orizzontale, la stessa dovrà essere ripristinata immediatamente dopo la posa del binder. L'operazione dovrà essere ripetuta dopo la stesa del tappeto e/o dopo i lavori di ripristino.

Eventuale segnaletica verticale, pali segnaletici, cippi chilometrici o di confine, rimossi o danneggiati durante i lavori, dovranno essere posti su basamento in calcestruzzo rispettando la precedente ubicazione e sostituiti nel caso fossero deteriorati.

La banchina manomessa dovrà essere ripristinata con materiale arido fine ben costipato con leggera pendenza verso l'esterno e ricoperto di terreno vegetale seminato a prato.

**Tabella C:** Valori minimi del modulo di compressione  $M_e$  (determinato con piastra da 30 cm di diametro - Norme svizzere VSS-SNV 670317) e densità relativa da raggiungere negli interventi di ripristino.

	$M_e$ N/mm <sup>2</sup>	densità relativa (grado di compattazione ) (densità in situ/densità max proctor)
<b>Sottofondo</b>	15	90% AASHO Mod.
<b>Fondazione o corpo del rilevato</b>	30	90% AASHO Mod.
<b>Strato di base o ultimo strato del rilevato</b>	50	95% AASHO Mod.
<b>Cassonetto o massicciata</b>	80	95% AASHO Mod.

**Tabella D:** Spessore massimo dello strato dopo compattazione relativo a lavori di ripristino della fondazione stradale per la posa di sottoservizi

<b>peso statico del rullo</b>	Sabbia/ghiaia
<i>Costipatori leggeri a piastra vibrante</i>	
50 - 100 kg	0,15 m
100 - 200 kg	0,20 m
400 - 500 kg	0,35 m
<i>Pestello vibrante</i>	
75 kg	0,35 m
<i>Rullo a doppio tamburo</i>	
600 - 800 kg	0,20 m
<i>Rulli vibranti tandem</i>	
1200 – 1500 kg	0,20 m

## B) FONDAZIONI SPECIALI

### ART. 14 - PALIFICATE DI FONDAZIONE

#### 1. TIPOLOGIE

##### 1.6. *PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)*

###### 1.6.1 *NORME*

La normativa a cui attenersi strettamente è quella contenuta nel D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e alle raccomandazioni A.I.C.A.P. relative agli ancoraggi nei terreni e nelle rocce del maggio 1993 e s.m..

###### 1.6.2 *DEFINIZIONE, CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE*

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

Il fusto potrà essere eseguito mediante il riempimento a gravità per micropali in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2000 Kg/cm<sup>2</sup>

Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 2.000 Kg/cm<sup>2</sup> si provvederà al riempimento a bassa pressione. Per terreni fortemente eterogenei, poco addensati e comunque per ottenere capacità portanti elevate, si provvederà all'iniezione ripetuta ad alta pressione.

###### 1.6.3 *ARMATURE MICROPALI*

Per l'armatura di micropali si adotteranno tubi in acciaio Fe 510 senza saldature longitudinali. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Le armature dotate di valvole dovranno essere scovolate internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma aderenti al tubo e mantenuti in posizione da anelli in acciaio saldati al tubo in corrispondenza del bordo dei manicotti.

La valvola inferiore sarà posta immediatamente sopra il fondello che occlude la base del tubo.

###### 1.6.4 *FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO*

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo l'ultimazione della perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione sino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del foro subito prima che abbiano iniziato le operazioni di posa della armature e il getto o l'iniezione di malta cementizia.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

###### 1.6.5 *RIEMPIMENTO A GRAVITÀ*

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo e dotato superiormente di una tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accettare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre la tubazione di convogliamento allorquando il suolo sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione verranno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso in cui l'armatura sia tubolare, essa potrà essere usata come tubo di convogliamento qualora il diametro interno non superi i 50 mm.

###### 1.6.6 *RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE*

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

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà boiacca in pressione (5÷6 bar) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccameto dell'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione negli ultimi 5-6 metri di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

#### 1.6.7 INIEZIONE BULBO AD ALTRA PRESSIONE

La lavorazione avverrà mediante due fasi distinte:

- 1) Riempimento a gravità dell'incavo esistente tra l'armatura metallica e il foro di perforazione realizzato con le modalità precedentemente prescritte.
- 2) Iniezione ad alta pressione, di miscela cementizia, effettuata all'interno della cavità dell'armatura previa apposizione, sulla testa del micropalo, di manicotto filettato per il collegamento con l'iniettrice centrifuga ad alta pressione.  
L'iniezione verrà realizzata a presa avvenuta, dopo circa dodici ore, dalla malta cementizia di cui alla fase 1.).  
Per le modalità di iniezione si veda il paragrafo successivo "Iniezione ripetuta ad alta pressione".

#### 1.6.8 INIEZIONE RIPETUTA AD ALTA PRESSIONE

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

- 1) Riempimento della cavità anulare, compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuto alimentando, con apposito condotto e otturatore semplice, la valvola più bassa finché la malta risalirà fino alla bocca del foro.
- 2) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 3) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti tre volte il volume del perforo senza superare, durante l'iniezione, la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).
- 4) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 5) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alla valvole per le quali:
  - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
  - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino i 7 bar.

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

#### 1.6.9 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 3%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

#### 1.6.10 CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI

Rapporto acqua/cemento: <0,5;

Resistenza cubica:  $R_{ck} > 300 \text{ kg/cm}^2$

L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti vaglio da 0.075 mm, per la parte dei micropali formati mediante iniezione in pressione. Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:
  - per le malte, kg 600 di cemento per metro cubo di impasto;

- per le paste, kg 900 di cemento per metro cubo di impasto.

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

Per quanto non espressamente previsto si rimanda alle Raccomandazioni A.I.C.A.P. sopra menzionate al punto 3.3.

#### 1.6.11 CONTROLLI E MISURE

La profondità dei fori, da valutare rispetto alla quota di lavoro, verrà misurata in doppio modo:

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

La differenza tra le due misure dovrà risultare inferiore a 0.10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69;
- nel caso di tubi secondo le misure nominali, con le tabelle redatte dalle acciaierie.

#### 1.6.12 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

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

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta della perforazione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione.
- identificazione della litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

## 2. PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate a carico dell'Impresa nel numero e con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11 marzo 1988 e s.m. (pubblicato sul S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988).

Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2.5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5.

Il D.L. dovrà in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbiano raggiunto la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zovarrato, oppure un putrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera.

Inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera.

Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, comunque, anche se l'incastellatura risultasse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo di prova.

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.

Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura.

I flessimetri saranno sistemati a 120°, a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali sedimenti. I sedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.

La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali.

Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri e il diagramma carichi-sedimenti.

### **3. NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

La lunghezza di tutti i pali costruiti in opera, compresi pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma. Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di offerta, si intendono compresi e compensati: l'infissione del tuboforma, la fornitura della calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera, ove occorra, di un idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, le prove di carico ordinate dalla D.L.. Resta invece esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di offerta.

I pali di fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla D.L. essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, se n'è da luogo a maggiorazione di prezzo alcuna. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto al verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di offerta.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

## **ART. 15 - PERFORAZIONI**

Le tecniche di perforazione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e alle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione dovrà essere effettuata mediante l'esecuzione di perforazioni campione realizzate in opera prima dell'esecuzione della rimanente lavorazione il cui onere rimarrà totalmente a carico dell'Impresa appaltatrice.

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso in cui il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.

Il foro in roccia si rivestirà nei casi in cui l'alterazione e le fessurazioni della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature.

Si provvederà al rivestimento del foro in roccia anche qualora la natura del materiale sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi, lungo il perimetro del foro, suscettibili di danneggiare potenzialmente le guaine di protezione dei tiranti.

La scelta del fluido impiegato per l'estrazione del materiale dal foro di perforazione sarà operata in base alla natura del materiale da perforare.

L'impiego di acqua, o aria, o miscela in proporzioni variabili di acqua e aria, oppure in fango di cemento o bentonite sarà determinato in sede esecutiva, previa realizzazione di fori campione, dalla Direzione Lavori. Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua 0.05 - 0.08;
- cemento/acqua 0.18 - 0.23.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, si provvederà alla fase finale del lavaggio con sola aria.

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

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

La perforazione dovrà essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno all'interno del foro.

Le perforazioni eseguite verticalmente potranno essere eseguite senza l'ausilio del rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o fango di cemento o bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili la pareti del foro.

Le perforazioni inclinate necessitano comunque dell'adozione continuata di rivestimento provvisorio.

## C) OPERE D'ARTE

### **ART. 16 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI**

I calcestruzzi da impiegare nelle opere comprese nell'appalto, a seconda delle sollecitazioni ed al tipo di impiego cui saranno sottoposti, dovranno rientrare nelle classi 150, 200, 250, 300, 400, 500.

Per quanto riguarda le specifiche tecniche dei materiali costituenti il cls, la sua composizione, le proprietà del cls fluido ed indurito, i metodi per la produzione, il trasporto, la consegna, il getto, la stagionatura, le procedure di controllo e la verifica delle proprietà, si intende assunto quale riferimento normativo la norma UNI 9858/91 e s.m..

L'impasto si impiegherà appena compiutane la manipolazione che dovrà avvenire con betoniera e nel collocarlo in opera si useranno le cautele suggerite dall'arte, massime quando abbia da essere sommerso dall'acqua, nel qual caso si dovranno impiegare i mezzi necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne sia pregiudicato il pronto consolidamento. L'impasto in casi di impossibilità di farlo con betoniera dovrà venire rimestato sopra appositi tavolari tre volte a secco e tre volte bagnato in modo che abbia da riuscire perfetto.

Il calcestruzzo sarà regolarmente disteso e compresso in maniera che non restino vani nel recinto della cassa, e, spianatene con diligenza la superficie su cui dovranno elevarsi i muramenti, si lascerà in riposo per il tempo che occorrerà onde possa resistere alla pressione, cui deve andar soggetto. A richiesta della D.L. dovrà essere vibrato senza alcun compenso particolare.

Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà prendere, a sue spese, tutti i provvedimenti perché il calcestruzzo non abbia a soffrire per effetto del gelo, salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare di volta in volta circa la sospensione dei getti e/o particolari disposizioni e accorgimenti cautelativi da adottare: per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

La lavorabilità del calcestruzzo non dovrà essere ottenuta con il maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

La D.L. potrà consentire l'impiego di areanti, plastificanti, o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari: in questi casi, l'uso di areanti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzhi per tale titolo.

I prezzi unitari relativi ai calcestruzzi comprendono anche il compenso per casseforme, armature, punteggiature per la bagnatura degli stessi e per tutti i provvedimenti di cui al presente articolo, a meno che non sia altrimenti espressamente disposto nella dicitura dei relativi prezzi unitari.

Il getto dei ponti, archi, nervature, mensolini, ecc. dovrà farsi ininterrottamente o per lo meno non sono ammesse interruzioni superiori ad un'ora; per una diversa esecuzione si dovrà ottenere l'autorizzazione della Direzione dei lavori.

La fluidità del calcestruzzo potrà essere fissata dalla D.L. a seconda della temperatura e del groviglio dei ferri senza che ciò comporti il riconoscimento di maggiori compensi per l'appaltatore.

Dopo l'esecuzione del getto è necessario evitare un rapido essicciamento proteggendo il getto dal sole e dal vento, tramite una continua bagnatura o altri accorgimenti per almeno 7 giorni.

Trascorsi 30 giorni dal getto, l'Impresa, senza compenso speciale, dovrà, alla presenza e sotto la sorveglianza della Direzione dei lavori, provvedere alla prova dei ponti, rispettivamente archi, solette, nervature, travi, mensole, ecc. e tutte quelle opere per cui detta prova è prescritta.

Durante la presa del calcestruzzo sono da evitare urti e vibrazioni.

Nelle murature l'Impresa è obbligata a lasciare le necessarie feritoie, nelle dimensioni e posizioni che verranno impartite dalla D.L. e ciò senza alcun compenso o sovrapprezzo.

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 imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse dovute a escursioni termiche, ritiro ecc.. Tali giunti vanno praticati a intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo conto della geometria della struttura. La larghezza, la tipologia e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla D.L., e dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa essendosi tenuto conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di offerta relativi alle singole classi di calcestruzzo.

L'Impresa ha l'obbligo di presentarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione impiegati e da impiegare provvedendo a tutte le spese di prelevamento e di rinvio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere

ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più atti a garantirne l'autenticità presso il Laboratorio di Prove Materiali della Provincia.

