



# PROVINCIA DI MODENA

Area Lavori Pubblici

Direttore Ing. Alessandro Manni

Servizio Manutenzione Opere Pubbliche

telefono 059 209 623 fax 059 343 706

via Pietro Giardini 474/c Direzionale 70, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363

centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadimodena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

## S.P. n° 486 DI MONTEFIORINO

### LAVORI PER LA RICOSTRUZIONE DEL CORPO STRADALE IN FRANA AL km 75+650 IN COMUNE DI FRASSINORO

## PROGETTO ESECUTIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

**PE017.2**

### CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO NORME TECNICHE

PROT. n°

SCALA

DATA **Luglio 2013**

CL.

revisione

data

descrizione

redatto

controllato

approvato

DEL

FASC.

SUB



ubicazione intervento

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

F.to Dott. Ivano Campagnoli

PROGETTISTA

F.to Dott. Ing. Eugenio Santi

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE

F.to Geom. Alessandro Magagnoli

F.to Geom. Alessandro Vancini

CALCOLATORE STRUTTURALE

F.to Ing. Rodolfo Biondi

DISEGNATORE

F.to Geom. Alessandro Vancini

CONSULENTE GEOLOGICO

F.to Dott. Lorenzo Del Maschio

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

F.to Geom. Alessandro Magagnoli

## **PARTE SECONDA e PARTE TERZA PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **Indice**

PARTE SECONDA.....	3
QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	3
Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali .....	3
Art. 2 - Prove sui materiali.....	5
PARTE TERZA.....	5
NORME PER L'ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO .....	6
A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE .....	6
MOVIMENTI DI MATERIE .....	6
Art. 3 - Tracciamenti .....	6
Art. 4 - Scavi e rilevati in genere.....	6
Art. 5 - Formazione dei rilevati.....	8
Art. 6 - Rilevati e rinterri addossati alle murature.....	10
Art. 7 - Disboscamento, decespugliamento e taglio di vegetazione selettivo .....	10
B) OPERE D'ARTE .....	11
Art. 8 - Scavi.....	11
Art. 9 - Malte e conglomerati.....	12
Art. 10 - Opere in cemento armato normale e precompresso .....	12
Art. 11 - Acciaio per c.a. e per c.a.p. ....	21
C) CORPO STRADALE .....	22
Art. 12 - Preparazione del sottofondo .....	22
Art. 13 - Costipamento del terreno in sito .....	22
Art. 14 - Sovrastruttura stradale .....	22
Art. 15 - Applicazione membrana rinforzata .....	36
Art. 16 - Scarificazione di pavimentazioni esistenti .....	37
Art. 17 - Fresatura di strati in conglomerato bituminoso.....	37
F) BARRIERE DI SICUREZZA.....	38
Art. 18 - Barriere guard-rail e parapetti metallici .....	38
I) PALIFICATE DI FONDAZIONE.....	40
Art. 19 - Palificate di fondazione.....	40
Art. 20 - Conservazione della circolazione - ripristino della viabilità' e delle aree occupate.....	43
L) NORME GENERALI .....	44
Art. 21 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori.....	44

**Nel presente capitolato speciale d'Appalto, il D.M. 14/02/1992, integrato dal D.M. 09/01/1996, è sempre da ritenersi integrato o sostituito dal D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e successive modificazioni (S.O. n.30 G.U. n.29 del 04/02/2008) e dalla Circolare 02/02/2009 n.617 del Consiglio Superiore dei LL.PP. (S.O. n.27 G.U. n.47 del 26/02/2009).**

E' inoltre tassativamente obbligatorio il rispetto di qualsiasi disposizione normativa che, benché non espressamente riportata nel testo, integri, modifichi o sostituisca quelle indicate.

E' altresì obbligatorio il rispetto di tutte le vigenti disposizioni normative, ancorché non direttamente citate nel testo, che regolino le forniture e le lavorazioni, nessuna esclusa, previste in progetto.

Le norme del presente Capitolato Speciale d'Appalto si intendono comunque integrate dalle note specifiche riportate negli elaborati grafici progettuali; qualora si evidenziassero discordanze fra prescrizioni di Capitolato e prescrizioni riportate negli elaborati grafici di progetto, queste ultime prevalgono.

## PARTE SECONDA

### QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come da caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art.21 del Capitolato Generale. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I materiali provveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati. Per i materiali non indicati si rimanda agli specifici articoli riportati nel seguito.

#### a) Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n.65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art.21 della Legge 1086/71.

#### b) Leganti idraulici

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992 alla legge 26 maggio 1965 n.595 (G.U. n.143 del 10/06/1965 ). I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art.1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

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

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art.1 lettera D) ed E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da :

-D.M.31.8.1872 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche (G.U. 287/1972)

#### c) Calci aeree - Pozzolane

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico" del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Edizione 1952.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14.02.92 "Norme tecniche per l'esecuzione delle costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm.7 (per larghezza si intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatura) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm.5 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.

#### d) Pietrischi-Pietrischetti-Graniglie-Sabbie-Additivi da impiegare per pavimentazioni

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

#### e) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed.

giugno 1945".

Dovranno essere costruiti 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%.

f) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi  
Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14.02.92 "Norme tecniche per l'esecuzione delle costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm.7 (per larghezza si intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm.5 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.

g) Pietra naturale

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali ed in perfetto allineamento.

h) 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.

i) Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto, in particolare essi si distinguono in:

1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art.21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

Il ferro per cemento armato, liscio o ad aderenza migliorata, dovrà essere del tipo previsto nel progetto esecutivo delle opere d'arte. Di norma si userà acciaio FeB38K controllato o FeB44K non controllato ( $\sigma_{am}=220Nw/mm^2$ ).

2) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art.21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

3) i profili sagomati a freddo per la costruzione delle parti di parapetto saranno di acciaio del tipo Fe430 con  $R_m = 43 N/mm^2$ , mentre quelli per la formazione dei paletti di recinzione di acciaio del tipo Fe360 con  $R_m = 60 N/mm^2$ ;

4) il lamierino di ferro per la formazione di guaine per armatura da c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo di qualità extra dolce e di spessore uguale a 2/10 mm.

l) Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo.

Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni scientifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabile facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

m) 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.

Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60-80, B 40-50, B 30-40, per asfalto colato 20-30.

n) Bitumi liquidi o flussati

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

o) Teli di "geotessile"

Il telo "non tessuto" avrà le seguenti caratteristiche:

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

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

- 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 sito);
- 3) resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm. di larghezza non inferiore a 600 Nw/5 cm (I), con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 Nw/5 cm o a 1500 Nw/5 cm., fermi restando gli altri requisiti.

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

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

## **Art. 2 - Prove sui materiali**

a) Certificato di qualità

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc..) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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

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

b) Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a: 1000 mc per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi. 500 mc per i conglomerati cementizi. 50 tn. per i cementi e le calci. 5000 mt. per le barriere. Il Direttore dei lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore. Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità. Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. 16 "Penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

c) Prove di controllo in fase esecutiva.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture dei 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 un Laboratorio ufficiale.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso gli Uffici dell'Amministrazione, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti dalle prove eseguite dai Laboratori Ufficiali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

## **PARTE TERZA**

## **NORME PER L'ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO**

### **A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE MOVIMENTI DI MATERIE**

#### **Art. 3 - 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 i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate ed alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure stabilire, nelle tratte che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o gorbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone 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.

#### **Art. 4 - Scavi e rilevati in genere**

Gli scavi ed i rilevati, occorrenti per la formazione del corpo stradale, e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conforme le previsioni di progetto, salvo eventuali varianti che fosse per disporre la Direzione dei Lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale.

L'appaltatore dovrà consegnare le trincee ed i rilevati, nonché gli scavi e riempimenti in genere, a giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate con i cigli ben tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

##### **a) SCAVI**

Nella esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto e che sarà ritenuta necessaria allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate in caso di inadempimento delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Inoltre dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche se occorre con canali fuggatori.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale, depositandole su aree che l'appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori, o alle proprietà pubbliche o private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche o private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

##### **a1) Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento 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 dello scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

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

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

##### **a2) Scavi di fondazione**

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

occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate. Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

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

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

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

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

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

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

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m.0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

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

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto. L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

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

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

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice.

L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. all G.U. n. 127 del 01/06/1988).

#### b) RILEVATI

Per la formazione dei rilevati, si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori per la formazione di rilevati, dopo aver provveduto alla cernita e separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaiamento, costruzioni murarie, etc. i quali restano di proprietà dell'Amministrazione come per legge.

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'impresa è tenuta ad effettuare le seguenti prove sul terreno sottostante il piano di posa mediante prelievo di campioni rappresentativi ad intervalli che saranno indicati dalla D.L.:

- analisi granulometriche per la classifica secondo la tabella CNR U.N.I. 10006;
- determinazione dell'umidità percentuale in sito;
- prova Proctor mod. (AASHO T - 180 -64) per stabilire la densità secca massima ed il relativo ottimale di umidità (OMC);
- determinazione dei parametri di coesione e di attrito interno (eventuali);
- il rilevamento del livello delle acque sotterranee.

L'Impresa dovrà inoltre presentare il calcolo della portanza dei piani di posa eseguito secondo uno dei metodi correntemente accettati (Prandt - Taylor - Terzaghi, ecc.).

Nel caso di terre di natura limo-argillosa o torbosa l'Impresa dovrà eseguire le necessarie prove triassali ed edometriche per stabilire il carico di rottura del terreno e, in corrispondenza dei rilevati, l'entità dell'abbassamento dei piani di posa ed i tempi di consolidamento.

**b1) Il piano di posa della sovrastruttura nei tratti in scavo** sarà preparato, a seconda della natura del terreno, nei modi seguenti:

b1.1) Nel caso di roccia da mina, salvo diverse istruzioni da parte della D.L. - lo scavo sarà portato a circa 15 cm. al di sotto delle quote di progetto provvedendo poi a ripristinare le quote stesse nel modo indicato, costipando poi il materiale ad almeno il 95% della densità Proctor mod.

In ogni caso nessun spuntone di roccia dovrà sporgere oltre due centimetri dalle quote previste dal piano di posa.

b1.2) Quando il terreno appartiene ai gruppi A-1, A-2, A-3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006, si procederà alla compattazione, previa scarificazione ed aggiustamento del contenuto di umidità, per una profondità di cm.30 così da raggiungere la stessa densità richiesta al precedente n.1. Potranno essere scartati quelli dei sottogruppi A-2-6 ed A-2-7 con indice plastico superiore a 15 se si temono risalite di acque per capillarità, salvo i provvedimenti indicati in seguito.

b1.3) Quando il terreno appartiene ai gruppi A-4, A-5, A-6, A-7, A-8 di cui alla citata classifica, la D.L. potrà ordinare a suo insindacabile giudizio:

- la stabilizzazione dello strato superiore, per uno spessore di almeno 30 cm. e la successiva compattazione ad una densità variante tra il 95 ed il 100% della densità Proctor mod. a seconda della natura della terra;

- la sostituzione dello strato stesso per uno spessore che dovrà essere stabilito dalla D.L. con altro materiale idoneo che dovrà essere compattato alla densità richiesta al prec. n.1.

b1.4) Nel caso di sottofondi formati con terre del tipo A-2.6, A-2.7, A-4, A-5, A-6, A-7 e qualora le acque sotterranee salgano a meno di 60 cm. dal piano di posa, la D.L. potrà ordinare l'interposizione di uno strato drenante in sabbia (minimo spess. cm. 10) oppure in tessuto non tessuto, che elimini l'ascensione capillare ed il refluisce alla sovrastruttura e/o l'abbassamento del livello della falda.

b2) Quando il **piano di posa è rappresentato da una superficie stradale** esistente la D.L. stabilirà, in base alla natura di tale superficie ed all'altezza del rilevato, se scarificarla per almeno 30 cm. di profondità e compattando come specificato al prec. a-1 oppure lasciare la superficie indisturbata. Quando il rilevato non supera i 60 cm. si ricorrerà comunque alla scarifica e compattazione. Nel caso in cui la sovrastruttura poggia direttamente sulla strada esistente, la D.L. potrà richiedere di ripristinare il piano di posa alle quote di progetto colla stesa di conglomerato bituminoso aperto.

Quando la larghezza della superficie stradale esistente è minore della larghezza della sovrastruttura, la parte del sottofondo vergine, sarà trattata come tale e in conformità a quanto prescritto in seguito.

b3) **I piani di posa dei rilevati** avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o gradonati secondo i disegni di progetto. La loro quota sarà di norma a 20 cm. sotto il piano di campagna corrispondendo questo spessore allo strato di terreno vegetale che, salvo diverse istruzioni della D.L. dovrà essere utilizzato direttamente o previo stoccaggio per il rivestimento delle scarpate dei rilevati o per il ripristino cave di prestito già esaurite. Prima di questa operazione, l'impresa avrà provveduto alla rimozione di qualsiasi materiale di altra natura vegetale quali radici, cespugli, alberi, secondo quanto prescritto dalla D.L.

La D.L. si riserva la facoltà di ordinare una profondità di scavo maggiore di 20 cm.

Quando i rilevati da eseguire poggiano su declivi con pendenza superiore al 15% la formazione del rilevato verrà preceduta, oltre che dalla asportazione del terreno vegetale come sopra precisato, anche dalla gradonatura del pendio, con inclinazione inversa a quella del terreno naturale e con gradoni di altezza non inferiore a 50 cm.

A ciò farà seguito la preparazione del piano di posa secondo le norme indicate di seguito.

L'Impresa dovrà assicurare lo smaltimento delle acque fin dall'inizio della formazione dei gradoni.

Il sottofondo dovrà risultare costipato per la profondità di almeno 30 cm. ad una densità relativa non minore del 95% della densità massima Proctor mod. (90% se il rilevato è più alto di 50 cm.).

Oltre alle prove in sito sulla densità, la D.L. controllerà il comportamento del piano di posa mediante la determinazione della capacità portante espressa dal modulo di deformazione  $M_d$  (norme tecniche del C.N.R. - A.I. n.9 dell'11.12.1967) ricavato con prove di carico applicando la piastra da 30 cm. di diametro e calcolato al primo ciclo di carico nell'intervallo compreso fra gli incrementi di carico fra 0,5 ed 1,5 Kg/cm. Il modulo non dovrà risultare inferiore a 150 Kg/cmq. in condizioni di umidità del materiale prossime all'ottimale.

Nel caso il  $M_d$  risultasse inferiore anche incrementando lo sforzo compattivo è facoltà della D.L. di richiedere altri interventi quali drenaggi, correzioni mediante stabilizzazione od ancora la sostituzione del materiale.

## **Art. 5 - Formazione dei rilevati**

Oltre quanto specificato al precedente articolo, l'Impresa prima di dar corso alla costruzione dei rilevati dovrà, di norma, completare la costruzione degli attraversamenti minori (tombini) e drenaggi ad essi sottostanti e gli eventuali muri di sostegno o gabbionate.

I rilevati saranno costruiti secondo le forme e dimensioni dei disegni di progetto. E' ammessa una tolleranza massima di 3 cm. rispetto alle quote indicate per il piano di posa della sovrastruttura. Non sono ammessi nel corpo dei rilevati tronchi, radici, ceppi, arbusti, erbe, terreno gelato ed altri materiali dannosi.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le terre provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei gruppi A-1, A-2, A-3 della classifica C.N.R. U.N.I. 10006. L'impiego delle terre degli altri gruppi (con la esclusione comunque del gruppo A-8), nonché di materiali vulcanici anche non classificabili potrà avvenire solo per esplicita autorizzazione della D.L.

E' facoltà dell'Impresa, qualora tale tecnica non sia prevista negli elaborati di progetto di ricorrere alla stabilizzazione di terre appartenenti ai gruppi esclusi.

Nel caso il rilevato venga costruito con terre del tipo A-6 ed A-7 in zone a clima molto asciutto per cui sia probabile la formazione di fessure per effetto del ritiro, si dovrà provvedere a proteggere le scarpate e le banchine con terra non soggetta a tale fenomeno. L'ultimo strato del rilevato sottostante la sovrastruttura e per uno spessore di almeno 30 cm. salvo particolari deroghe da parte della D.L. dovrà essere costituito da terre dei gruppi A-1, A-2-4, o A-2-5.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia, la pezzatura massima accettabile è di 30 cm.; gli elementi compresi tra 10 e 30 cm. non potranno superare il 30-70% del materiale costituente il rilevato col limite minore per i rilevati più bassi; il passante al setaccio da 20 mm. circa il 20%. Nello strato superiore del rilevato, per uno spessore di almeno 80 cm. non sono ammessi elementi superiori ai 10 cm. Il materiale roccioso sarà steso in strati non eccedenti i 70 cm. sciolto e compattato come specificato più avanti; i vuoti tra le pietre più grosse dovranno essere riempiti con materiale più fine, mentre per il costipamento si useranno supercompattatori da almeno 30 ton. su ruote pneumatiche del tipo statico, oppure rulli vibranti del peso statico di almeno 5 ton.

Le terre provenienti da scavi nella sede stradale che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o per altri usi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stessa a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, sia agli effetti del drenaggio, che dal punto di vista estetico, restando a carico dell'Impresa ogni spesa ed indennità per occupazione delle aree di deposito.

Oltre quanto specificato al prec. art. 8 l'Impresa dovrà aprire cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alla idoneità delle terre da utilizzare che dovranno appartenere ad uno dei gruppi A-1, A-2-4, A-2-5, A-3 e salvo le necessarie autorizzazioni a suo totale carico.

Nelle aree soggette ad allagamenti e prolungata saturazione del rilevato quali ad esempio gli approcci ai ponti, il materiale da usare per lo stesso, a meno che non si tratti di roccia, dovrà essere del tipo A-1-a, A-1-b oppure A-2-4 con le eccezioni riportate in precedenza.

Materiali di natura diversa quali argille, sabbie, detriti rocciosi, destinati allo stesso rilevato dovranno essere depositi a strati alterni per l'intera larghezza e, se la D.L. lo riterrà necessario, mescolati a mezzo di scarificatori od erpici.

I rilevati saranno costruiti per strati successivi di altezza, a strato sciolto, variabile da 30 cm. per le terre fino a 50 cm. o più per le ghiaie e detriti di roccia e sempreché i mezzi compattativi siano idonei.

E' proibito l'impiego dell'apripista (bulldozer) nella formazione dei rilevati ed altrettanto degli escavatori a benna trascinata, salvo la speciale autorizzazione della D.L. e quanto altro macchinario provveda a stendere la terra in strati uniformi.

La costruzione dei rilevati deve essere sospesa in periodi di gelo o su terreno gelato.

Quando non siano da temere gli effetti della pioggia, il rilevato sarà costruito mantenendo la superficie di posa leggermente concava. Nel caso opposto, si manterrà una superficie convessa con una pendenza laterale variabile tra il 2 e il 5%.