### **ART. 17 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati dovranno seguirsi le norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Ad integrazione di tali norme, la D.L. potrà ordinare prelievi integrativi in modo da poter assoggettare uno o più provini a prove preliminari di accettazione nei laboratori di cantiere.

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 i laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato sui calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., 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 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 D.L. il calcestruzzo sarà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso la Rck non risulti del tutto compatibile con le sollecitazioni previste dal 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 D.L.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore di quella indicate negli elaborati progettuali approvati dalla D.L..

Oltre ai controlli relativi alla Rck la D.L., in corso di lavorazione, potrà controllare la consistenza, l'omogeneità e il rapporto acqua/cemento. La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test): tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm.. La prova di omogeneità 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 di peso di materiale grosso tra i due campioni non potrà differire più del 10%, inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra e di ogni altra prova ritenuta opportuna in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

### **ART. 18 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono previste dallo stesso con D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

### **ART. 19 - STRUTTURE PREFABBRICATE**

L'impresa appaltatrice dei lavori può proporre alla Direzione Lavori tipologie strutturali diverse da quelle previste nel progetto esecutivo, purché di caratteristiche tali (durabilità, estetica, resistenza...) da eguagliare almeno quelle originariamente previste.

L'impresa deve fornire tutta la documentazione necessaria a dimostrare quanto sopra, compresi i calcoli statici a firma di un professionista abilitato.

L'accettazione è a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

## **ART. 20 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE**

Per l'esecuzione di tali opere provvisionali, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, 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 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e, secondo le prescrizioni della D.L.. 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 venir fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

## **ART. 21 - MURATURE DI PIETRAME E MALTA CEMENTIZIA**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavorate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressochè regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello e punta grossa, a superficie piana poligonale: i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il parametro a pietra rasa.

Nel parametro a corsi pressochè regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel parametro a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà

essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costituito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

## D) MASSICCIATA O STRATO DI BASE

### ART. 22 - MASSICCIATA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

#### MASSICCIATA

E' 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 UNI 0.4.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sít, entro a fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso un indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione definito dall'allegato relativo alle "Sezioni Tipo" potrà essere variato dalla D.L in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.

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

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE % in totale di peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75-100
Crivello 25	60-87
Crivello 10	35-67
Crivello 5	25-55
Setaccio 2	15-40
Setaccio 0.4	7-22
Setaccio 0.075	2-10

- rapporto tra il passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 inferiore a 2/3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

Il valore del modulo di compressibilità  $M_e$ , misurato con il metodo di cui all'art. 43 ma nell'intervallo compreso fra 0.15 e 0.25  $N/mm^2$ , non dovrà mai essere inferiore a 80  $N/mm^2$  e comunque per strade con traffico di "tipo A" non dovrà mai essere inferiore a 100  $N/mm^2$  (vedi tab. A).

#### CILINDRATURA DELLA MASSICCIATA

Verrà realizzata con rullo compressore a motore del peso di 16 t.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà una velocità oraria uniforme non superiore a Km 3.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a pie' d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno cm 20 della zona precedente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno cm 20 di larghezza.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in tre categorie:

- 1° di tipo chiuso;
- 2° di tipo parzialmente aperto;
- 3° di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o le tratte da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrature in genere debbo essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento (vedi tab. A).

Tutte le operazioni per la realizzazione della massicciata devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 3 m 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.

**La cilindratura del tipo chiuso** dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e riflusso in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammolito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restino tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 80 passate.

**La cilindratura di tipo semiaperto**, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai cm 12), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di

\* Le cilindrature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazioni di pavimentazioni di altri tipi (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.

massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al di sopra della zona suddetta di cm 12, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati potessero rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuno mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 40 passate.

**La cilindratura di tipo completamente aperto** differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, all'uopo prescritte nell'articolo apposito; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento di penetrazione.

## **STRATO DI BASE STRADALE**

Lo strato di base stradale può sostituire in alternativa parte della massicciata stradale.

E' costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953) normalmente dello spessore di 15 cm., impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati e metallici. Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

### **Materiali inerti :**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953; tali inerti dovranno essere costituiti da materiale misto di cava con granulometria assortita proveniente da cave ritenute idonee dalla Direzione Lavori.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela di inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%. In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

### **Legante :**

Il bitume impiegato sarà di norma del tipo a penetrazione 80-100 salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori e dovrà soddisfare le caratteristiche indicate nel successivo art. 43;

### **Miscela :**

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso: Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante: % totale in peso  
Crivello 40 100

Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume riferito al peso totale secco degli aggregati dovrà essere del 4% ; è tollerata una variazione della suddetta quantità del più o meno 10% (da cui la percentuale ammessa dovrà essere compresa tra 3.6% e 4.4%).

Su richiesta della direzione Lavori, prima dell'inizio del lavoro, entro i limiti sopraindicati, la formula di composizione degli impasti da adottarsi per ogni tipo e lavoro dovrà essere preventivamente comunicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori stessa.

Nel caso di impiego di aggregato litoide di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze attivanti la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato, ("Dopes" di adesività), senza alcun aggravio di prezzo.

- il valore della stabilità Marshall dovrà risultare non inferiore a 600 Kg e lo scorrimento Marshall dovrà essere compreso tra 2 e 5 mm;
- la percentuale dei vuoti nella pavimentazione in opera a costipamento ultimato dovrà essere compresa tra il 4 e il 10%;

Per quanto riguarda preparazione dei conglomerati, posa in opera, misure, verifiche e prove di laboratorio e detrazioni si rimanda ai relativi articoli di Capitolato successivi.

I limiti oltre i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile sono i seguenti :

- percentuale di bitume minima 2.7% e massima del 5.3%;
- analisi granulometrica :
  1. la differenza misurata su ogni singolo setaccio non dovrà essere superiore a 20 punti percentuale;
  2. il totale della differenza di percentuale riscontrata sui singoli setacci non dovrà essere superiore a 40 punti percentuale;
- percentuale dei vuoti residui a costipamento ultimato non superiore al 13%
- stabilità Marshall non inferiore a 400Kg
- scorrimento Marshall non superiore a 8 mm
- prova Los Angeles limite massimo del 28%

Per quanto riguarda la posa in opera si precisa inoltre quanto segue :

- 1) Dovrà essere preventivamente rullato il cassonetto in modo da ottenere la sagoma prescritta; la rullatura sarà eseguita con rullo statico da 14-16 tonn. e 40 passaggi o con rullo vibrante del peso di 6-8 tonn con 15 passaggi, ricaricando con materiale i punti che dovessero cedere; la rullatura sarà in ogni modo proseguita fino a completo assestamento.
- 2) Stesa del materiale misto di cava in strati non superiori ai 15 cm rullando ogni strato con 40 passaggi di rullo statico 14-16 tonn o con 15 passaggi di rullo vibrante del peso di 6-8 tonn; la rullatura sarà in ogni modo proseguita fino a completa chiusura degli strati.

Lo strato superficiale avrà una granulometria più piccola degli altri strati e potrà, a discrezione della Direzione Lavori, contenere una percentuale di materiale "grasso" allo scopo di rendere la strada maggiormente resistente all'usura, qualora dovesse essere aperta al transito senza copertura bituminosa.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati negli articoli relativi alle fondazioni stradali e negli elaborati progettuali.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

## E) CONGLOMERATI BITUMINOSI

### ART. 23 - PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIA, ADDITIVI

Si fa riferimento alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" contenute nel fascicolo 4 del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione di studio dei materiali stradali, anno 1953, qui di seguito riportate nelle parti che più interessano il presente capitolo.

#### CAPO I

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

#### Requisiti per la caratterizzazione e per l'accettazione

##### Art. 1

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

##### Definizioni

**Pietrisco:** è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 UNI 2334 e trattenuto da quello 25 UNI 2334.

**Pietrischetto:** è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 UNI 2334 e trattenuto da quello 10 UNI 2334.

**Graniglia:** è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 UNI 2334 e trattenuto dal setaccio 2 UNI 2332.

**Sabbia:** è il materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, definito come dimensioni dal successivo art. 2.

**Additivo:** è il materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 UNI 2332, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici (conglomerati bituminosi) allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano.

Nei conglomerati il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia costituiscono l'aggregato grosso; la sabbia, costituisce l'aggregato fine.

##### Art. 2

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

##### Caratteristiche di dimensioni e forma

Le pezzature normali dei materiali definiti all'art. 1 sono le seguenti:

Tabella I - pezzature normali

		TRATTENUTO DAL	PASSANTE AL
pietrisco	40-71	crivello 40 UNI 2334	crivello 71 UNI 2334
pietrisco	40-60	crivello 40 UNI 2334	crivello 60 UNI 2334
pietrisco	25-40	crivello 25 UNI 2334	crivello 40 UNI 2334
pietrischetto	15-25	crivello 15 UNI 2334	crivello 25 UNI 2334
pietrischetto	10-15	crivello 10 UNI 2334	crivello 15 UNI 2334
graniglia	5-10	setaccio 5 UNI 2334	crivello 10 UNI 2334
graniglia	2- 5	setaccio 2 UNI 2332	crivello 5 UNI 2334
sabbia		setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332
additivo			setaccio 0,075 UNI 2332

Pezzatura normale per la manutenzione delle massicciate all'acqua è anche l'assortimento 15-30, vale a dire il frantumato passante per il crivello 30 UNI 2334 e trattenuto dal crivello 15 UNI 2334.

Le sabbie da impiegarsi nei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2229. I committenti hanno facoltà di richiedere assortimenti di dimensioni diverse da quelle sopra precise.

Le granulometrie degli aggregati da impiegare per conglomerati vengono definite dalle corrispondenti norme per l'esecuzione delle pavimentazioni.

Per ogni pezzatura di pietrischi, pietrischetti e graniglie è ammessa come tolleranza una percentuale in peso non superiore al 10% di elementi di dimensioni maggiori del limite superiore e al 10% di elementi di dimensioni minori del limite inferiore della pezzatura stessa. In ogni caso gli elementi non compresi nei limiti della spezzatura devono rientrare per intero nei limiti della pezzatura immediatamente superiore od inferiore. Per il

pietrisco 40-71, per il quale non è stabilita una pezzatura superiore, gli elementi devono interamente passare al crivello di mm 100; per la graniglia 2-5 gli elementi devono passare al crivello 7,1 UNI 2334 ed essere trattenuti al setaccio 0,40 UNI 2332.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto rispettivamente sul crivello 7,1 UNI 2334 o sul setaccio 2 UNI 2332, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si deve avere più del 5% di elementi passanti al setaccio 0,075 UNI 2332.

Negli additivi è ammessa la percentuale massima del 15% di materiale trattenuto dal setaccio 0,075 UNI 2332. Tutto il materiale deve tuttavia passare al setaccio 0,18 UNI 2332. Almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiore a 0,05 mm.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, ottenuti per frantumazione di pietrame, devono avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nelle varie direzioni e quindi forma nè molto allungata nè appiattita; se ottenuti per frantumazione di ciottoli o di ghiaie, devono presentare nei singoli elementi predominanza di superfici derivanti da frantumazione rispetto a quelle arrotondate, ed avere una forma molto allungata o appiattita.

Per ciascuna pezzatura di tali materiali l'indice dei vuoti, da determinarsi con le modalità di cui all'art. 13 non deve superare il valore 1.

### Art. 3

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

#### Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi

I pietrischi, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazione di pietrame oppure di ciottoli; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

I pietrischi, qualunque sia la loro destinazione di impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'articolo 2.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione si distinguono le categorie di pietrischi di cui alla tabella II.

**Tabella II - Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi (Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**

Requisiti di caratterizzazione e di accettazione:	CATEGORIE DEI PIETRISCHI		
	I	II	III
coefficiente di qualità (Deval): minimo	12	10	10
coefficiente I.S.S. <sup>(1)</sup> : minimo	4	4	4
Requisiti di sola caratterizzazione			
resistenza alla compressione in kg/cm <sup>2</sup> :			
minima	1.200	---	1.200
resistenza alla usura: minima	---	---	0,6

### Art. 4

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

#### Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie

<sup>(1)</sup>La sigla I.S.S. indica l'Istituto Sperimentale Stradale del Touring Club Italiano e dell'Automobile club d'Italia

Per la caratterizzazione dei pietrischi è inoltre opportuna la determinazione delle porosità della roccia per poter escludere quei materiali che presentino porosità superiore al 3%. Per particolari impieghi il Direttore dei lavori potrà ammettere materiali con porosità anche superiore al 3% qualora i risultati delle altre prove diano la sicurezza di sufficienti resistenze meccaniche.