In ogni caso l'opera di compattazione deve essere accompagnata da quella di motograders che curino con continuità la sagomatura evitando solchi ed avvallamenti dove l'acqua potrebbe ristagnare.

Pur lasciando libera la scelta dell'Appaltatore del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per le terre dei rilevati appartenenti ai gruppi A-1, A-2, A-3 un costipamento a carico dinamico-sinusoidale o un costipamento a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale, mentre per le terre appartenenti agli altri gruppi si adotteranno compattatori del tipo a piede di pecora e/o gommati.

La D.L. può esigere che tutto il materiale da portare a rifiuto venga sistemato ad allargamento dei rilevati stradali e purché non sia superata la distanza di Km.2, l'Impresa non avrà motivo di chiedere compensi, dovendo ciò ritenersi incluso nel prezzo di elenco anche se non è esplicitamente indicato.

Accertati in laboratorio, mediante la prova Proctor modificata i valori della densità secca massima e dell'ottimale di umidità per le varie terre impiegate, ogni strato dovrà essere compattato così da raggiungere una densità non inferiore al 90% del valore Proctor mod. (per materiali con densità secche superiori a 1,80 Kg/dmc. si potrà tollerare l'80% minimo). L'ultimo strato per almeno 30 cm. sottostante la sovrastruttura dovrà avere una densità non inferiore al 95% del valore Proctor mod. A prescindere dai risultati delle prove, il contenuto di umidità di una terra fine è da ritenersi troppo alto quando, dopo ripetuti passaggi del rullo a piede di pecora, questi continuano a sollevare grumi di terra ed il rullo non tende ad alzarsi. Impiegando invece altri tipi di rullo l'umidità è da ritenersi eccessiva, quando la terra "gonfia" davanti o dietro al rullo ed il macchinario di trasporto della terra lascia orme troppo profonde sul suo percorso.

Oltre alla densità minima richiesta, per l'ultimo strato dovrà ottenersi un modulo di deformazione Md il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella ottimale, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> non dovrà essere inferiore ai 350 Kg/cm<sup>2</sup>. Tale portanza dovrà essere il più possibile uniforme; in tal senso si prescrive che nelle sezioni miste ed in corrispondenza dei punti di passaggio longitudinali, i controlli debbono essere eseguiti a coppie, uno sul riporto ed uno sullo scavo adiacenti al punto di passaggio; i valori risultanti non dovranno dare scarti sensibili.

Nella costruzione del rilevato l'Impresa provvederà affinché le scarpate e le banchine siano rivestite di terra vegetale per uno spessore massimo di cm.50 riservandosi la D.L. la facoltà di stabilire ed ordinare, anche in corso d'opera, spessori diversi senza che l'Impresa a questo titolo possa accampare riserve.

Per la formazione della coltre di terra vegetale da stendere in eventuali banchine, aiuole e simili, si procederà secondo disegni.

La terra vegetale potrà provenire sia dallo scoticamento del piano di campagna che da altre zone purché possieda caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione.

Il rivestimento delle scarpate, del ciglio delle banchine e di altre superfici con terra vegetale dello spessore citato, seguirà d'appresso la costruzione del rilevato e dovrà essere costipato con idonei mezzi meccanici procedendo in modo da assicurare una superficie regolare.

Qualora nel rilevato si verificassero cedimenti sia durante la sua costruzione, che in seguito, da attribuire a trascuratezza delle norme esecutive specificate in precedenza, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Nel corso del lavoro l'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte del rilevato, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere, possibilmente, il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

In deroga a quanto precedentemente esposto, ed esclusivamente dietro specifica approvazione della D.L., è consentito l'uso, per lo strato di sommità del rilevato (sottofondazione stradale), l'impiego di materiali non previsti dalla classificazione CNR UNI 10006, provenienti da recupero di inerti artificiali, trattati in idonei impianti di riciclaggio e granulometricamente stabilizzati.

Allo stato di fornitura, tali materiali dovranno avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovranno rientrare nel fuso granulometrico indicato al successivo art. 19) par. A) pto. 2).

Non dovranno essere presenti componenti lenticolari in quantità superiore al 30 % (CNR BU n° 95).

Non dovranno essere presenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) nè contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n° 343 del 15.12.82.

Preliminarmente dovranno essere eseguiti i seguenti esami di qualificazione, vincolanti per l'approvazione del materiale:

- a) determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova Proctor modificata (CNR BU n° 69);
  - b) determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
  - c) verifica della sensibilità al gelo (CNR Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale che non subisce perdite superiori al 2 % in peso;
  - d) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- Durante la posa in opera, dovendosi operare lo sminuzzamento di tutta la frazione lenticolare, si dovrà procedere per strati di spessore non superiore a 30 cm. costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante. Sugli strati dovranno essere condotte prove di carico su piastra del diametro  $\varnothing = 30$  cm. così ripartite:

- per gli strati inferiori:
  - n° 1 prova ogni 1000 mc. di materiale posto in opera;
  - gli strati posti a quota -2.00 mt. dal piano di posa della fondazione stradale dovranno fornire un valore del modulo di deformazione Md 150 kg/cm<sup>2</sup>, mentre quelli a quota -1.00 dovranno fornire un valore di Md 250 kg/cm<sup>2</sup>, entrambi i valori valutati nell'intervallo di pressione tra 0.5 ed 1,5 kg/cm<sup>2</sup>;
- per quote intermedie a quelle citate il valore di Md richiesto si otterrà per interpolazione lineare;
- per lo strato di sommità (piano di posa della fondazione):
  - n° 1 prova ogni 500 mc di materiale posto in opera;
  - saranno ritenuti idonei gli strati che forniranno un modulo di deformazione Md 500 kg/cm<sup>2</sup> nell'intervallo di pressione compreso tra 1,5 e 2,5 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Art. 6 - Rilevati e rinterri addossati alle murature**

Per i rilevati addossati alle murature o muri in calcestruzzo, occorrerà usare ogni diligenza per favorire una omogenea compattazione degli stessi.

La compattazione dovrà essere effettuata per strati con piastra vibrante di peso adeguato e fino al raggiungimento delle densità richieste (95% AASHTO mod. per rinterri sotto strade e 90% negli altri casi).

E' vietato addossare terrapieni o riempimenti a murature od a opere in c.a. prima del raggiungimento della resistenza adeguata.

#### **Art. 7 - Disboscamento, decespugliamento e taglio di vegetazione selettivo**

Il disboscamento ed il taglio di vegetazione potranno eseguirsi in due modi:

A) manualmente con l'impiego di attrezzi da taglio, motoseghe, decespugliatori, manovrati direttamente dall'uomo.

B) meccanicamente con l'impiego di macchine operatrici attrezzate con barre a coltelli taglienti snodati, azionati da motore o motore idraulico con presa di forza della macchina operatrice o con proprio motore ausiliario. Il taglio dovrà avvenire il più possibile rasente al suolo con successiva cernita, accumulo del materiale di risulta e sua abbruciatura ove possibile, ovvero, a discrezione della D.L. fatto caricare e trasportare a rifiuto a cura dell'impresa. Il materiale che sfuggirà alla raccolta non dovrà avere quantità superiori a quelle che possono essere facilmente e rapidamente biodegradate dal corso d'acqua. L'operatività in presenza di strade pubbliche e/o comunque di terzi, non adibiti al cantiere, dovrà essere regolata con opportuni segnali e con personale dell'impresa che mantenga i non addetti ai lavori a distanza di sicurezza dalla zona di taglio.

Nel caso in cui per eventi di piena anche improvvisi, si verificassero trasporti di materiale tagliato e non ancora allontanato dall'alveo, l'impresa è responsabile di tutti i danni che tale materiale potrà provocare lungo l'asta del corso d'acqua e dovrà comunque andare a recuperarlo a propria cura e spese.

## **B) OPERE D'ARTE**

### **Art. 8 - Scavi**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o dal punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui al comma precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

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

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiatura, restando a suo carico ogni danno alle cose e alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi.

Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe di fondazione.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi nei cavi, non oltre però il limite massimo di cm.20 previsto nel titolo seguente, l'appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette escavazioni, armature puntellature e sbadacchiature, nella quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarle ad opera compiuta.

Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale ed anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di cm. 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al di sotto del piano di livello situato alle accennate profondità di acqua di cm.20.

Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza d'acqua precedentemente indicate, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno, e tali esaurimenti gli saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Impresa sarà perciò tenuta ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acqua proveniente dall'esterno.

Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Gli scavi a sezione obbligata per drenaggi verranno equiparati, salvo non sia disposto diversamente dall'elenco prezzi, a quelli di fondazione.

### **Art. 9 - Malte e conglomerati**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1) malte:

Per ogni mc. di sabbia:

a) Malta idraulica normale per murature:

Calce idraulica ..... Q.li 3,50

b) Malta cementizia per murature:

Cemento tipo 325 ..... Q.li 3

c) Malta cementizia per intonaci e stuccature:

Cemento tipo 325 ..... Q.li 4

2) conglomerati cementizi:

Per mc. 0,400 di sabbia e mc. 0,800 di ghiaia o pietrisco:

a) Per fondazioni:

Cemento tipo 325 .....Q.li 2

b) Per elevazioni in cemento semplice o armato:

1) cemento tipo 325 .....Q.li 3

2) cemento tipo 425 .....Q.li 3

3) cemento tipo 425 .....Q.li 3.5

4) cemento tipo 425 .....Q.li 4

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

I materiali per le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi del peso determinato, dovranno ad ogni impasto, essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione e che l'appaltatore sarà in obbligo di provvedere a mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione, oppure dosati a peso se il confezionamento avviene in opportuno impianto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro.

I residui di impasti che non dovessero, per qualsiasi ragione essere impiegati, dovranno essere gettati a rifiuto.

### **Art. 10 - Opere in cemento armato normale e precompresso**

#### **a) Generalità**

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

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

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

- della legge 5 Novembre 1971, n°1086 "Norme per disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n.321 del 21.12.1971);

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

- della legge 2 Febbraio 1974, n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"(G.U n.76 del 21.03. 1974);

- del D.M. 19.06.1984 n.24771 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n.26 del 31.01.1985);

- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche (G.U. n.108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 10.07.1986;

- del D.M.4 Maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U.n.24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.34233 del 25.02.1991;

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

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

**a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;**

**b)** i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua- cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

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

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

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

### **b) Cemento**

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

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

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

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

### **c) Inerti**

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **d) Acqua**

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

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

#### **e) Additivi**

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

#### **f) Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione della resistenza a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 14 febbraio 1992.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n°3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n.2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo sarà andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre opere.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

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

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

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

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

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 14 febbraio 1992 campioni di materiale e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

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

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

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

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

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

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4.76 mm.

La percentuale in peso del materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm. La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto. In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

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

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

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

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

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

### **g) Confezione**

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

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2% Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

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

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

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

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesatura senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo.

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

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

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

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

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0° C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le

norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

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

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

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

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

E' facoltà della direzione lavori di rifiutare carichi di cls non rispondenti ai requisiti prescritti.

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura del materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

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

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

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

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

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

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

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

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

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

## **h) Stagionatura e disarmo**

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

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M.14 febbraio 1992.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto. Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

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

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

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

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

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

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

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

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

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque e d'infiltrazione. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili. Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### **i) Predisposizione di fori, tracce e cavità, ecc.**

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

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

#### **l) Manufatti prefabbricati prodotti in serie (in conglomerato normale o precompresso misti laterizi e cemento armato, e metallici)**

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971, n.1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme. La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

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

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art.9. anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto nel precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

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

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli. Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art.6 della Legge 1086.

### **m) Conglomerati cementizi preconfezionati**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163 -79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

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

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

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

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

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

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

### **n) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari**

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

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

Nella posa delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio. Qualora le opere in cemento vengano costruite in prossimità dei litorali marini, osserveranno le prescrizioni previste dal D.M. 14 febbraio 1992;

a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalla predette sostanze nocive;

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

c) subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari

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

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

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

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

### **o) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel D.M. 14 febbraio 1992.

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

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

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

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

2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm.2 di lato;

3) l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;

4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4000-5000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;

5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;

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

### **p) prescrizioni particolari sulla composizione dei calcestruzzi da impiegarsi in ambienti aggressivi (presenza di sali disgelanti, gelo e disgelo e presenza di acqua)**

I calcestruzzi da impiegare per la costruzione di solette, marciapiedi, cordoli, di ponti e viadotti, soggetti alla aggressione dei sali disgelanti ed alla azione dell'acqua (carbonatazione, dilavamento, gelo-disgelo) dovranno avere le seguenti caratteristiche (norma UNI 9858)

-un rapporto a/c non superiore a 0,50;

-un dosaggio di cemento non inferiore a 300 e 200 kg/m<sup>3</sup> rispettivamente per strutture armate e non;

-la non gelività degli aggregati;

-la presenza di un certo volume d'aria (4-6%)

□.-la impermeabilità del calcestruzzo.

Resistenza caratteristica (Rckd) richiesta per la durabilità delle opere esposte all'ambiente aggressivo precedentemente indicato:

	325 Pt	325 Pz	325 Pz	325 Af	425 Pt	425 Pz	425 Af	525 Pt
Normale	30	28	28	37	37	37	45	
Armato	30	28	28	37	37	37	45	40
Precompresso	30	28	28	37	37	37	45	50

Al fine di evitare i danni derivati dalla presenza di cloruro di sodio e di calcio, entrambi impiegati come sali disgelanti stradali, verranno impiegati cementi d'alto forno ad alto contenuto di loppa (almeno 50%) o in alternativa la presenza di fumo di silice (almeno il 15%) accanto al cemento Portland.

### **q) Caratteristiche del calcestruzzo armato con fibre d'acciaio**

La quantità dello spritz - fibroarmato viene verificata mediante prove di:

- 1) resistenza a compressione;
- 2) capacità di assorbimento di energia.

Pannelli di prova devono essere collocati in casseforme apposite, posizionate verticalmente e impossibilitate a vibrare. La dimensione dei pannelli di prova sarà 60x60x10 cm. Verranno prelevate carote dai pannelli con spessore 15 cm per la determinazione della resistenza a compressione. Con pannelli di spessore 10 cm.. saranno realizzate le prove di assorbimento dell'energia mediante il test di punzonamento. Le prove di compressione sono effettuate con carote aventi diametro e altezza di 10 cm.. Le prove saranno eseguite in accordo con la normativa vigente. La resistenza minima sarà di 25 N/mm<sup>2</sup>. La determinazione dell'energia assorbita viene realizzata con la prova di punzonamento: l'energia assorbita deve almeno essere pari a 500J.

### r) Classe di esposizione

La classe di esposizione serve per confezionare il calcestruzzo fresco con quelle proprietà indispensabili per rendere l'elemento costruttivo durabile nel tempo. Le azioni dell'ambiente possono portare l'elemento costruito ad un precoce degrado, il calcestruzzo indurito deve quindi essere progettato per le condizioni tipiche dell'ambiente nel quale sarà esposto.

La norma EN 206-1 definisce la classe di esposizione del calcestruzzo in funzione delle condizioni ambientali cui l'elemento di calcestruzzo è esposto durante la vita in servizio come riportato nella tabella seguente :

La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell' ambiente, agli attacchi chimici, all' abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Rapporto a/c	Contenuto minimo di aria in %	Classe di resistenza minima
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	XO	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico			C15
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b> Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente						
2a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua	0,60		C30
2a	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60		C30
5a	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55		C35

4a 5b XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50 C40
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare 5a XD1	Umidità moderata. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri. 4a 5b XD2 Bagnato, raramente asciutto. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenete cloruri (Piscine).	0,55 C35 0,50 C40

5c XD3 Ciclicamente bagnato e asciutto Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.-	0,45 C45
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare	
4a 5b XS1 Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50 C40
XS2 Permanentemente sommerso Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua	0,45 C45
XS3 Zone esposte agli spruzzi o alle marea. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare. 5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti (*) 2b XF1 Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante. Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua	0,45 C45 0,50 C40
3 XF2 Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante. Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50 3,0 C30
2b XF3 Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50 3,0 C30
3 XF4 Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare. Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare	0,45 3,0 C35
6 Attacco chimico (**)	
5a XA1 Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 Contenitori di fanghi e vasche di decantazione Contenitori e vasche per acque reflue	0,55 C35

4a 5b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50		C40
5c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali	0,45		C45
(*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. (**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

La tabella riportata fa riferimento alle Linee Guida del Consiglio Superiore dei LL.PP., approvate con voto n.316 del 19.11.96, cui bisogna attenersi per ottenere garantite caratteristiche prestazionali per tutte le tipologie di calcestruzzo per usi strutturali, armato e non armato.

Chi ordina il calcestruzzo fresco o colui che progetta l'elemento dovrà indicare la classe di esposizione più severa, classe cui corrispondono valori caratteristici raccomandati per la composizione e le proprietà del cls cui il produttore deve attenersi.

### Art. 11 - Acciaio per c.a. e per c.a.p.

#### Generalità'

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

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

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

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t., spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensioni, meccaniche di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M.14 febbraio 1992. Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto D.M.14 febbraio 1992.

## **C) CORPO STRADALE**

### **Art. 12 - Preparazione del sottofondo**

Il terreno interessato alla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura od i rilevati verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla D.L.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un Laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato, o presso il laboratorio dell'A.N.A.S. oppure presso un laboratorio autorizzato.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

### **Art. 13 - Costipamento del terreno in sito**

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di cm. 50, si seguiranno le seguenti norme:

A1) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm.25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

A2) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo A1);

A2) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di m.0,50:

B1) per le terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi in altezza da m. 0,50 a m.3, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a m.3;

B2) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma B1);

B3) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

### **Art. 14 - Sovrastruttura stradale**

(strati di fondazione di base, di collegamento, di usura, massicciate di pietrisco e trattamenti superficiali)

In linea generale, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,50%, raccordate in asse da arco di cerchio avente tangente di m. 0,50. Anche alle banchine sarà assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio di curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

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

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. o presso altri Laboratori Ufficiali.

Per il controllo delle caratteristiche, tali prove verranno di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nella massa e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllata a mezzo di un regolo lungo m. 4,50, disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

## *A) STRATI DI FONDAZIONE*

### *A1) RISANAMENTO IN SOTTOFONDAZIONE*

In caso di presenze di terreni argillosi di caratteristiche scadenti o imbibiti d'acqua potrà essere eseguita una sottofondazione o risanamento.

Il materiale da impiegarsi potrà essere costituito da sabbia di fiume o di cava, da materiali di opportuna qualità proveniente dagli scavi, da ghiaia di fiume o di cava o da altri materiali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per la posa in opera di questi materiali si seguirà nelle norme prescritte per la posa in opera della fondazione in misto granulare soprattutto in relazione alle modalità di compattazione.