Nelle zone soggette a prolungato gelo si deve altresì accertare in via preliminare la non gelività del materiale secondo le norme dell'art. 23.

Il pietrisco da impiegare per la costruzione delle massicciate all'acqua, deve inoltre avere requisito di accettazione un potere legante non inferiore a 30.

I pietrischetti e le graniglie, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazioni di pietrame di ciottoli o di ghiaie; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione. Essi, qualunque sia la loro destinazione d'impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'art. 2.

Agli effetti dei requisiti di accettazione e di caratterizzazione, si distinguono le categorie di pietrischetti e graniglie di cui alla tabella III:

**Tabella III - Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie**

	CATEGORIE DEI PIETRISCHETTI E DELLE GRANIGLIE					
	I	II	III	IV	V	VI
REQUISITI DI CARATTERIZZAZIONE E DI ACCETTAZIONE						
coefficiente di frantumazione: massimo perdita per decantazione: percentuale massima	120	130	140	140	140	160
REQUISITI DI SOLA CARATTERIZZAZIONE						
resistenza alla compressione in kg/cm <sup>2</sup> minima resistenza alla usura: minima	1400 0,8	---	1400 0,8	1200 0,6	---	---

I pietrischetti e le graniglie da impiegare per la formazione di conglomerati devono essere costituiti da materiali aventi il coefficiente di imbibizione inferiore a 0,008. Si possono tuttavia impiegare pietrischetti e graniglie aventi coefficienti di imbibizione superiori, sino a un massimo di 0,015 purchè si tenga conto di tali più elevati coefficienti nella dosatura: del legante, per i conglomerati a base di catrami o di bitumi, e dell'acqua per i conglomerati cementizi.

**Art. 5**  
**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**  
**Requisiti di accettazione delle sabbie**

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

Le sabbie in ogni caso devono esse dure, vive, aspre al tatto; avere dimensioni e forma corrispondenti ai requisiti dell'art. 2 e presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

Le sabbie da usare in miscela con leganti idraulici, devono essere esenti da sostanze organiche e da solfati; non possono essere impiegate sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce. Si applicano inoltre le norme di cui all'art. 6 del R.D. 16 novembre 1939, n. 2229<sup>(2)</sup>.

**Art. 6**  
**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**  
**Requisiti di accettazione degli additivi**

Gli additivi provengono in generale da macinazione di rocce. Sono ammessi anche i cementi, purchè di finezza corrispondente a quella indicata all'art. 2.

Gli additivi possono contenere anche leganti bituminosi, purchè prima dell'impiego risultino completamente disgregati e corrispondenti per finezza a quanto indicato all'art. 2.

**Art. 7**

<sup>(2)</sup> R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 art. 6: "La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive".

**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**  
**Caratteristiche del materiale rispetto all'impiego**

Per la scelta del materiale nei riguardi dell'impiego si indicano i seguenti criteri di massima:

- per le **massicciate** (macadam) all'acqua si prevede di norma, e particolarmente per traffici piuttosto intensi e comprendenti veicoli pesanti, il pietrisco della cat. I; negli altri casi al fine di utilizzare i materiali locali, potrà essere usato anche il pietrisco della cat. II;
- per le **massicciate** (macadam) da proteggere con semplice trattamento superficiale, si deve inoltre, di norma, evitare nello strato superficiale l'impiego di pietrisco idrofili;
- per i **trattamenti superficiali** si usano, di norma, e particolarmente per traffici pesanti, come materiale di copertura, pietrischetti e graniglie della categoria I e II; per traffici medi possono essere impiegati anche pietrischetti o graniglie della cat. V; per traffici molto leggeri, nell'intento di utilizzare materiali locali, possono essere impiegati pietrischetti e graniglie della cat. VI. Si deve evitare, di norma, l'impiego di materiali idrofili;
- per i **trattamenti di irruvidimento** si impiegano pietrischetti e graniglie della cat. I che dovranno essere non idrofili;
- per i **conglomerati bituminosi dei manti in superficie**, si impiegano, di norma, e particolarmente per traffici intensi e pesanti, pietrischetti e graniglie della cat. I, II e III; per gli altri traffici si possono anche impiegare pietrischetti e graniglie della cat. IV. Le sabbie da impiegare per i conglomerati chiusi devono essere di norma di natura prevalentemente silicea o silicatica;
- per conglomerati bituminosi aperti dei manti in superficie, allo scopo di utilizzare materiali locali, si possono impiegare anche pietrischetti e graniglie delle cat. V e VI, purché non idrofili;
- per **conglomerati bituminosi degli strati inferiori nei manti a doppio strato** possono essere usati pietrischetti e graniglie anche delle cat. V e VI;
- per i **conglomerati cementizi** si impiega di norma il pietrisco della cat. III; pietrischetti e graniglie, se non provengono dalla frantumazione della roccia da cui è ricavato il pietrisco, devono rispondere almeno ai requisiti della categoria V. La sabbia, che per granulometria ed altre caratteristiche risponderà alle prescrizioni di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2229, dovrà essere, di norma, di natura prevalentemente silicea o silicata.

**CAPO II**  
**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**  
**Prelevamento di campioni**

Omissis

**CAPO III - METODI DI PROVA**  
**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)**  
**(Elenco schematico delle prove)**

Art. 10	Preparazione dei provini	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 11	Analisi granulometrica	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 12	Peso specifico reale	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 13	Indice dei vuoti dipietrischetti e graniglie	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 14	Coefficiente di imbibizione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 15	Porosità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 16	Coefficiente di qualità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 17	Coefficiente I.S.S.	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 18	Potere legante	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 19	Coefficiente di frantumazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 20	Perdita per decantazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 21	Idrofilia	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 22	Resistenza alla compressione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 23	Gelività	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 24	Resistenza all'usura	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

#### **ART. 24 - EMULSIONI BITUMINOSE- CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO**

Si fa riferimento alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo 3/1958 Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione di Studio delle norme di accettazione dei materiali stradali, qui di seguito riportata nelle parti che più interessano il presente capitolo.

**"CAPO I**  
**(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)**  
**Caratteristiche per l'accettazione**  
**Art. 1**  
**(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)**  
**Definizione e premesse**

Le emulsioni bituminose sono dispersioni di bitume in acqua o di acqua in bitume.

Le presenti norme si riferiscono alle emulsioni per usi stradali, preparate con bitumi di petrolio, e non si applicano alle emulsioni a reazione acida e a quelle preparate con bitumi liquidi.

La classificazione delle emulsioni è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse.

**Art. 2**  
**(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)**  
**Requisiti di accettazione**

		EMULSIONI							
		a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura		
		ER 50	ER 55	ER 60	EM 55	EM 60	EL 55	EL 60	
1)	COMPOSIZIONE								
a)	contenuto in peso di bitume puro, minimo	%	50	55	60	55	60	55	09
b)	contenuto in peso di emulsivo secco e di stabilizzazione	%	1	1	1	2	2	2,5	2,5
2)	CARATTERISTICHE FISICHE:								
a)	indice di rottura		maggiore di 0,9			compreso fra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	
b)	trattamento sul setaccio con tela 0,4 UNI 2331, massimo	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
c)	omogeneità massimo	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
d)	sedimentazione:								
	- a 3 giorni, massimo	mm	4	4	4	4	4	4	4
	- a 7 giorni, massimo	mm	10	10	10	10	10	10	10
e)	stabilità a 7 gg massimo	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
f)	stabilità a due mesi mass.	%	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
g)	stabilità al gelo massimo	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h)	viscosità Engler a 20°C								
	minimo	°E	2,5	4,5	6	4,5	6	4,5	6
	massimo	°E	15	15	18	15	18	15	18
i)	adesione minima								
	- provini asciutti	kg/cm <sup>2</sup>	3	3	3	3	3	3	3
	- provini bagnati	kg/cm <sup>2</sup>	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
3)	CARATT. DEL LEGANTE ESTRATTO								
a)	penetraz. (a 25°C) mass.	dmm	200	200	200	200	200	200	200
b)	duttilità (a 25°C) min.	cm	70	70	70	70	70	70	70
c)	solubilità in CS2 minimo	%	99	99	99	99	99	99	99
d)	punto di rammolimento mass.	°C	42	42	42	42	42	42	42
e)	punto di rottura massimo	°C	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14

**CAPO II**  
**(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)**

## PRELEVAMENTO DEI CAMPIONI

Omissis

## CAPO III

### (Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.) METODI DI PROVA

Omissis

#### ELENCO SCHEMATICO

Art. 4	Osservazione del campione
Art. 5	Preparazione
Art. 6	Contenuto di bitume
Art. 7	Contenuto di emulsivo secco
Art. 8	Indice di rottura
Art. 9	Trattenuto su setaccio UNI 2331
Art. 10	Omogeneità
Art. 11	Sedimentazione
Art. 12	Stabilità a 7 giorni
Art. 13	Stabilità a 2 mesi
Art. 14	Stabilità al gelo
Art. 15	Viscosità
Art. 16	Adesione a pietre
Art. 17	Estrazione del bitume
Art. 18	Caratteristiche del bitume estratto
Art. 19	Percentuale di acqua inoltre: Dal B.U. del CNR anno XVIII pt. IV n. 99 p. 3-15 del 29 maggio 1984:
Art. 20	Determinazione della polarità delle particelle di bitume.

## ART. 25 - BITUMI - CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO

Si fa riferimento alle norme del Consiglio Nazionale Ricerche - Commissione Studio materiale stradale contenente le "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", n. 68 Anno VII 23 maggio 1978 qui di seguito riportate nelle parti più significative;

### CARATTERISTICHE PER L'ACCETTAZIONE DEI BITUMI PER USI STRADALI<sup>(3)</sup>

(Fasc. n. 68/1978 del C.N.R.)

#### 1. Definizione

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

Le presenti norme si riferiscono ai bitumi semisolidi ottenuti dalla raffinazione di greggi petroliferi ed impiegati per usi stradali; tali bitumi sono contraddistinti da una sigla costituita dalla lettera B e dall'intervallo di penetrazione che caratterizza ciascuna classe.

#### 2. Requisiti di accettazione

I bitumi semisolidi per usi stradali devono soddisfare i requisiti di accettazione indicati nella Tabella 1.

<sup>(3)</sup> La presente norma sostituisce quanto riportato nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" C.N.R., Fascicolo n. 2 1951, Capo I "Caratteristiche per l'accettazione".

**Tabella 1**  
**(Fasc. n. 68/1978 del C.N.R.)**

CARATTERISTICHE	dmm	BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI				
		B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C	dmm	40-50	50-70	80-100	130-150	180-220\
Punto di rammollimento (palla e anello)	°C	51-60	47-56	44-49	40-45	35-42
Punto di rottura (Fraass), massimo	°C	- 6	- 7	- 10	12	- 14
Duttilità a 25 °C, minima	cm	70	80	100	100	100
Solubilità in solventi organici, minima	%	99	99	99	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità):						
- a 163 °C, massima	%	--	--	0,5	1	1
- a 200 °C, massima	%	0,5	0,5	--	--	--
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore espresso in percentuale di quello del bitume originario, minimo	%	60	60	60	60	60
Punto di rottura del residuo della prova di volatilità, massimo	°C	- 4	- 5	- 7	- 9	- 11
Contenuto di praffina, massimo	%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25/25 °C		1,00-1,00	1,00-1,10	1,00-1,07	1,00-1,07	1,00-1,07

Nella presente norma viene applicato il Sistema internazionale di unità (SI) - ved. Norma CNR - UNI 10003-74. In particolare, lo stesso numero che esprime il peso nel Sistema Tecnico, prima in uso, esprime la massa nel Sistema SI.

## ART. 26 - CONGLOMERATI BITUMINOSI

### Prescrizioni Generali

- Le percentuali riportate nelle singole tabelle sono da riferirsi al peso dell'aggregato secco.
- Il peso di 1 mc. di conglomerato bituminoso soffice si considera di kg. 1750.
- Le variazioni tollerate nei reciproci rapporti fra i componenti le varie miscele, risultano specificate dal fuso granulometrico presente nelle tabelle di seguito riportate.
- Su richiesta della Direzione Lavori, prima dell'inizio del lavoro, entro i limiti indicati dalle seguenti norme, la formula di composizione degli impasti da adottarsi per ogni tipo e lavoro dovrà essere preventivamente comunicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori stessa.
- Le composizioni granulometriche a secco delle miscele di inerti e la percentuale di bitume dovranno essere conformi al tipo di conglomerato previsto in progetto.
- Nel caso di impiego di aggregato litoide di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze attivanti la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato, ("Dopes" di adesività), senza alcun aggravio di prezzo.
- Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenervisi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.
- La D.L. provvederà alla verifica preventiva all'impianto degli inerti e delle caratteristiche degli stessi approvandone l'utilizzo.
- L'impresa dovrà assicurare la disponibilità dell'impianto per l'esecuzione di campionature presso la propria sede, la disponibilità alla verifica giornaliera delle curve granulometriche e alla modifica delle stesse nonchè apportare variazioni nella formula del conglomerato a richiesta della D.L.
- L'impresa dovrà avere la disponibilità di idonea attrezzatura con impianto di stoccaggio e confezionamento strutturato per l'utilizzo di bitume modificato.