In generale il risanamento, qualora sia possibile, sarà scaricato con un opportuno drenaggio per evitare ristagni di acqua.

A tale scopo il piano d'appoggio sarà opportunamente sagomato in modo da favorire il deflusso delle acque.

### *A2) FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE.*

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaia, detriti di cava frantumato, scorte o da anche altro materiale. Potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiale aventi provenienza diversa, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.

#### *A2.1) Caratteristiche del materiale da impiegare.*

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

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., nè forma appiattita, allungata o lenticolare in quantità superiore al 30%;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante %totale in peso</u>
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

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

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

5) equivalente in sabbia (N.4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. **Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.** Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65)

potrà essere variato dalla D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

6) indice di portanza CBR (ASTM d 1883/61-T oppure C.N.R. -U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione di acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

A2.2) Materiali provenienti da attività di recupero.

E' consentito inoltre dietro specifica approvazione della D.L. l'impiego, per lo strato di fondazione della sovrastruttura stradale, di misto granulare (cosidetto "stabilizzato") ottenuto dall'attività di recupero secondo le modalità specificate dal Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, al punto 7.1.3, costituito dalle tipologie di materiali ammesse dallo stesso D.M., materiali provenienti da recupero di inerti artificiali, trattati in idonei impianti di riciclaggio e granulometricamente stabilizzati e più precisamente:

a) dimensioni massime degli elementi litoidi non superiori a 71 mm e rispondente ai requisiti di seguito esplicitati:

a.1) curva granulometrica contenuta nel fuso indicato in fig. 2 della Norma CNR-UNI 10006:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante %totale in peso</u>
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

a.2) assenza di plasticità: IP = N.P. secondo Norma CNR-UNI 10014;

a.3) caratteristiche di portanza CBR > 50% per un intervallo di umidità di  $\pm 2\%$ , rispetto all'umidità ottimale di costipamento con energia AASHTO modificata, secondo Norma CNR-UNI 10009;

a.4) coefficiente di abrasione Los Angeles : < 30 secondo Norma CNR 34/1973;

a.5) sensibilità al gelo : < 30, secondo Norma CNR 139/1972;

a.6) elementi litoidi eterometrici, ovvero assenza di una marcata forma prevalente (es. allungata o appiattita).

b) dimensioni massime degli elementi litoidi non superiori a 30 mm e rispondente ai requisiti di seguito esplicitati:

b.1) curva granulometrica contenuta nel fuso indicato in fig. 2 della Norma CNR-UNI 10006:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante %totale in peso</u>
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

b.2) assenza di plasticità: IP = N.P. secondo Norma CNR-UNI 10014;

b.3) caratteristiche di portanza CBR > 50% per un intervallo di umidità di  $\pm 2\%$ , rispetto all'umidità ottimale di costipamento con energia AASHTO modificata, secondo Norma CNR-UNI 10009;

b.4) coefficiente di abrasione Los Angeles : < 30 secondo Norma CNR 34/1973;

b.5) sensibilità al gelo : < 30, secondo Norma CNR 139/1972;

b.6) elementi litoidi eterometrici, ovvero assenza di una marcata forma prevalente (es. allungata o appiattita).

c) Per favorire l'utilizzo di materiali provenienti da attività di recupero, purchè in possesso di tutti i requisiti tecnici previsti in questo Capitolato Speciale d'Appalto, in fase di predisposizione dell'Elenco Prezzi si sono attribuiti a questi materiali costi, per la loro fornitura e messa in opera, dello stesso ordine di grandezza dei

materiali lapidei più pregiati, proprio in considerazione di un ottimale utilizzo delle risorse ed a salvaguardia e tutela degli aspetti ambientali del nostro territorio.

#### A2.3) Studi preliminari.

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

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

#### A2.4) Modalità esecutive.

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazioni dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danno dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (AASHO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm. la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula :

$$d_r = \frac{d_i \cdot P_c (100 - x)}{100 \cdot P_c - x \cdot d_i}$$

dove:

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

$d_i$  = densità della miscela intera;

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

$X_c$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione > 25 mm.

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

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

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , misurato con il metodo di cui all'art. 8, ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>. non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

### A3) FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO

### A3.1) Descrizione

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

### A3.2) Caratteristiche dei materiali da impiegare.

#### A3.2.1) Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. (La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- 1) Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm., nè di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante %totale in peso</u>
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 15	53 - 70
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,18	6 - 14
Setaccio 0,075	5 - 10

- 3) Perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore a 30
- 4) Equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60
- 5) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla D.L. la composizione da adottare e successivamente la osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n. 5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

#### A3.2.3) Legante:

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'altoforno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

A3.2.4) Acqua: Dovrà essere esente da impurità dannose, oli acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

### A3.3) Studio della miscela in laboratorio

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate:

-verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi (CNR -UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm. diametro 15,24 cm., volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente = 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm (o setaccio ASTM) 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,45, altezza di caduta cm. 45,7).

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

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cm<sup>2</sup> e non superiori a 45 Kg/cm<sup>2</sup>, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiori a 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti nella media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver accertato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### A3.4) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

#### A3.5) Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele preventivamente studiate.

Potrà essere ammessa la stesa con motolivellatrice (grader) purché comunque la superficie finita risulti sufficientemente regolare.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0° e superiori a 25°C e non sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C.

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

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C-18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che la umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

#### A3.6) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

#### A3.7) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui all'art. 33 oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 - 110°C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (3 per le rotture a compressione e 3 per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc. di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre + 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25Kg./cmq. per la compressione e 2,5 Kg/cmq. per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre un centimetro, controllato a mezzo di un regolo di m.4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

## **B) STRATO DI BASE**

### **B1) Descrizione**

Lo strato di base è costituito dal 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 10 cm., impastato con bitume a caldo previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli vibranti gommati e/o metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della D.L.

### **B2) Materiali inerti**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo VI delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n.34 (28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

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

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei; inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. CNR n.27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio uni 0,18 (ASTM n.80) : % passante in peso: 100

- setaccio UNI 0,075 (ASTM n.200): % passante in peso: 90

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

### **B3) Legante.**

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 - 80, salvo il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento., che dovrà essere compreso fra 47 °C e 56° C.

Per la valutazione delle caratteristiche seguenti si useranno le normative di seguito indicate:

- penetrazione B.U. CNR n° 24 del 29.12.1971

- punto di rammollimento P.A. B.U. CNR n° 35 del 22.11.1973 punto di rottura Fraas B.U. CNR n° 43 del 05.05.1974
- duttilità B.U. CNR n° 44 del 29.10.1974
- volatilità B.U. CNR n° 50 del 17.03.1976
- Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0:
- indice di penetrazione =  $\frac{20 u - 500 v}{u + 50 V}$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in gradi centigradi - 25 °C -25°C;

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25°C.

#### B4) Miscela.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante %totale in peso</u>
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 dovrà essere compreso tra il 3,5% ed il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall-Prova B.U. CNR n.30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg.; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

#### B5) Controllo dei requisiti di accettazione.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finale dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita superiore a  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato su richiesta delle D.L., a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria, degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente:
  - peso di volume (B.U. CNR n.40 del 30.3.1973) determinato come media di due prove;
  - percentuale di vuoti (B.U.CNR n.39 del 23.3.1973), determinata come media di due prove;
  - stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

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

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

#### B6) Formulazione e confezione delle miscele.

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

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

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150 e 170°C, e quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

#### B7) Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, dovrà essere provveduto alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

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

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

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

Se il bordo risulterà danneggiato od arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm.20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni metereologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

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

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto od alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. CNR n.40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm. di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m. posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome del progetto.

### C) STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

#### C1) Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita dal doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura secondo quanto stabilito dal progetto o dalla D.L.

#### C2) Strato di collegamento - Binder

Il tipo di conglomerato bituminoso è del tipo semi-chiuso .

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso di seguito indicato ed una percentuale di bitume compresa tra il 7,5% e il 8,5%, riferita al peso della miscela:

<i>Serie stacci UNI EN 933-2 UNI EN 13043 (mm)</i>	<i>% Passante UNI EN 933-1</i>
Setaccio 20	100
Setaccio 12,5	85-100
Setaccio 10	73-88
Setaccio 8	57-71
Setaccio 4	24-35
Setaccio 2	12-20
Setaccio 0,5	8 -14
Setaccio 0,063	2-5
% di legante in peso	7,5-8,5

Il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto minimi pari a 30 mm. Sono ammessi spessori minimi di 20 mm solo nel caso in cui il passante allo staccio 12,5 mm sia pari al 100%.

#### C3) Strato di usura - fonoassorbente

Il tipo di conglomerato bituminoso è del tipo semi-aperto.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso di seguito indicato ed una percentuale di bitume tipo Rubbit® compresa tra il **8,5%** e il **9,5%**, riferita al peso della miscela:

<i>Serie stacci UNI EN 933-2 UNI EN 13043 (mm)</i>	<i>% Passante UNI EN 933-1</i>
Staccio 12,5	100
Staccio 10	90-100
Staccio 8	70-88
Staccio 4	20-35
Staccio 2	6-10

Staccio	0,5	3-7
Staccio	0,063	2-4
% di legante in peso		8,5 – 9,5

Il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto compresi tra 20 e 40 mm.

#### C4) Qualificazione dei materiali

##### Aggregati

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

##### Aggregato grosso

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere mediante le dimensioni degli setacci appartenenti al gruppo di base abbinati ai setacci del gruppo 2 della UNI EN 13043. Tali elementi potranno essere di provenienza e natura petrografica diversa purchè risultino soddisfatti i requisiti indicati in tabella 1.