### **Preparazione**

- Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato vanno condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione non deve diminuire di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Per qualsiasi controllo od accertamento riguardanti i materiali ed il modo di confezione degli impasti, gli addetti della D.L., avranno libero accesso nei cantieri di preparazione dei conglomerati.

### **Posa in opera di conglomerati**

- Qualora la temperatura ambientale sia inferiore ai + 5° C e qualora il piano di posa si presenti sporco di impurità e/o bagnato non si procederà alle operazioni di stesa.
- Al fine di evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote dei rulli, si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.
- La cilindratura procederà dai bordi della strada verso la mezzeria, i primi passaggi alla minima velocità per evitare ondulazione e fessurazioni e dovrà essere condotta, oltre che in senso longitudinale, anche obliquo e possibilmente trasversale.
- Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei bordi che dovranno essere finiti, se del caso con battitura mediante pestelli a mano a base rettangolare opportunamente riscaldati.
- A fine costipamento, la superficie della pavimentazione dovrà presentare una struttura uniforme e stabile, con andamento, sagoma e pendenze conformi al progetto. Non saranno tollerate irregolarità o ondulazioni superiori ai 5 mm. misurate utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di m. 3 appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

### **Caratteristiche e tabelle dei conglomerati bituminosi**

1. Strato di collegamento Tipo B mm 0 ÷ 20 spessore compresso  $\geq$  50mm
2. Strato di usura Tipo D mm 0 ÷ 12 spessore compresso  $\geq$  30mm

## STRATO DI COLLEGAMENTO

Tipo B mm 0 ÷ 20

spessore compresso  $\geq$  50mm

### 1. DEFINIZIONI

Il Binder tradizionale è un conglomerato bituminoso per strati di collegamento, dosato a peso o a volume, confezionato con aggregati lapidei duri di primo impiego e bitume semi solido. E' ammesso l'utilizzo di conglomerato riciclato nella percentuale massima del 30%.

### 2. MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

#### 2.1. Aggregati

Gli aggregati lapidei, conformi alla direttiva 89/106/CEE e provvisti di attestazione secondo il sistema 4 di tale direttiva, sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, quest'ultimo può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.

L'aggregato grosso per conglomerati tipo B deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondegianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabella A.

**Tabella A**

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	( $\leq$ 30)
Quantità di frantumato	EN933-5	%	( $\leq$ 70)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	( $\leq$ 30)
Spogliamento	EN 12697-11 (CNR138/92)	%	( $\leq$ 5)
Coeff. di appiattimento	EN 933-3 (CNR95/84)	%	( $\leq$ 30)

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella tabella B.

**Tabella B**

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Equivalente in sabbia	EN 933-8 (CNR27/72)	%	( $\geq$ 60)
Quantità di frantumato	(CNR 109/85)	%	( $\geq$ 40)

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

In ogni caso il filler per i Tipo B deve soddisfare i requisiti indicati in tabella C.

**Tabella C**

FILLER			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Passante allo 0,125	EN 933-1	%	85/100
Passante allo 0,063	EN 933-1	%	70/100
Anello e palla Rapporto Filler/Bitume = 1,5	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	$\Delta$ R&B	$\geq$ 5

#### 2.2. Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semi solido del tipo, a seconda della zona e del periodo di impiego, 50/70 oppure 70/100, con le caratteristiche indicate nella tabella D, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

**Tabella D**

<b>BITUME</b>			<b>50 / 70</b>	<b>70 / 100</b>
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Valori richiesti</b>
Penetrazione a 25°C	EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammolimento	EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10\text{s}^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>		<b>EN 12607-1</b>		
Volatilità	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammolimento	EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.

### 2.3. Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende conglomerato proveniente da fresatura.

Nel tipo B con riciclato, il materiale riciclato riferito al totale della miscela degli inerti non deve superare il 30%.

La percentuale deve essere sempre dichiarata nello studio preventivo della miscela.

### 2.4. Additivi attivante d'adesione

Nei conglomerati bituminosi tipo B, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze attivanti la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabella A).

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (°C 180) per lunghi periodi (15 giorni).

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

## 3. CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

La miscela degli aggregati da adottarsi per il tappeto tipo B deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento ai fusi riportati nelle tabella E.

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nelle stesse tabella E.

**Tabella E**

<b>Setacci serie ISO 565</b>	<b>mm</b>	<b>Tipo 0/20</b>
Setaccio	31,50	100
Setaccio	20,00	81÷100
Setaccio	12,50	60÷82
Setaccio	10,00	49÷71
Setaccio	4,00	27÷47
Setaccio	2,00	18÷35
Setaccio	1,00	12÷26
Setaccio	0,500	8÷20
Setaccio	0,125	3÷12
Setaccio	0,063	2÷9
<b>Percentuale di bitume</b>		<b>4,50 ÷ 5,50</b>

Lo studio preventivo della miscela dovrà essere effettuato con il metodo Marshall (tabella F) ed in alternativa con il metodo volumetrico.

Le caratteristiche minime richieste per i conglomerati tipo B sono riportate nella tabella F.

**Tabella F**

<b>METODO MARSHALL</b>			
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Costipamento	UNI EN 12697-34	75 Colpi	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	da N	>1000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	da N / mm	300-450
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	4-6
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H <sub>2</sub> O		%	≤ 25

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 essicciamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

#### 4. PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione dello strato tipo B è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante

Per mano di attacco si intende un'emulsione bituminosa, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato di conglomerato.

Il dosaggio di bitume residuo reso al suolo dovrà essere almeno di 200/300g/m<sup>2</sup>.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, con un dosaggio di bitume residuo almeno pari al 55 %.

L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in tabella G

**Tabella G**

<b>EMULSIONE CATIONICA</b>					
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Un. mis.</i>	<i>Cationica 55%</i>	<i>Cationica 60%</i>	<i>Cationica 65%</i>
Polarità	UNI EN 1430		positiva	Positiva	positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45 ± 2 %	40 ± 2 %	35 ± 2 %
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55±2	60±2	65±2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 8	< 10	< 10
<b>CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO</b>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	> 40	> 40

#### 5. POSA IN OPERA

##### 5.1. Trasporto

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

Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti idonee a tale scopo.

## 5.2. **Stesa**

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

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4 ÷ 5 m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di una emulsione cationica (tabella G).

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

All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130.

Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere.

La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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

## 5.3. **Costipamento**

La compattazione deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dei dati prestazionali specifici per questo conglomerato.

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 scorimenti nello strato appena steso.

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

## 6. **CONTROLLI**

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

La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, anche a mezzo di un suo incaricato, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella tabella H.

Per contratti (nel caso di contratti generali si farà riferimento alla sola categoria dei lavori di bitumatura) d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. 52 comma 7 della L.P.26/93 e s.m. o riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., di norma non si procederà alle verifiche in fase d'esecuzione ma sarà ritenuta sufficiente la certificazione preventiva delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori.

Gli addetti al Laboratorio avranno libero accesso agli impianti di confezionamento ed ai cantieri per effettuare, in qualsiasi momento, i controlli previsti dalle presenti Norme Tecniche.

### 6.1. **Controlli preventivi sulle miscele**

All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di grossa entità, il produttore dovrà trasmettere formalmente alla Direzione Lavori la certificazione dei materiali costituenti il conglomerato secondo le analisi sotto elencate e nel rispetto dei requisiti richiesti.

**Tabella H<sub>1</sub>**

<b>CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E-F
Emulsione	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella G

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori.

Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto.

I controlli preventivi sono effettuati per individuare le esatte caratteristiche dei componenti il conglomerato bituminoso fornito dal singolo produttore, che ne garantisce la continuità qualitativa per l'intero anno solare, ed i relativi oneri rimangono a Suo carico.

Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera.

La Stazione Appaltante tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di produzione a riscontro delle certificazioni consegnate.

Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo copia di dette certificazioni.

## 6.2. Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele

Per quanto riguarda i controlli e le prove di laboratorio si fa riferimento alla normativa vigente in materia.

La Provincia Autonoma di Trento eseguirà le verifiche tramite il proprio Laboratorio Prove sui Materiali.

Il laboratorio Prove sui Materiali della P.A.T. a titolo preventivo potrà consigliare il Direttore Lavori sull'opportunità di effettuare specifici controlli (tabella H<sub>1</sub>) ai fini di garantire il mantenimento della qualità complessiva della miscela, interrompendo, se del caso, la produzione dell'impianto limitatamente al tipo di conglomerato verificato.

Nel verbale di prelievo il Direttore Lavori avrà cura di individuare con estrema precisione le progressive di inizio e fine tronco del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della strisciata (sx o dx) riferito al crescere della chilometrica.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno le seguenti:

**Tabella H<sub>2</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera.	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preventivo della miscela, cioè al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nelle tabella F.

La tolleranza sulla percentuale di bitume della miscela riscontrata in opera potrà scostarsi di  $\pm 0,25$  punti % sul dosaggio dichiarato prima dell'inizio dei lavori mentre per il fuso granulometrico sono ammessi scostamenti di  $\pm 5$  punti % sulle singole percentuali dell'aggregato grosso (trattenuto allo staccio 4 mm), di  $\pm 3$  punti % per l'aggregato fino (trattenuto allo staccio 1 mm) e di  $\pm 1,5$  punto % per il passante allo staccio 1 mm.

I dati riscontrati per il controllo delle miscele saranno successivamente utilizzati per la determinazione della % dei vuoti in opera dello stesso tratto omogeneo (riferito al medesimo prelievo giornaliero).

Ai fini dell'accettazione, rispetto agli intervalli di tolleranza precedentemente individuati saranno ammesse (detrazioni) le seguenti ulteriori tolleranze:

- 1)  $\pm 0,75$  punti % rispetto alla fascia di tolleranza per la % di bitume;
- 2)  $\pm 10$  punti % rispetto alla fascia di tolleranza (trattenuto allo staccio 1 mm), ridotta a  $\pm 2$  punti % per il passante allo staccio 1 mm per l'analisi granulometrica.

Qualora la successiva prova dei vuoti in opera risulti  $\leq$  al limite prescritto, la tolleranza per la percentuale di bitume su indicata viene elevata da  $\pm 0,25$  punti % a  $\pm 0,50$  punti % rispetto al dosaggio dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile.

Nel caso la Direzione Lavori dichiari non collaudabile l'opera, l'esecutore potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dalle Norme Amministrative del Capitolato Speciale d'Appalto in materia di contenzioso.

### 6.3. Controlli del costipamento e degli spessori

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

**Tabella H<sub>3</sub>**

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicaz. prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>	<i>Requisiti da controllare</i>
Carote	Strisciare con pendenza longitudinale $\leq$ al 6%	Ogni 400 m di fascia di stesa giornaliera o frazione > di 100 m	Vuoti residui in opera $< 8\%$
			Limite d'accettazione $< 12\%$
Carote	Strisciare con pendenza longitudinale $> 6\%$	Ogni 400 m di fascia di stesa giornaliera o frazione > di 100 m	Vuoti residui in opera $< 9\%$
			Limite d'accettazione $< 13\%$
Carote	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa giornaliera o frazione > di 50 m	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni per l'accertamento dello spessore della pavimentazione bituminosa stradale in opera sono le seguenti:

La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nel tratto compreso tra 50 m e 150 m dall'inizio della strisciata con carotatrice di Ø 50 mm per verificare lo spessore del conglomerato bituminoso.

Successivamente ogni 200 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternandosi con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti in opera) e da Ø 50 mm (verifica spessore).

L'ultima carota potrà essere effettuata con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti) qualora ricadesse in una frazione  $<$  a 200 m e  $\geq$  di 100 m di strisciata.

Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della DL e comunque almeno uno con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti) per ogni frazione di fascia di stesa  $\leq$  a 200 m e  $\geq$  di 100 m.

Per fasce di stesa  $<$  a 100 m (o superfici  $<$  di 400,00 m<sup>2</sup>) non si procederà alla verifica.

Degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

## 7. DETRAZIONI – RIDETERMINAZIONE DEL PREZZO

### 7.1. Qualità delle miscele

La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed alla percentuale di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato.

Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto 6.1..

#### 7.1.1 Analisi granulometrica

Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in tabella E e dove si riscontrano che la curva granulometrica è uscita dai limiti di tolleranza previsti e contenuta entro i limiti superiore o inferiore del fuso come indicato al punto 6.2., si determina la differenza tra detta percentuale e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali.

Si sommano tutte le differenze di percentuali corrispondenti ai vari stacci ove la curva è uscita dai limiti di tolleranza.

La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,015 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 40,00 punti percentuali.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- $40^2 \times 0,015 = 24,00\%$  di massima detrazione.

#### 7.1.2. Percentuale di bitume

Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra la percentuale di tolleranza massima o minima e la percentuale riscontrata sul campione.

Questa differenza va moltiplicata per il coefficiente 40, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di  $\pm 1$  punti % il valore indicato nello studio preventivo della miscela.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- valore presentato pari al 5,00 %;
- limiti di accettazione: minimo 4,75 % (5,00 – 0,25) e massimo 5,25 % (5,00+ 0,25)
- valore riscontrato in corso d'opera

(esempi con valore al limite di accettazione  $\pm 1$  punto %: 4,00 % o 6,00)

- es. 1:  $4,75 - 4,00 = 0,75; \quad 0,75 \times 40 = 30,00\%$  di massima detrazione
- es. 2:  $5,25 - 6,00 = 0,75; \quad 0,75 \times 40 = 30,00\%$  di massima detrazione.

#### 7.2. Qualità di costipamento (Percentuale dei vuoti)

Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 8,00 %.

Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 9,00%.

Come indicato al precedente punto 6.3., degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero.

Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientri nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione.

Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 8,00% (oppure del 9,00%).

Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H<sub>3</sub>.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- $12,00 - 8,00 = 4,00$ ;  $4,00^3 \times 0,375 = 24,00\%$  di massima detrazione

### 7.3. Spessore della pavimentazione

Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto 6.3. e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori  $\geq$  al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi.

Gli spessori aventi valori maggiori del 10,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi  $\times 1,10$ ).

Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (200 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media).

Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si procede a detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato.

Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 50,00 mm:

- 75 % di 50 mm = 37,50 mm (limite di accettazione).
- $50,00 - 37,50 = 7,50$ ;  $12,50 / 50,00 = 0,25$ ;  $0,25^* 120 = 30,00\%$  di massima detrazione.

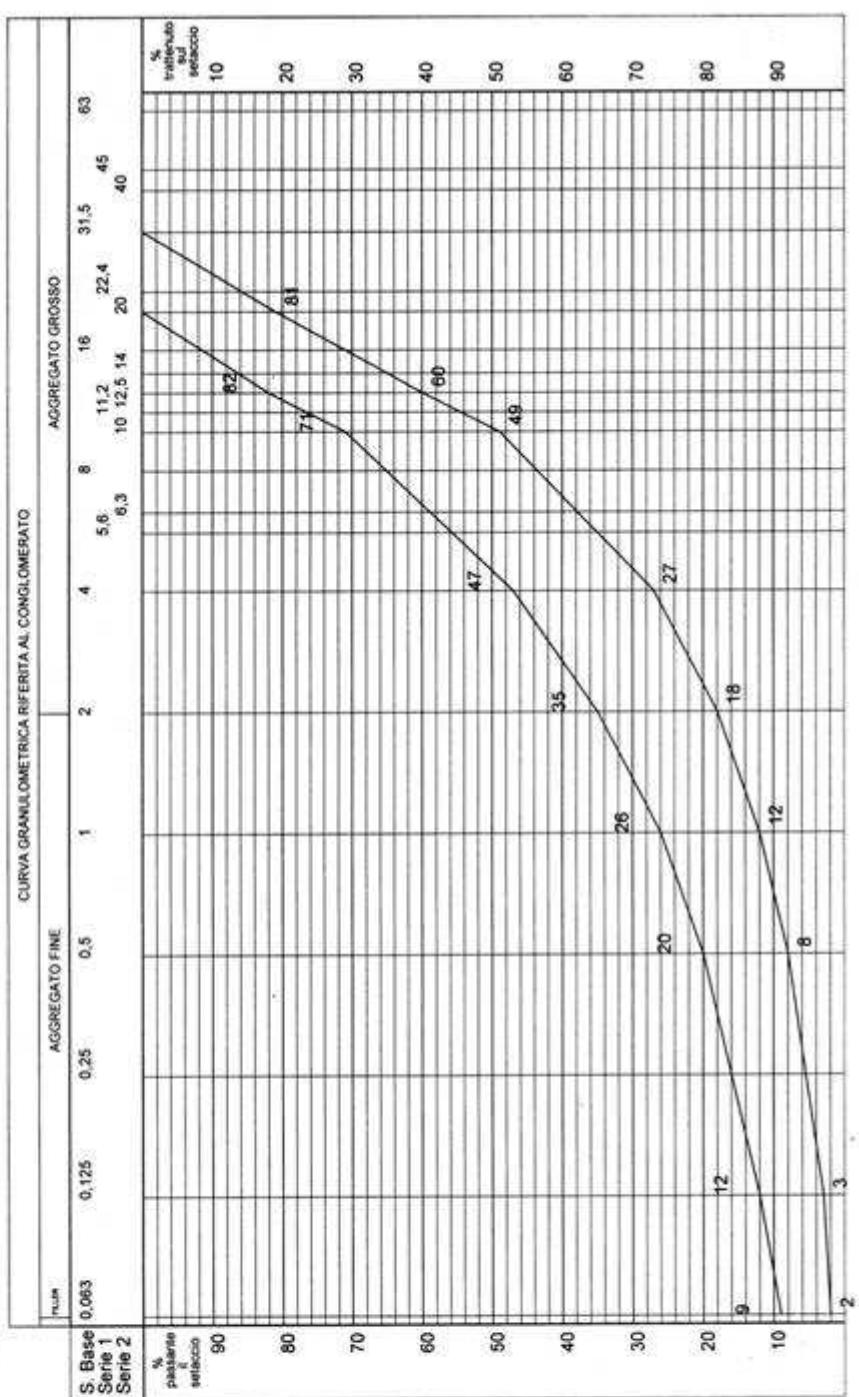
### 7.4. Nota generale

Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti 7.1. e 7.2. risulti maggiore del 40 punti percentuale l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile.

Tabella H

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicaz. prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>	<i>Requisiti da controllare</i>
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E - F
Conglomerato sfuso	vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 400 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi
Emulsioni	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella H1

**CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO B  
STRATO DI COLLEGAMENTO BINDER**



## STRATO DI USURA

Tipo D mm 0 ÷ 12

spessore compresso  $\geq$  30mm

### 1. DEFINIZIONI

Il tappeto tipo D è un conglomerato bituminoso per strati di usura, dosato a peso o a volume, confezionato con aggregati lapidei duri di primo impiego e bitume semi solido.

### 2. MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

#### 2.1. Aggregati

Gli aggregati lapidei, conformi alla direttiva 89/106/CEE e provvisti di attestazione secondo il sistema 4 di tale direttiva, sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, quest'ultimo può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.

L'aggregato grosso per conglomerati tipo D deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabella A.

**Tabella A**

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	(≤ 24)
Quantità di frantumato	EN933-5	%	(100)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	(≤30)
Spogliamento	EN 12697-11 (CNR138/92)	%	(0)
Coeff. di appiattimento	EN 933-3 (CNR95/84)	%	(≤20)
CLA	UNI EN 1097-8 (CNR140/92)		(≥40)

Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (< a 450 veicoli giorno) il valore del Coefficiente di Levigabilità Accelerata CLA viene ridotto a 38.

Nei medesimi casi non si procederà alla effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella tabella B.

**Tabella B**

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Equivalente in sabbia	EN 933-8 (CNR27/72)	%	(≥70)
Quantità di frantumato	(CNR 109/85)	%	(≥50)
Spigolosità agg.	EN 933-6		

Il filler, frazione passante al setaccio 0.063 mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti oppure può provenire dalla frazione fina degli aggregati.

In ogni caso il filler per i tipo D deve soddisfare i requisiti indicati in tabella C.

**Tabella C**

FILLER			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Passante allo 0,125	EN 933-1	%	85/100
Passante allo 0,063	EN 933-1	%	70/100
Anello e palla	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	Δ R&B	≥5
Rapporto Filler/Bitume = 1,5			

## 2.2. Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semi solido del tipo, a seconda della zona e del periodo di impiego, 50/70 oppure 70/100, con le caratteristiche indicate nella tabella D, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

**Tabella D**

BITUME			50/70	70/100
Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	EN 1426	dmm	50-70	70-100
Punto di rammolimento	EN 1427	°C	46÷54	43÷51
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10\text{s}^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>	<b>EN 12607-1</b>			
Volatilità	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di Rammolimento	EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.

## 2.3. Additivi attivante d'adesione

Nei conglomerati bituminosi tipo D, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze attivanti la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabella A).

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (°C 180) per lunghi periodi (15 giorni).

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

## 3. CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

La miscela degli aggregati da adottarsi per il tappeto tipo D deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento ai fusi riportati nelle tabella E.

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nelle stesse tabella E.

**Tabella E**

Setacci serie ISO 565		Ti p o 0/ 1 2
Setaccio	12,50	100
Setaccio	10,00	84÷100
Setaccio	4,00	54÷73
Setaccio	2,00	36÷55
Setaccio	1,00	26÷40
Setaccio	0,500	18÷30
Setaccio	0,125	7÷16
Setaccio	0,063	4÷10
<b>Percentuale di bitume</b>		<b>5,50 ÷ 6,50</b>

Lo studio preventivo della miscela dovrà essere effettuato con il metodo Marshall (tabella F) ed in alternativa con il metodo volumetrico.

Le caratteristiche minime richieste per i conglomerati tipo D sono riportate nella tabella F.

**Tabella F**

<b>METODO MARSHALL</b>			
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Costipamento	UNI EN 12697-34		75 Colpi
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	da N	>1100
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	da N / mm	300÷450
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	3÷6
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H <sub>2</sub> O		%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 1269 7-23	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C		N/mm <sup>2</sup>	> 70

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 essicciamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

#### 4. PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione dello strato tipo D è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante

Per mano di attacco si intende un emulsione bituminosa, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato di conglomerato.

Il dosaggio di bitume residuo reso al suolo dovrà essere almeno di 200/300g/m<sup>2</sup>.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, con un dosaggio di bitume residuo almeno pari al 55 %.

L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in tabella G

**Tabella G**

<b>EMULSIONE CATIONICA</b>					
<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Un. mis.</i>	<i>Cationica 55%</i>	<i>Cationica 60%</i>	<i>Cationica 65%</i>
Polarità	UNI EN 1430		positiva	Positiva	positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45 ± 2 %	40 ± 2 %	35 ± 2 %
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55±2	60±2	65±2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 8	< 10	< 10
<b>CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO</b>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	> 40	> 40

#### 5. POSA IN OPERA

##### 5.1. Trasporto

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

Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti

idonee a tale scopo.

## 5.2. **Stesa**

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

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4÷5m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di una emulsione cationica (tabella G).

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

All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130.

Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere.

La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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

## 5.3. **Costipamento**

La compattazione deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dei dati prestazionali specifici per questo conglomerato.

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 scorimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni in modo che, un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente con una tolleranza avente uno scostamento massimo di 5 mm.

## 6. **CONTROLLI**

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

La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, anche a mezzo di un suo incaricato, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella tabella H.

Per contratti (nel caso di contratti generali si farà riferimento alla sola categoria dei lavori di bitumatura) d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. 52 comma 7 della L.P.26/93 e s.m. o riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., di norma non si procederà alle verifiche in fase d'esecuzione ma sarà ritenuta sufficiente la certificazione preventiva delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori.

Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (< a 450 veicoli giorno) non si procederà alla effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali.

### 6.1. **Controlli preventivi sulle miscele**

All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di

grossa entità, il produttore dovrà trasmettere formalmente alla DL la certificazione dei materiali costituenti il conglomerato secondo le analisi sotto elencate e nel rispetto dei requisiti richiesti.

**Tabella H<sub>1</sub>**

<b>CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E-F
Emulsione	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella G

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori.

Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto.

I controlli preventivi sono effettuati per individuare le esatte caratteristiche dei componenti il conglomerato bituminoso fornito dal singolo produttore, che ne garantisce la continuità qualitativa per l'intero anno solare, ed i relativi oneri rimangono a Suo carico.

Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera.

La Stazione Appaltante tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di produzione a riscontro delle certificazioni consegnate.

Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo copia di dette certificazioni.

## 6.2. Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele

Per quanto riguarda i controlli e le prove di laboratorio si fa riferimento alla normativa vigente in materia.

La Provincia Autonoma di Trento eseguirà le verifiche tramite il proprio Laboratorio Prove sui Materiali.

Il laboratorio Prove sui Materiali della P.A.T. a titolo preventivo potrà consigliare il Direttore Lavori sull'opportunità di effettuare specifici controlli (tabella H<sub>1</sub>) ai fini di garantire il mantenimento della qualità complessiva della miscela, interrompendo, se del caso, la produzione dell'impianto limitatamente al tipo di conglomerato verificato.

Nel verbale di prelievo il Direttore Lavori avrà cura di individuare con estrema precisione le progressive di inizio e fine tronco del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della strisciata (sx o dx) riferito al crescere della chilometrica.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno le seguenti:

**Tabella H<sub>2</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera.	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preventivo della miscela, ciò al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nelle tabella F.

La tolleranza sulla percentuale di bitume della miscela riscontrata in opera potrà scostarsi di  $\pm 0,25$  punti % sul dosaggio dichiarato prima dell'inizio dei lavori mentre per il fuso granulometrico sono ammessi scostamenti di  $\pm 5$  punti % sulle singole percentuali dell'aggregato grosso (trattenuto allo staccio 4 mm), di  $\pm 3$  punti % per l'aggregato fino (trattenuto allo staccio 1 mm) e di  $\pm 1,5$  punto % per il passante allo staccio 1 mm.

I dati riscontrati per il controllo delle miscele saranno successivamente utilizzati per la determinazione della % dei vuoti in opera dello stesso tratto omogeneo (riferito al medesimo prelievo giornaliero).

Ai fini dell'accettazione, rispetto agli intervalli di tolleranza precedentemente individuati saranno

ammesse (detrazioni) le seguenti ulteriori tolleranze:

- 1)  $\pm 0,75$  punti % rispetto alla fascia di tolleranza per la % di bitume;
- 2)  $\pm 10$  punti % rispetto alla fascia di tolleranza (trattenuto allo staccio 1 mm), ridotta a  $\pm 2$  punti % per il passante allo staccio 1 mm per l'analisi granulometrica.

Qualora la successiva prova dei vuoti in opera risulti  $\leq$  al limite prescritto, la tolleranza per la percentuale di bitume su indicata viene elevata da  $\pm 0,25$  punti % a  $\pm 0,50$  punti % rispetto al dosaggio dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile.

Nel caso la Direzione Lavori dichiari non collaudabile l'opera, l'esecutore potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dalle Norme Amministrative del Capitolato Speciale d'Appalto in materia di contenzioso.

### 6.3. Controlli del costipamento e degli spessori

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

**Tabella H<sub>3</sub>**

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicaz. prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>	<i>Requisiti da controllare</i>
Carote	Strisciare con pendenza longitudinale $\leq$ al 6%	Ogni 400 m di fascia di stesa giornaliera o frazione $>$ di 100 m	Vuoti residui in opera $< 7\%$
			Limite d'accettazione $< 11\%$
Carote	Strisciare con pendenza longitudinale $> 6\%$	Ogni 400 m di fascia di stesa giornaliera o frazione $>$ di 100 m	Vuoti residui in opera $< 8\%$
			Limite d'accettazione $< 12\%$
Carote	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa giornaliera o frazione $>$ di 50 m	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni per l'accertamento dello spessore della pavimentazione bituminosa stradale in opera sono le seguenti:

La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nel tratto compreso tra 50 m e 150 m dall'inizio della strisciata con carotatrice di Ø 50 mm per verificare lo spessore del conglomerato bituminoso.

Successivamente ogni 200 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternandosi con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti in opera) e da Ø 50 mm (verifica spessore).

L'ultima carota potrà essere effettuata con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti) qualora ricadesse in una frazione  $\leq$  a 200 m e  $\geq$  di 100 m di strisciata.

Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della Direzione Lavori e comunque almeno uno con carotatrice da Ø 150 mm (verifica spessore e % dei vuoti) per ogni frazione di fascia di stesa  $\leq$  a 200 m e  $\geq$  di 100 m.

Per fasce di stesa  $<$  a 100 m (o superfici  $<$  di 400,00 m<sup>2</sup>) non si procederà alla verifica.

Degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

### 6.4. Controlli delle caratteristiche superficiali

Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa e comunque prima del collaudo dell'opera, la Stazione appaltante effettuerà, le seguenti ulteriori prove.

- 1) misura dell'aderenza (Resistenza di Attrito Radente) con lo SKID TESTER secondo la norma EN 13036-4; in alternativa potrà essere determinato il coefficiente di Aderenza con Grip Tester.
- 2) macro rugosità superficiale misurata col sistema EN 13036-1 (CNR 94/83).

**Tabella H<sub>4</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Sede stradale	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	BPN $\geq$ 50 Limite di accettazione 40 HS $\geq$ 0,40 mm

## 7. DETRAZIONI – RIDETERMINAZIONE DEL PREZZO

### 7.1. Qualità delle miscele

La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed alla percentuale di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato.

Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto 6.1..

#### 7.1.1. Analisi granulometrica

Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in tabella E e dove si riscontrerà che la curva granulometrica è uscita dai limiti di tolleranza previsti e contenuta entro i limiti superiore o inferiore del fuso come indicato al punto 6.2., si determina la differenza tra detta percentuale e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali.

Si sommano tutte le differenze di percentuali corrispondenti ai vari stacci ove la curva è uscita dai limiti di tolleranza.

La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,015 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 40,00 punti percentuali.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- $40^2 \times 0,015 = 24,00\%$  di massima detrazione.

#### 7.1.2. Percentuale di bitume

Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra la percentuale di tolleranza massima o minima e la percentuale riscontrata sul campione.

Questa differenza va moltiplicata per il coefficiente 40, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di  $\pm 1$  punti % il valore indicato nello studio preventivo della miscela.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- valore presentato pari al 6,00 %;
  - limiti di accettazione: minimo 5,75 % (6,00 – 0,25) e massimo 6,25 % (6,00+ 0,25)
  - valore riscontrato in corso d'opera
- (esempi con valore al limite di accettazione  $\pm 1$  punto %: 5,00 % o 7,00)

- es. 1:  $5,75 - 5,00 = 0,75$ ;  $0,75 \times 40 = 30,00\%$  di massima detrazione
- es. 2:  $6,25 - 7,00 = 0,75$ ;  $0,75 \times 40 = 30,00\%$  di massima detrazione.

## 7.2. Qualità di costipamento (percentuale dei vuoti)

Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 7,00 %.

Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 8,00%. Come indicato al precedente punto 6.3., degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero.

Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientra nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione.

Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 7,00% (oppure del 8,00%).

Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H<sub>3</sub>.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- $11,00 - 7,00 = 4,00$ ;  $4,00^3 \times 0,375 = 24,00\%$  di massima detrazione

## 7.3. Spessore della pavimentazione

Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto 6.3. e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori  $\geq$  al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi.

Gli spessori aventi valori maggiori del 10,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi  $\times 1,10$ ). Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (200 m  $\times$  larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media).

Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si procede a detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato.

Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 30,00 mm:

- 75 % di 30 mm = 22,50 mm (limite di accettazione).
- $30,00 - 22,50 = 7,50$ ;  $7,50 / 30,00 = 0,25$ ;  $0,25 \times 120 = 30,00\%$  di massima detrazione.

## 7.4. Caratteristiche superficiali

Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa saranno rilevati i valori di BPN (British Pendulum Number) effettuati con lo SKID TESTER come indicato al precedente punto 6.4. (tabella H4).

Per i valori BPN inferiori a 50 e maggiori a 40 verrà applicata una detrazione del 1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Con valori di BPN inferiori a 40 potrà essere richiesta, da parte del Responsabile del procedimento, la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo

il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

#### 7.5. Nota generale

Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti 7.1. e 7.2. risulti maggiore del 40 punti percentuale l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile.

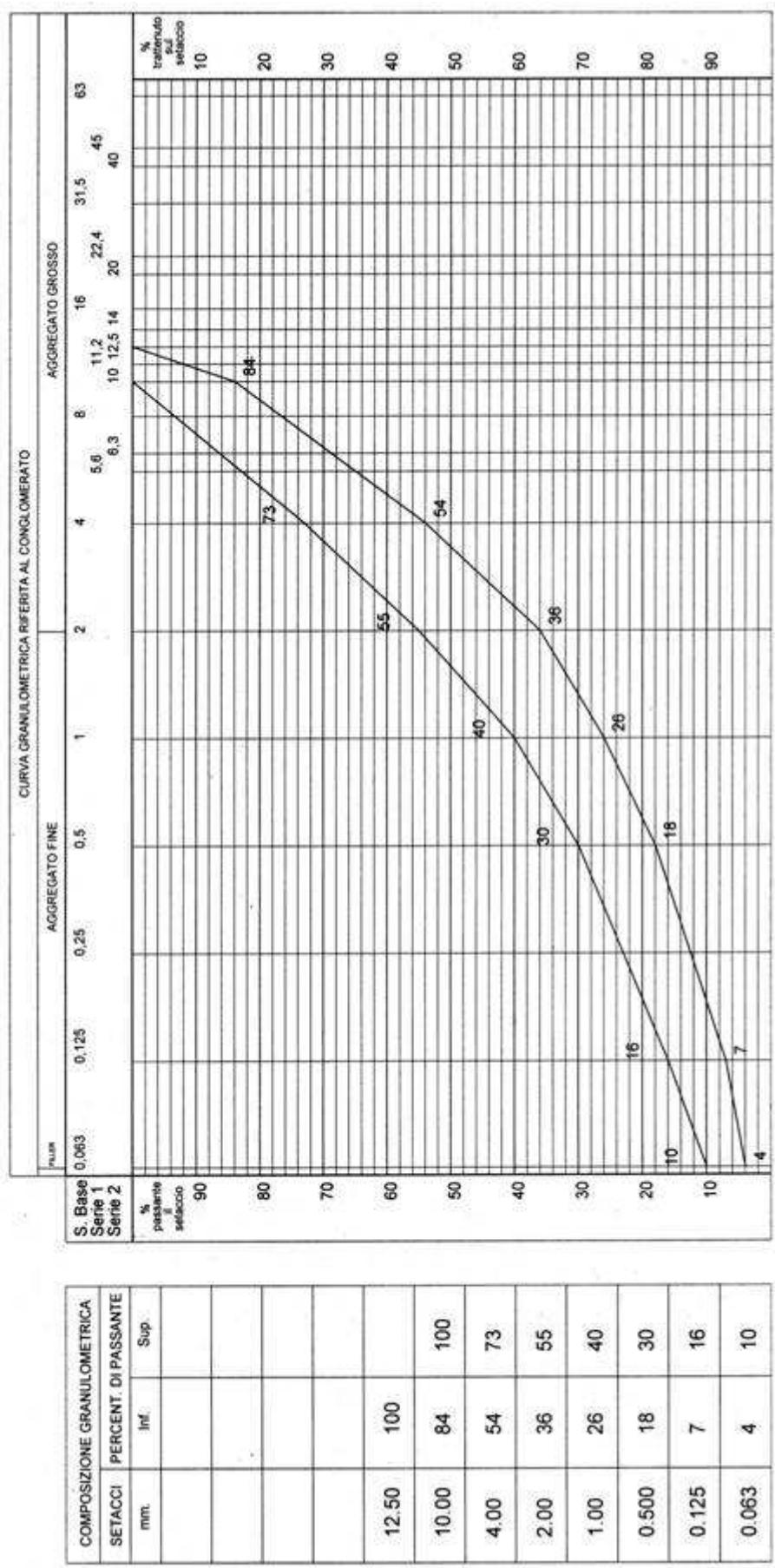
**Tabella H**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b><i>Tipo di campione</i></b>	<b><i>Ubicaz. prelievo</i></b>	<b><i>Frequenza prove</i></b>	<b><i>Requisiti da controllare</i></b>
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)i	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E - F
Conglomerato sfuso	vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 400 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi
Sede stradale	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia stesa	BPN $\geq$ 40 HS $\geq$ 0,4 mm
Emulsioni	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella H <sub>1</sub>

# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO D 0/12

## STRATO DI USURA

CONTENUTO DI BITUME IN PERCENTO DI PESO DELL'AGGREGATO SECCO		PERCENTUALE DEI VUOTI NELLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA A COSTIPAMENTO ULTIMATO		PRESCRIZIONI	
5.5 / 6.5		=< 7		STABILITA' MARSHALL RIGIDEZZA	
				daN	=> 1100 daN/mm
				CLA	=> 40



## ART. 27 - ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori sono descritti nelle varie voci dell'Elenco; in aggiunta si precisa:

- a) prima di procedere alla stesa della pavimentazione bituminosa si dovrà accettare l'idonea ed omogenea resistenza specifica del sottofondo, adottando se del caso - quei provvedimenti che saranno indicati dalla D.L.;
- b) analoghi accertamenti e provvedimenti saranno da prendere nei confronti di filtrazione d'acqua da monte o dal basso;
- c) la superficie da pavimentare dovrà essere assolutamente pulita, in difetto del chè, si dovrà provvedere con soffiatori, lavaggi, ecc.;
- d) la condizione di cui al punto c) è particolarmente importante quando si esegua una pavimentazione con più strati intervallati nel tempo;
- e) tutti i materiali terrosi provenienti dalla scarifica dovranno essere completamente allontanati dalla sede stradale e non è consentito il loro impiego per riempimenti di avvallamenti;
- f) la sagoma della pavimentazione finita sarà:
  - 1/70 di monta rispetto alla larghezza del piano viabile;
  - 10% sopraelevazione curve con raggio inferiore ai 50 m. o quella che sarà prescritta all'atto esecutivo dalla D.L..
- g) la cilindratura dei ricarichi di pietrisco o di conglomerato bituminoso sarà fatta con rulli idonei in modo da ottenere la massima costipazione, osservando che nel caso sia impiegato solo pietrisco venga interessata una zona di banchina di almeno 20 cm. e che nei successivi passaggi vi sia una sovrapposizione nelle strisce di circa 20 cm.
- h) ai fini delle prescrizioni, gli addensamenti ottenuti con l'azione del traffico non sono presi in considerazione.

## ART. 28 - MISURE

- a) **Misure** - La determinazione del quantitativo e tipo di pietrisco impiegato per ricariche generali o parziali o di conglomerato bituminoso per il livellamento di avvallamenti, raccordi, sopraelevazioni ecc., sarà fatta dalla D.L. con misura diretta sui mezzi che trasportano tale materiale sul luogo d'impiego. L'emulsione bituminosa verrà pure valutata all'arrivo sui recipienti che la contengono (autocisterne, fusti). Lo spessore delle pavimentazioni verrà misurato a compressione avvenuta di ciascun strato e globalmente alla fine del lavoro.  
Peraltro potrà essere annotato il volume dei vari conglomerati arrivati in Cantiere misurandoli sul mezzo di trasporto prima della distesa.  
La misurazione della pavimentazione seguirà secondo quanto specificato nei singoli articoli dell'Elenco.
- b) **Registro dei controlli** - Premesso che tutte le misurazioni, accertamenti, prelievi, vanno effettuati in contesto con l'Impresa dalla Direzione Lavori, è in facoltà della stessa di tenere apposito registro dal quale risulti la data d'arrivo ed il quantitativo dei vari materiali (pietrischi, emulsione, conglomerati) arrivati in Cantiere, i prelievi di campioni per le prove, le misurazioni effettuate per stabilire lo spessore dei manti.

## F) LAVORI DIVERSI

### ART. 29 - DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

#### 1. DRENAGGI O VESPAI TRADIZIONALI

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo di 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 o con adeguati mezzi meccanici usando comunque 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.

#### 2. DRENAGGI CON FILTRO IN "GEOTESSILE"

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto y).

I vari elementi di "geotessile" dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore dei "geotessili", a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) 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 sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "geotessile" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "geotessile" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il "geotessile" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata a richiesta della D.L..

### ART. 30 - BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI

#### 1. GENERALITA'

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L.. Le zone da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelle previste dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21/06/04.

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

1. Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
2. Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
3. Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
4. Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;

5. Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
6. Circolare ANAS n. 748 del 26-7-1996;
7. D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15/10/96;
8. Decreto del Ministero LL.PP in data 03/06/98;
9. Decreto del Ministero LL.PP in data 11/06/99;
10. Circolare Ministero LL.PP. del 06/04/00;
11. Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21/06/04;
12. Direttiva Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 3065 del 25/08/2004
13. Circolare ANAS n. 32 del 27/10/2005.

Il livello di contenimento "Lc", l'indice di severità "Is" e la larghezza di funzionamento "W", previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 21/06/04), dovranno essere comprovati mediante:

- omologazioni ufficiali rilasciate dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
- oppure, "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati (circolare LL.PP. n. 4622 del 15/10/96 e Circolare Ministero LL.PP. del 06/04/00).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 21/06/2004 e successivi chiarimenti.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre alle disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal Decreto Ministeriale 14/01/08 - NTC 2008 – ai punti 3.6.3.3.2 e 5.1.3.10. Si precisa che tali riferimenti sono relativi al progetto dell'"infrastruttura – ponte", e non al progetto della barriera stessa e relativa installazione, compiutamente definiti dal D.M. 21/06/2004 citato.

## **2. ESTRATTO DAL D.M. 14/01/08 - NTC 2008**

### Traffico veicolare sopra i ponti

In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Essa deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo.

Questa forza deve essere applicata su una linea lunga 0,5 m.

### Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio: q8

L'altezza dei parapetti non potrà essere inferiore a 1,10 m. I parapetti devono essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 1,5 kN/m applicata al corrimano.

I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta per l'impiego specifico (vedi D.M. 21-06-04 n. 2367). Se non diversamente indicato, la forza deve essere considerata distribuita su 0,50 m ed applicata ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h1, h2, dove h1 = (altezza della barriera - 0,10m) , h2 = 1,00m.

Nel progetto dell'impalcato deve essere considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alla forza orizzontale d'urto su sicurvia si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale costituito dal Secondo Schema di Carico, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa.

## **3. CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE, DEI PARAPETTI E DEGLI ATTENUATORI D'URTO**

Le caratteristiche geometriche ed i materiali che compongono tutti i "sistemi di contenimento stradale" (dal gruppo CEN "Road restraint systems") dovranno essere conformi a quelle previste nei certificati di omologazione o di crash test eseguiti presso Laboratori autorizzati.

Le modalità di installazione dovranno essere conformi a quanto previsto dallo specifico Manuale di Installazione, a carico del produttore.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dal progetto.

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/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia e nel rispetto delle normative UNI 5744/66 e EN ISO 1461.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

#### **4. PROVE TECNICHE (DINAMICHE) SU BARRIERE, PARAPETTI E ATTENUATORI D'URTO.**

Le prove d'impatto "su scala reale" (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali sia dell'efficienza dei sistemi di contenimento stradali (da realizzare a norma del D.M. 21/06/04), dovranno essere eseguite presso laboratori certificati e accreditati secondo le norme EN ISO 17025.

A titolo di esempio solo indicativo, si propone il seguente elenco non esaustivo di tali tipi di laboratorio:

- AISICO di Anagni (FR), Italia
- LIER di Lione, Francia
- TUV di Monaco, Germania
- CIDAUT di Valladolid, Spagna

#### **5. PROTEZIONE DALLA CORROSIONE DEI MANUFATTI IN ACCIAIO**

La protezione dalla corrosione dei manufatti in acciaio ed in particolare delle barriere stradali di sicurezza, sarà preferibilmente realizzata mediante zincatura a caldo.

Il rivestimento delle superfici dei profilati in acciaio sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo e dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie ed esente da difetti visibili come bolle, punte aguzze e zone non zincate, secondo il progetto UNI E14.07.000.0 febbraio 93.

La quantità minima di rivestimento di zinco per unità di superficie dovrà essere di 600 gr/m<sup>2</sup> su ogni faccia sia esterna che interna dell'elemento, assicurando comunque uno spessore minimo di 80  $\mu\text{m}$ .

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 98.5 UNI 2013 (norma ISO 752).

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei vari profilati saranno verificate con le prove previste dalla Norma Italiana CEI 7-6 1997-04 descritte in seguito, facendo riferimento alla tabella 2.1.05 classe B:

- determinazione della massa dello strato di zinco sul materiale già zincato (concordante con la norma UNI 5741), maggiore di 600 gr/m<sup>2</sup>;
- determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le norme UNI 5741 per lo spessore medio e UNI ISO 2178 e 2064 mediante l'uso di apparecchi a flusso magnetico), maggiore di 80  $\mu\text{m}$ ;
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le norme UNI 5743), dopo 7 immersioni;
- determinazione dell'aderenza dello strato di zinco;
- corrosione in nebbia salina (norme UNI-ISO 9227), nessun prodotto di corrosione dopo 24 ore.

Altri sistemi di protezione dalla corrosione dovranno essere preventivamente

Per quanto concerne la bulloneria i materiali impiegati dovranno rispondere alle caratteristiche previste dalla Norma Italiana U.N.I. 3740 - Parte 6a 1988 "Bulloneria in acciaio – Prescrizioni tecniche - Rivestimenti protettivi".

## **6. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Oltre a quanto indicato nelle singole voci di elenco, per il computo dei lavori valutati a misura, saranno adottati i seguenti criteri:

- per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo;
- particolarmente si conviene quanto espresso:

Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici.

Le barriere, rette o curve verranno misurate sulla effettiva lunghezza.

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.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, raccordi fra barriere diverse, terminali interrati o a cilindro, eventuali blocchi di fondazione di 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.

Rimangono esplicitamente esclusi solo i dispositivi ad assorbimento d'urto (terminali ad assorbimento e "crash cushion" – attenuatori d'urto) che saranno compensati con le relative voci di elenco.

Nelle voci di Elenco 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. 31 - POSA DELLE CONDOTTE IN PRESSIONE**

Nella costruzione delle condotte dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al D.M. 12/12/1985 sulle "Norme tecniche relative alle tubazioni" ed alla relativa Circolare Min. LL.PP. 20/03/86, n. 27291.

Secondo le indicazioni di progetto e della D.L. si dovrà realizzare un sottofondo costituito, se non prescritto diversamente, da un letto di sabbia o sabbia stabilizzata con cemento, avendo cura di asportare dal fondo del cavo eventuali materiali inadatti quali fango o torba o altro materiale organico ed avendo cura di eliminare ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti.

Lo spessore del sottofondo dovrà essere secondo le indicazioni progettuali, o in mancanza di queste pari ad almeno 10 cm di sabbia e, dopo aver verificato l'allineamento dei tubi ed effettuate le giunzioni, sarà seguito da un rinfianco sempre in sabbia su ambo i lati della tubazione.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui. Nel caso che il progetto preveda la posa su appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole, tra tubi ed appoggi dovrà essere interposto adeguato materiale per la formazione del cuscinetto.

In presenza di falde acquefere, per garantire la stabilità della condotta, si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo.

La posa delle tubazioni, giunti e pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato.

In caso di interruzione delle operazioni di posa, gli estremi della condotta posata dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi.

I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute od urti e dovranno essere discesi nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo.

Si dovrà aver cura ed osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata.

Si dovranno adottare quindi le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensioni che possano recare danno alle condotte ed apparecchiature.

I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e, se già posati, sostituiti. Nel caso il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, anche totale, da valutare a giudizio della D.L. in relazione all'entità del danno.

Le condotte dovranno essere realizzate col massimo numero di tubi interi e di massima lunghezza commerciale in modo da ridurre al minimo il numero dei giunti. Sarà perciò vietato l'impiego di spezzoni di tubi, a meno che sia espressamente autorizzato dalla D.L..

I necessari pezzi speciali, le apparecchiature e simili, dovranno essere messi in opera con cura e precisione, nel rispetto degli allineamenti e dell'integrità delle parti più delicate. Eventuali flange dadi e bulloni dovranno rispondere alle norme UNI, essere perfettamente integri e puliti e protetti con grasso antiruggine.

Gli allineamenti di tutti i pezzi speciali e le apparecchiature rispetto alla condotta dovranno rispettare rigorosamente piani orizzontali o verticali a meno di diversa disposizione della D.L..

Gli sfiali automatici, da collocarsi agli apici delle livellette o al cambio di livellette ascendenti di minima pendenza, saranno montati secondo le previsioni progettuali e le indicazioni della D.L. (normalmente su pezzo speciale a T con saracinesca sulla derivazione).