##### Aggregato fine

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

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 2. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali aventi valore di levigabilità  $PSV \leq 45$ , il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%.

**Tabella 1. Requisiti dell'aggregato grosso**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Strato di binder e base		Strato di usura	
			Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 30$	LA30	$\leq 20$	LA20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	$\geq 90$	C90/0	100	C100/0
Dimensione Max	UNI EN 933-1	mm	20	-	20	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	f1	$\leq 1$	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	F1	$\leq 1$	F1
Affinità aggregato-legante (*)	CNR 138/92	-	$\leq 5$	-	0	-
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 25$	FL25	$\leq 20$	FL20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	WA242	$\leq 1,5$	WA242
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%	-	-	$\geq 45$	PSV45

(\*) La determinazione dell'affinità aggregato-legante dovrà essere valutata con uno dei metodi previsti dalla norma UNI EN 12697-11 non appena saranno pubblicati gli annessi nazionali recanti i requisiti attribuiti alle eventuali classi di prestazione.

Il **filler**, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, la granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043 e deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 3.

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45	V28/45
Stiffening Power – Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	$\geq 8$	$\Delta R \& B8/16$
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	$\geq 80$	-

#### D) Legante

##### D1) Bitume modificato con Polverino di gomma

Il bitume modificato deve contenere una percentuale di polverino di gomma compresa tra il 15% e il 22% rispetto al peso totale della miscela (bitume + gomma) incorporata tramite **processo Wet**. Il bitume modificato con polverino di gomma deve essere in accordo a quanto stabilito dalla normativa ASTM D 6114.

<b>PROVE</b>	<b>REQUISITI</b>
Viscosità a 175° C	1500 – 5000 cP
Penetrazione a 25° C, minima	20 dmm
Resilienza a 25° C, minima	15%
Punto di rammollimento minimo	55° C
Duttilità del bitume a 25° C, minima	15 cm

#### D2) Bitume base

Il bitume di base da modificare deve possedere un grado PG64-16 in accordo con la normativa ASHTTO TP1 potendo orientativamente corrispondere ad un bitume con una penetrazione nominale 50/70 e punto di rammollimento  $\geq 50^{\circ}\text{C}$ .

#### D3) Polverino di Gomma

La gomma vulcanizzata deve essere ottenuta dal riciclaggio di pneumatici con elevato contenuto di gomma naturale in accordo con i seguenti requisiti:

- la gomma deve essere gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
- deve essere esente da tessuto, metallo o da qualsiasi altro materiale contaminante;
- dopo la triturazione deve essere una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di  $1.15 \pm 0.05$  (ASTM D 797);
- non deve esserci una quantità di polvere minerale superiore al 4% del peso della gomma, così come carbonato di calcio o talco, utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle;
- la gomma deve essere sufficientemente secca e non deve possedere un contenuto di umidità superiore al 2% in peso (AASHTO T255 a 60 C° e campione di 50 grammi), per evitare la formazione di bolle d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

<b>GRANULOMETRIA</b>	
<b>Apertura delle maglie del setaccio ASTM</b>	<b>% di passante</b>
2 mm (n° 10)	100
1,18 mm (n° 16)	65-100
0,6 mm (n° 30)	20-100
0,3 mm (n° 50)	0-45
0,75 mm (n° 200)	0-5

#### D4) Produzione

La modifica del bitume sarà eseguita con ricorso a specifica apparecchiatura, da installare in Impianto di produzione di conglomerato vicino alla centrale bituminosa, costruendo un BY-PASS al legante bituminoso originale fra la cisterna di immagazzinamento e la miscelatrice della centrale bituminosa. L'apparecchiatura riscalda e miscela il bitume di base originale con la gomma, permettendo una reazione chimico fisica fra i due materiali. Il contenuto esatto di gomma la temperatura di miscela così come il tempo di "riposo" del bitume modificato con gomma sarà calcolato a seguito di apposito studio al fine di rispettare la normativa ASTM D 6114. Una volta calcolata la percentuale di gomma da utilizzare non si dovranno verificare scostamenti superiori all' 1% rispetto a tale valore. La temperatura del bitume base originale dovrà essere compresa tra 175 e 200 C°, al momento dell'aggiunta del polverino di gomma. Bitume e polverino di gomma devono essere miscelati per un periodo di tempo di circa 10 minuti. Il bitume modificato dovrà rimanere immagazzinato nell'apparecchiatura per un periodo di circa 1 ora prima di aggiungere l'aggregato.

La temperatura del bitume modificato sarà sempre compresa tra 160 e 190 C°. In nessun caso si deve fluidificare o fluire il legante bituminoso.

#### D5) Legante

Le proprietà richieste per il legante ed i relativi metodi di prova sono riportati nella tabella sotto riportata. La verifica delle prestazioni del legante deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

### Requisiti del bitume modificato con polverino di gomma

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-75
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 54
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
<b>Valori dopo RTFOT(*)</b>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)			

#### D6) Controllo di qualità

Alla fine di ogni produzione su richiesta della Direzione dei lavori saranno forniti i seguenti elementi; -Quantità di bitume base utilizzata per la modifica-Quantità di polverino di gomma aggiunto-Viscosità del bitume modificato immediatamente prima della miscela con gli aggregati.

La viscosità deve essere mantenuta tra 1500-5000 cp a 175°.

#### Additivi e fibre

E' escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi.

#### Confezionamento del conglomerato

L'Impresa aggiudicataria sarà tenuta a presentare preventivamente un'idonea campionatura della miscela di inerti, nonché il tipo di bitume di base ed il polverino di gomma che si intende adottare per la modifica. L'impresa dovrà, inoltre presentare lo studio granulometrico da sottoporre all'approvazione della D.L. La DL si riserva la facoltà di prelevare campioni sia in fase di confezionamento che di stesa, da sottoporre a prove di laboratorio.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento uniforme del bitume alla temperatura richiesta fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo minerale. La zona dell'impianto destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e convenzionalmente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la qualità della miscela. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pressatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di un predosatore per ciascuna classe degli aggregati utilizzati per il confezionamento delle miscele.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere, di norma, al di sotto dei 20 secondi.

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante uno studio della miscela tipo AR gap graded eseguito esclusivamente con metodo Marshall (UNI EN 12697-34) sulla base delle caratteristiche riportate nella tabella seguente.

#### Requisiti della miscela studiata con metodo Marshall

Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	
			Strato di binder	Strato di usura
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi x faccia	50	50
<b>Risultati richiesti</b>				
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 9	> 9
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	1,5 - 3,0	1,5 - 3,0
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	5 - 8	5 - 8

Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	CNR n. 149/92	%	≤ 25	≤ 25
---	---------------	---	------	------

Per gli eventuali controlli in corso d'opera, i provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette, dovranno essere confezionati esclusivamente con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento, secondo le modalità indicate nella norma di cui al 1° comma. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Sono pertanto da escludere, perché prive di significato, misure di stabilità e rigidità Marshall su provini prelevati dalla pavimentazione mediante carotaggio o su provini ricostituiti con materiale prelevato dalla pavimentazione.

#### POSA IN OPERA Strato di collegamento (Binder)

La posa in opera di del conglomerato bituminoso Asphalt Rubber verrà effettuata a mezzo di idonee macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litici più grossi. Le miscele bituminose verranno stese sul sottostante strato bitumato previa una mano di attacco di emulsione bituminosa al 55% in ragione di almeno 0,5 kg/mq.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora l'affiancamento non sia tempestivo, il bordo della strisciata già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della strisciata successiva. Se il bordo risulterà danneggiato si dovrà procedere al risanamento dell'ammaloramento con adatti accorgimenti. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso, all'atto della stesa, dovrà risultare compresa tra 150 e 170 C°. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. La compattazione dovrà essere realizzata a mezzo di rulli metallici di tipo e peso adeguati capaci di assicurare un indice dei vuoti tra il 4 e 7% , nonché la rifinitura dei giunti e delle riprese. Durante la fase di stesa e compattazione sarà costantemente verificata la temperatura del materiale e il suo grado di addensamento. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa. Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La determinazione del grado di costipamento sarà eseguita secondo la norma CNR 40/1973 su carote di diametro non inferiore ai 10 cm o su tasselli, di idonea forma e dimensione, prelevati in sito. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 metri posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scollamento massimo di 5 mm; in ogni caso dovranno sempre essere rispettati gli spessori minimi e le sagome di progetto.