#### **a) Posa in opera di condotte in polietilene**

Nella posa dei tubi in polietilene le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737/97 rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato.

Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura testa a testa devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI EN 12201-1÷5/04

Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura per elettrofusione devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI EN 12201-1÷5/04.

La giunzione dei tubi dovrà essere eseguita rispettando l'allineamento delle linee azzurre/gialle di costruzione apposte sui tubi.

### **ART. 32 - ALLACCIAMENTI IDRICI SU CONDOTTE IN PRESSIONE**

Gli allacciamenti idrici sulle condotte in pressione saranno eseguiti secondo i particolari e le prescrizioni di progetto mediante apposite prese a staffa a seconda del materiale e tipo di tubazione da cui ci si deriva. La condotta verrà forata mediante apposita attrezzatura foratubi, con punta adatta al tipo di materiale da forare, ponendo particolare cura per l'asportazione del truciolo o tassello di tubo onde evitare intasamenti alla condotta.

### **ART. 33 - COLLAUDO DELLE CONDOTTE IN PRESSIONE**

La condotta sarà sottoposta a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione pari ad 1.5 volte la pressione di esercizio, con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla D.L. e comunque conforme alle previsioni dell'art. 3.10 del Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985.

La prova eseguita a giunti scoperti verrà considerata positiva in base alle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dalla contemporanea verifica di tenuta di ogni singolo giunto. La medesima prova verrà quindi ripetuta dopo il completo rinterro delle tubazioni sulla base delle risultanze del grafico del manometro.

La prova a giunti scoperti avrà durata di 8 ore e la seconda, dopo rinterro, durerà 4 ore. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

I verbali, i dischi con i grafici del manometro, eventuali disegni illustrativi inerenti le prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse.

L'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flange cieche di chiusura, pompe, manometri registratori con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. L'acqua da usarsi dovrà rispondere a requisiti di potabilità, di cui dovrà essere

fornita opportuna documentazione, e la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà vietare all'Impresa l'uso di acqua che non ritenga idonea.

Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia stato l'esito.

Dopo l'esito positivo delle prove, sia le condotte che le vasche o serbatoi, dovranno essere tenuti pieni a cura e spese dell'Impresa fino a collaudo.

#### **ART. 34 - POSA DELLE TUBAZIONI A GRAVITA'**

I tubi dovranno essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

##### **a) Posa in opera di tubi in ghisa**

L'innesto dei tubi a giunto rapido dovrà essere eseguita con apposito apparecchio di trazione per assicurare un graduale scorrimento del tubo evitando strappi alla guarnizione del bicchiere. Per agevolare lo scorrimento della testa del tubo entro la guarnizione dovrà essere spalmata una apposita pasta lubrificante.

Al termine delle operazioni di giunzione dovranno essere eseguiti i necessari (anche se provvisori e quindi successivamente da rimuovere) ancoraggi a seconda del tipo di condotta, delle pressioni e delle deviazioni o pendenze, cui seguirà il rinterro parziale dei tubi con materiale idoneo fino a raggiungere un opportuno spessore (che sarà prescritto dalla voce di progetto o, in difetto dalla D.L. in funzione del diametro delle tubazioni) sulla generatrice superiore dei tubi, lasciando scoperti i giunti in attesa del risultato delle prove di tenuta idraulica.

##### **b) Posa in opera di tubi in gres**

I tubi in gres dovranno essere posti in opera, secondo le livellette prescritte, su sottofondo di calcestruzzo avente spessore non inferiore a 10 cm nel punto corrispondente alla generatrice inferiore del tubo.

L'unione dei tubi sarà realizzata con giunto doppio in poliuretano tenero. Compiute le giunzioni per un tratto di condotto si verificherà nuovamente la regolare collocazione planimetrica e altimetrica di tutti i tubi formanti il tratto stesso. La tubazione verrà poi rincalzata lateralmente con calcestruzzo, dal piano di appoggio fino a circa  $\frac{3}{4}$  del diametro, dopo di che si passerà al reinterro.

Il reinterro della trincea dovrà essere effettuato utilizzando sabbia o terra selezionata per i primi 30 cm sopra la generatrice superiore della tubazione; dopo potranno essere impiegate le terre di scavo, disponendo il materiale in strati regolari, innaffiati e costipati a regola d'arte.

Qualora si procedesse al reinterro di una condutture senza previo assenso della Direzione, l'Assuntore sarà tenuto a scoprirla onde permettere le necessarie verifiche.

Occorrendo il taglio del tubo, si eseguirà incidendo con la lima la linea di taglio e poi staccando a piccoli pezzi la parte che deve essere tolta, coll'apposito utensile.

Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo messo in opera, mediante un tampone di stracci assicurato ad una funicella, per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta.

##### **c) Posa in opera di tubi in calcestruzzo**

I tubi di cemento normale saranno normalmente posti in opera con sottofondo e rinfianchi in calcestruzzo magro di cemento. Il sottofondo ed i rinfianchi avranno le precise dimensioni risultanti dai tipi di progetto. Il sottofondo dovrà essere spianato e disposto esattamente secondo le livellette prescritte. Le superfici superiori dei rinfianchi dovranno essere intonacate e lisce in malta di cemento.

Il tubo sarà quindi posato sul sottofondo così predisposto e rincalzato lateralmente perché sia mantenuto esattamente in posto. Verrà quindi disteso lungo l'orlo del tubo già in opera un piccolo strato di malta di cemento puro e contro questo verrà spinto il tubo successivo con l'orlo pure spalmato di malta ricca di cemento. Quando questa abbia fatto presa sufficiente, dovranno essere diligentemente raschiare tutte le escrescenze sia all'esterno che all'interno. Verrà quindi gettato il calcestruzzo di rinfianco, avendo cura nella colata e nella pestonatura successiva che la tubazione non abbia minimamente a spostarsi dalla sua posizione in precedenza fissata.

Successivamente, avutone l'assenso da parte della Direzione Lavori, di procederà al reinterro della condotta impiegando dapprima materiale minuto e crivellato disposto a strati ben battuti, per un'altezza di circa 30 cm. e poi le terre di scavo, esse pure battute, bagnate, ed in strati successivi come sopra detto.

#### **d) Posa in opera di tubi in P.V.C.**

I tubi in p.v.c. saranno normalmente posti in opera con sottofondo, rinfianchi e ricoprimento in sabbia o calcestruzzo.

Il sottofondo dovrà essere spianato e disposto esattamente secondo le pendenze prescritte ed il suo spessore non dovrà essere inferiore a cm. 10+1/10 Ø.

La posa del tubo sarà fatta avendo cura che l'appoggio sia uniforme su tutta la lunghezza in modo da evitare successive sollecitazioni o cedimenti.

Il taglio dei tubi sarà eseguito normalmente all'asse a mezzo sega a denti fini o di fresa e l'estremità ricavata dovrà essere smussata conservando all'orlo uno spessore variabile crescente con i diametri secondo valori indicati dal fabbricante e dal D.L.

Le giunzioni saranno sempre eseguite previa accurata pulizia e verifica dell'integrità delle parti da congiungere.

Nella posa di tubi con giunzioni del tipo scorrevole, siano essi con giunti a bicchiere o con manicotti, dotati di guarnizioni elastomeriche il tubo non dovrà essere posto a contatto con il fondo del bicchiere ma in considerazione di eventuali dilatazioni della condotta si dovrà prevedere la possibilità di allungamento del tubo in ragione di mm. 3 ogni ml. di lunghezza e comunque non meno di mm. 10 ogni giunto.

Nella posa di tubi con giunti del tipo non scorrevole, sia per giunti a bicchiere che per giunti a manicotto, con tenuta mediante incollaggio, le parti da congiungere saranno pulite con adatto solvente e si userà l'apposito collante fornito dalla ditta produttrice del tubo, spalmandolo sia all'interno del bicchiere che all'esterno della punta del tubo da inserire, introducendo poi la punta del tubo fino in fondo al bicchiere; si dovranno inoltre inserire nella tubazione i necessari giunti di dilatazione ad intervalli da calcolarsi di volta in volta in relazione alle condizioni di esercizio.

Il collegamento a manufatti (quali pozzetti, ecc.) dovrà avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica ottenuta mediante adeguato pezzo speciale in p.v.c. dotato di guarnizione elastomerica o di altro materiale reperibile in commercio approvato dalla D.L.

Posati i tubi il rinfianco dovrà essere effettuato con azione concorde ai due lati del tubo per almeno cm. 20 per lato fino al piano diametrale.

Successivamente, avutone l'assenso da parte della D. L.: si procederà al ricoprimento del tubo sempre con materiale sciolto per uno spessore di cm. 15 misurato sulla generatrice superiore del tubo. Ultimata questa operazione si effettuerà il riempimento con il materiale di risulta dello scavo, spurgato del pietrame superiore a cm. 10, per strati successivi non superiori a cm. 30 di altezza ben costipati o bagnati, se necessario almeno fino a ml. 1 di copertura.

Il ricoprimento totale del tubo così posato non dovrà essere superiore a ml. 6.00 se in trincea ed a ml. 4.00 se sotto terrapieno; non dovrà altresì essere inferiore a ml. 1.50 se sottostante strade a traffico pesante ed a ml. 1.00 se sottostante strade a traffico leggero.

Per valori di profondità diverse o per condizioni particolari si dovranno adottare opportuni accorgimenti di protezione e ripartizione di carichi (quali annegamento dei tubi in cls) come indicato nei particolari costruttivi o dalla D.L.

#### **ART. 35 - ALLACCIAMENTI ALLA CONDOTTA FOGNARIA**

I collegamenti alla tubazione saranno eseguiti mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta durante la sua costruzione.

Eccezionalmente la D.L. potrà autorizzare l'esecuzione di allacci successivamente alla realizzazione della condotta. In quel caso si dovrà perforare dall'alto accuratamente la tubazione mediante carotatrice con corona cilindrica delle dimensioni della tubazione da allacciare. Il collegamento sarà realizzato da un pezzo speciale stabile nella sua posizione e sigillato alla giuntura, che assicuri la tenuta idraulica come la rimanente tubazione e non sporga all'interno della condotta principale.

#### **ART. 36 - COLLAUDO DELLE TUBAZIONI A GRAVITA'**

Il collaudo dovrà essere eseguito in conformità al progetto di norma ENV 1401-3 per le tubazioni in resine plastiche, alla normativa UNI EN 1610/99 per le tubazioni in calcestruzzo, e alla normativa DIN 4033 per le tubazioni in gres ceramico.

## ART. 37 - POZZETTI

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozetto, eventualmente prescritte.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di  $40 \pm 5^\circ$  IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1/97, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna > a 1000 mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

## ART. 38- CHIUSINI PER CAMERETTE

Di norma per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa o in ghisa unita a calcestruzzo. I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o rettangolare a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere liscie e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno. La Direzione Lavori potrà richiedere chiusini con fori di aerazione e muniti di appositi cestelli per la raccolta del fango. Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, l'indicazione della Stazione appaltante come risultante dai tipi normali.

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per gli impieghi sottoelencati, al carico di prova da indicare, ricavato in fusione, su ciascuno elemento:

- su strade statali e provinciali, ed in genere strade pubbliche con intenso traffico di scorimento: t 40;
- su marciapiedi, giardini, cortili a traffico pedonale: t 15;

Per carico di prova si intende quel carico, applicato come al successivo paragrafo, in corrispondenza del quale di verifica la prima fessurazione.

Per la loro ammissibilità, ai fini dell'accertamento di rispondenza della fornitura, i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rottura eseguite su un numero di elementi pari a uno ogni cento di fornitura con un minimo di tre elementi. Tutte le spese saranno a carico dell'appaltatore.

Le spese saranno a carico della stazione appaltante solo se venga richiesta, e dia esito positivo, una prova su fornitura inferiore ai venti elementi.

Per la validità dei relativi certificati le prove dovranno essere eseguite presso laboratori ufficiali o presso Istituti specializzati secondo norme vigenti.

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, si da garantire la perfetta orizzontalità. La forza di pressione verrà

esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm il cui bordo inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm. Il piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone, per garantire il perfetto, completo appoggio.

La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentano il raggiungimento del carico di prova in quattro minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova di fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri due elementi, indipendentemente dalla consistenza della fornitura, ed il carico di rottura risulterà dalla media di tre valori.

Se tutti i campioni superano i prescrittivi esami le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di elementi provenienti dalla stessa fornitura.

Se i nuovi elementi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione Lavori è autorizzata a rifiutarla.