#### POSA IN OPERA Strato di usura

Prima di iniziare la stesa della miscela va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. È poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Successivamente, in base alle caratteristiche del piano di posa, si deve procedere nei modi di seguito descritti:

– qualora il conglomerato bituminoso tipo AR open graded debba essere posizionato su di una vecchia pavimentazione fresata, in buone condizioni, senza fessurazioni, deve essere stesa come impermeabilizzazione per la struttura sottostante, una membrana sottile realizzata con bitumi modificati spruzzati a caldo

(temperatura > 180°C) in ragione di  $1,20 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ , mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche riportate in tabella 8. In alternativa può essere utilizzato bitume modificato AR nella stessa quantità per unità di superficie e avente le caratteristiche riportate in tabella 5. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causato dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, a

discrezione della Direzione Lavori, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di  $10 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ . Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata; nel caso in cui il conglomerato bituminoso AR open graded debba essere realizzato su di una vecchia pavimentazione fresata ma fessurata, si deve provvedere alla posa in opera una membrana rinforzata SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer). Essa permette di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, di impermeabilizzare la struttura esistente, di prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti e distribuire uniformemente le tensioni dovute al passaggio dei veicoli. La posa in opera della SAMI deve essere preceduta dalla pulizia della superficie stradale allo scopo di eliminare polveri ed eventuali detriti dal piano viabile. Per realizzare la SAMI si deve procedere allo spargimento di bitume modificato a caldo (temperatura  $> 180 \text{ }^\circ\text{C}$ ) in ragione di  $2,2 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ , mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato deve avere le caratteristiche riportate in tabella 8. In alternativa può essere utilizzato bitume modificato AR steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie e avente le caratteristiche riportate in tabella 5. Successivamente si deve provvedere alla stesa immediata della graniglia, avente pezzatura di 8-12 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in quantità di  $12 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ . Quest'ultima operazione deve essere seguita dal passaggio di rullo gommato e successivamente della motospazzatrice per l'asporto della graniglia non bene ancorata alla membrana;

– nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere realizzato su di una pavimentazione già in conglomerato bituminoso in buone condizioni, la mano d'attacco impermeabilizzante deve essere eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a  $1,1 \pm 0,1 \text{ kg/m}^2$  oppure con bitume modificato o legante con polverino di gomma steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie. L'emulsione per mano d'attacco, il bitume modificato steso a caldo e il bitume modificato con polverino di gomma devono rispondere alle caratteristiche riportate, rispettivamente, nelle tabelle 9, 8 e 5. Successivamente verrà effettuata una granigliatura come descritto al primo punto.

#### Requisiti dei bitumi modificati con polimeri SBS

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 14023
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	45-80	4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	$\geq 65$	5
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	$\leq -15$	7
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	$\geq 70$	3
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10-1$	UNI EN 13702-2	Pa·s	$\geq 0,4$	-
Stabilità allo stoccaggio Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 13399 UNI EN 1427	°C	$\leq 5$	2
<b>Valori dopo RTFOT(*)</b>				
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	$\leq 0,8$	4
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	$\geq 60$	7
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	$\leq 8$	2
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)				

#### Art. 15 – Applicazione membrana rinforzata

##### Generalità

La sovrastruttura stradale in progetto prevede l'applicazione di una membrana rinforzata tra lo strato di fondazione in misto cementato e gli strati in conglomerato bituminoso.

Questo tipo di rivestimento dovrà essere realizzato mediante lo spandimento di bitume modificato con gomma a temperatura maggiore di 180°C in ragione di 0,2 e 2,4 Kg/m<sup>2</sup> e tasso di applicazione di aggregati variabile fra 0,2 e 14 Kg/m<sup>2</sup>. La graniglia sarà di pezzatura variabile tra 8-12 mm.

##### Materiali

La miscela è costituita da aggregati lapidei di primo impiego e da bitume modificato con polverino di gomma riciclata mediante metodologia wet. Viene spruzzata sulla superficie esistente, sulla quale viene applicato in seguito un aggregato di granulometria uniforme. I materiali utilizzati sono i seguenti:

##### Aggregati

In queste applicazioni si scelgono aggregati con granulometria uniforme. Di solito la dimensione è compresa fra 8 e 12,5 mm. Nella scelta dell'aggregato ci sono diversi fattori da considerare:

- tessitura della superficie – se si desidera una tessitura più grezza e ruvida si devono scegliere aggregati di dimensioni attorno ai 12,5 mm. Una tessitura più fine eliscia può essere ottenuta con un aggregato di dimensione massima di 9 mm;
- l'aggregato deve essere pulito da polveri.

**Tasso di applicazione:** Per determinare il tasso di applicazione è necessario verificare se gli aggregati sono immersi nel legante ad una profondità del 50-70% dopo il passaggio dei rulli.

**Posa in opera**

L'apparecchiatura richiesta per la posa in opera è la medesima utilizzata per i trattamenti superficiali con materiali convenzionali (distributore, camion e rulli), ad eccezione della spruzzatrice che deve permettere di spruzzare un legante più viscoso.

**Applicazione**

L'aggregato utilizzato deve essere pulito da polveri ed il legante deve essere applicato sopra una superficie asciutta. In alcuni casi gli aggregati sono preriscaldati o prericoperti in modo da poter essere applicati anche di notte. Il riscaldamento permette inoltre l'asciugatura dell'aggregato e l'assenza di umidità favorisce l'adesione aggregato-legante.

L'applicazione dell'aggregato deve seguirsi alla stesa del legante il più rapidamente possibile, preferibilmente entro 3 minuti, dal momento che il legante deve essere ancora abbastanza caldo e fluido da permettere l'imbibizione dell'aggregato, preferibilmente tra circa il 50% ed il 70% di imbibizione. La spruzzatrice deve operare ad una velocità tale da permettere la sua rullatura quasi simultaneamente alla sua applicazione. Se per caso, viene spruzzato un eccesso di aggregato in alcune aree, deve essere spazzato fuori dalla corsia e quindi raccolto. Nei punti dove non è stata applicata la quantità giusta di aggregato, questo deve essere aggiunto manualmente.

**Rullatura e finitura**

Devono essere utilizzati i rulli pneumatici perché questi non frantumano l'aggregato e vanno a rullare anche dove ci sono delle piccole depressioni. La rullatura sarà eseguita anche con la funzione di orientare l'aggregato, rivolgendo le facce lisce verso il basso. I rulli devono operare a velocità basse (6-10 Km/h) in modo che ogni aggregato venga collocato e pressionato, e non spostato. Il numero di rulli richiesti dipende dalla velocità dell'operazione, dal momento che sono necessari 2-4 passaggi del rullo per fissare l'aggregato.

Dopo circa 30 minuti la superficie deve essere spazzata. La spazzatura ha la funzione di rimuovere l'aggregato in eccesso dalla superficie per ridurre la possibilità che gli aggregati sciolti vengano sollevati dal passaggio del traffico, compromettendo la sicurezza. Questa operazione deve essere eseguita nel periodo più fresco della giornata per assicurare che il legante e gli aggregati ricoperti non vengano compromessi.

**Bitume modificato con Polverino di gomma**

Il bitume modificato deve contenere una percentuale di polverino di gomma (CRM) compresa tra il 15% e il 22% rispetto al peso totale della miscela (bitume + gomma) incorporata tramite processo Wet. Il bitume modificato con polverino di gomma deve essere in accordo a quanto stabilito dalla normativa ASTM D 6114.

PROVE	REQUISITI
Viscosità a 175° C	1500 – 5000 cP
Penetrazione a 25° C, minima	20 dmm
Resilienza a 25° C, minima	15%
Punto di rammollimento minimo	55° C
Duttilità del bitume a 25° C, minima	15 cm

**Art. 16 – Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

E' prevista la demolizione della pavimentazione di qualsiasi spessore in conglomerato bituminoso, compreso la rimozione del materiale granulare esistente di qualsiasi spessore, eseguita a mano o a macchina con tutte le precauzioni atte a garantire l'integrità della struttura sottostante.

Compreso il trasporto a discarica del materiale di rifiuto e, in genere, tutti gli oneri necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione su strada sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco Prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

**Art. 17 – Fresatura di strati in conglomerato bituminoso**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico dei materiali di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionale come ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

## **F) BARRIERE DI SICUREZZA**

### **Art. 18 - Barriere guard-rail e parapetti metallici**

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli e della piattaforma stradale, secondo le disposizioni che impartirà la D.L. e secondo le norme in vigore.

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

#### **AGGIORNAMENTO NORME BARRIERE GUARD-RAIL**

- D.M. 18 FEBBRAIO 1992 N.223
- D.M. 15 OTTOBRE 1996 "Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992 n.223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- D.M. 3 GIUGNO 1998
- D.M. 11 GIUGNO 1999 "Integrazioni e modificazioni al decreto 3 giugno 1998, recante: Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
- D.M 3065 del 25 agosto 2005
- D.M 3065 del 21 giugno 2004
- Norme UNI EN 1317

### **A ) Caratteristiche delle barriere d'acciaio**

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni distanziatori. Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada. Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm.3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a  $\text{cm}^3$  25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32. I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm.80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 5, lunghezza non inferiore a m. 1,65 per le barriere centrali e m. 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali e posti ad un intervallo non superiore a 3,60 m.

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, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente  $R_{ck} = 25$  N/mm<sup>2</sup> e delle dimensioni fissate dalla Direzione dei Lavori.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasoia) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di 30 cm; profondità non inferiore a 15 cm; spessore minimo di 2,5 mm, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da : bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasoia antisfilamento di dimensioni 45x100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

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

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferrovie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggiore resistenza.

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.

### **B ) Caratteristiche dei parapetti metallici**

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere aventi descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui viadotti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc...) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del LL.PP 4 maggio 1990 - punto 3.11-.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene agli acciai laminati a caldo con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M.14 Febbraio 1992, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali. I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispettiva voce di Elenco. La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'Impresa dovrà attenersi.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L.

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori così pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadro e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n.A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) 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.

### **C ) Prove statiche sulle barriere in acciaio**

Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite presso Centri Sperimentali indicati dalla Direzione dei Lavori ed in base delle richieste che ciascuna ditta costruttrice presenterà, in rapporto all'impiego al quale tali barriere devono essere destinate, ed ai dati di calcolo delle barriere stesse forniti dalla ditta costruttrice. Ai fini del controllo, tali prove possono essere richieste anche dal Direttore dei Lavori e devono, comunque essere allegate agli atti di contabilità finale.

In particolare la barriera stradale sarà montata su cordolo di calcestruzzo con piastra e tasselli di fissaggio o su fori predisposti di cm.25 minimo, con getto di cls. antiritiro integrativo, costituiti da materiale interamente zincato.

### **D) PALIFICATE DI FONDAZIONE**

#### **Art. 19 - Palificate di fondazione**

##### **a) Generalità.**

I pali da adottare per le opere comprese nel lotto di lavori oggetto delle presenti Norme Tecniche saranno del tipo trivellato a grande diametro e micropali. Resta inteso che la D.L., a seguito delle risultanze di specifiche indagini geotecniche da effettuare a cura e spese dell'Impresa a norma delle presenti Norme Tecniche, ha facoltà di determinare numero, lunghezza, diametro e tipo dei pali stessi e l'Impresa non potrà accampare alcun pretesto o pretendere compensi di sorta per sole variazioni.

##### **a1) Tolleranze geometriche.**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quelli di progetto più del 5% del diametro nominale del palo e comunque non oltre 5 cm. salvo diversa indicazione della D.L.

La verticalità d'inclinazione di progetto dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di calcestruzzo assorbito rilevate con la frequenza indicata dalla D.L. sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra  $-0.01 \varnothing$  e  $0,1 \varnothing$ ;

- per ciascuna sezione di pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra  $-0.01 \varnothing$  e  $0.1 \varnothing$ .

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

##### **a2) Preparazione del piano di lavoro, tracciamento.**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati dalla perforazione, possano recar danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili inquinamenti di superficie o della falda da parte di una incontrollata discarica dei detriti e/o dei fanghi bentonitici..

Se considerato necessario dalla D.L. in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dell'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla D.L. dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

##### **a3) Armatura dei pali.**

Si useranno di norma barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanzieri non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm., disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m.

##### **b) Pali**

###### **b1) Pali prefabbricati in c.a.**

La D.L. darà il benestare al tipo e lunghezza dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinare la capacità portante; l'onere di queste infissioni di saggio è stato tenuto in

conto dalla determinazione dei prezzi di elenco; sarà opportuno, in generale, che la posizione dei pali di saggio coincida con quella dei pali definitivi.

I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante la infissione, sarà demolito oppure asportato, e sostituito da altro a cura e spese dell'Impresa; questa non verrà compensata per il palo inutilizzato, salvo quanto precisato in elenco prezzi e relativo alla valutazione di tale categoria di lavoro.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata) cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito della infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della D.L., nè l'Impresa è autorizzata, in alcun caso, a recidere il palo senza averne avuta l'autorizzazione.

Le constatazioni, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati, con numero relativo, in un registro che verrà firmato giornalmente dall'Impresa e dalla D.L. e conservato a cura di quest'ultima per essere allegato agli atti da inviare al Collaudatore.

b2) Pali speciali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera.

La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di una tuboforma munito di puntazza, che costringa il terreno in sito a dislocarsi lateralmente, contemporaneamente all'affondarsi del tuboforma senza alcuna asportazione di terreno.

I rifiuti offerti dal suolo dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno da riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo.

Per i pali di saggio e le constatazioni in contraddittorio verranno osservati i criteri e la procedura previsti nel precedente paragrafo.

Ultimata l'infissione del tuboforma, verrà realizzato, a mezzo di un maglio cadente entro il tuboforma, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo. Il bulbo di base, la canna ed i bulbi intermedi, verranno realizzati con calcestruzzo avente rapporto acqua/cemento assai limitato, versato tratto a tratto in volumi modesti e battuto, oppure pressato, in maniera che si espanda nelle masse terrose circostanti e dovrà risultare di classe non inferiore a 250.

Il tuboforma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo. L'armatura metallica interesserà in tutto o in parte la lunghezza del palo a seconda del progetto e andrà collocata in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura stessa.

L'introduzione del calcestruzzo nel tuboforma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente. Durante i getti verrà evitato con ogni mezzo il dilavamento del calcestruzzo per falde freatiche oppure correnti subalvee.

b3) Pali a piccolo e grande diametro, trivellati.

Per le palificate eseguite con pali trivellati si procederà all'infissione del tuboforma mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo.

Messa in opera l'eventuale gabbia metallica, si procederà al getto ed al costipamento del conglomerato cementizio con sistemi in uso e brevettati, riconosciuti idonei dalla D.L. e adeguati alla richiesta portanza del palo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla D.L. e dovrà risultare di classe non inferiore a 250.

In particolare per i pali a grande diametro, i getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscano la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo. L'introduzione del calcestruzzo avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e con le modalità di cui al precedente punto "Pali speciali"; oppure adottando sistemi di tipo "prepakt", o simili: in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di calcestruzzo fresco per almeno 2 metri, onde evitare fenomeni di disinnescamento.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la rasatura delle teste dei pali sia eseguita fino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al prolungamento del palo sino alla quota di sottoplinto.

b3) Pali a grande diametro con impiego di fanghi bentonitici

Per i pali a grande diametro realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tuboforma, lo scavo dovrà essere eseguito esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno.

Per quanto riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali Etc, vale quanto prescritto al precedente paragrafo.

d) Prova di carico

Le prove di carico saranno effettuate nel numero che la D.L. crederà opportuno disporre in rapporto alle formazioni geologiche interessate.

Tale numero resta comunque determinato, come previsto dal D.M. 11 marzo 1988 (sull'indagine, progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di fondazione) pubblicato sul Supplemento alla G.U. n.127 del 1.6.1988, in una

prova per ogni serie di 100 pali ed in ogni caso con un minimo di 2 prove per ogni singolo manufatto, prove che l'Impresa è tenuta ad effettuare a sua cura e spese. Eventuali prove ordinate oltre tale limite dalla D.L., verranno compensate a parte.

Il carico di prova sarà di norma pari a 1,5 volte il carico di esercizio. La D.L. si riserva la facoltà di aumentare fino a 2 tale coefficiente per tener conto del comportamento di gruppo della palificata in rapporto alle caratteristiche del terreno di fondazione.

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.

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 spianata 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; quest'ultimo sarà realizzato con un cassone zavorrato, oppure con putrelle, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile.

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 in prova.

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

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

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

La D.L. 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 uguali.

L'equilibrio del cassone di zavorra 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 D.L. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi-cedimenti.

#### e) verifiche geotecniche.

Individuati d'intesa con la D.L. i pali da sottoporre a prova di carico, saranno effettuati nel corso della loro escavazione, prelievi sistematici di campioni indisturbati delle varie formazioni geologiche interessate dal palo in modo da poter determinare presso un Laboratorio ufficiale i parametri caratteristici dei terreni stessi e verificare così la rispondenza dei valori assunti in progetto con quelli effettivamente riscontrati all'atto esecutivo. Dei prelievi effettuati sarà redatto apposito verbale ed i certificati delle prove effettuate saranno allegati agli atti di contabilità.

Di tali oneri si è tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

#### f) Controlli esecutivi.

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

Al fine di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali senza compromettere l'integrità strutturale, la D.L. può ordinare l'esecuzione di:

Prove geofisiche;

Carotaggio continuo meccanico;

Scavi attorno al fusto del palo.

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

#### f1) Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro  $\geq 700$  mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo del palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 2% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle norme tecniche d'appalto.

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

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

#### f2) Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

#### f3) Scavi attorno al fusto del palo.

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 - 5.0 m. di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quelli pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **Art. 20 – Conservazione della circolazione – ripristino della viabilità e delle aree occupate**

L'Appaltatore, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade interessate dai lavori. L'Appaltatore dovrà provvedere, pertanto, a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni, ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare ed alla sua sorveglianza, compreso eventuali impianto semaforico. In ogni caso l'Impresa dovrà mantenere gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonchè, dovrà provvedere alla corretta manutenzione ed all'ininterrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate dai lavori. Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti. L'Impresa dovrà mantenere, a rinterrati avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e degli automezzi, provvedendo a tal fine allo sgombero dei materiali di risulta ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo, fino al ripristino del piano viario. A lavori ultimati, l'Impresa dovrà rimuovere ogni tipo di materiale che eventualmente fosse rimasto in loco, proveniente da scavi, demolizioni o quant'altro, in modo da riconsegnare l'area di lavoro nelle stesse condizioni iniziali. L'Appaltatore dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio od alterazione derivi in dipendenza dei lavori eseguiti. Questo dovrà, inoltre, provvedere alla scopatura ed all'eventuale lavaggio di piazzali e tratti di strada in asfalto occupati dal cantiere od interessati dai lavori. In caso di occupazione di aree sterrate e terreni agricoli, l'Appaltatore dovrà riconsegnare gli stessi perfettamente sistemati e livellati, colmando l'eventuale calo del terreno causato dal transito dei mezzi o dal deposito di materiali con terra dello stesso tipo di quella originaria presente in sito, altresì, essere ripristinati i fossetti di scolo e tutti i drenaggi in genere delle aree occupate od interessate a qualsiasi titolo dai lavori. L'Appaltatore dovrà, altresì, ricostruire la sommità e le scarpate degli argini, oltre che il fondo e le sponde dei corsi d'acqua che sono stati danneggiati dai lavori, in modo da riconsegnarli a perfetta regola d'arte a fine lavori. L'onere e spesa necessaria per tutto quanto descritto nel presente articolo, sarà a totale carico dell'Appaltatore.

## L) NORME GENERALI

### Art. 21 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

#### A) LAVORI A MISURA

Le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, a numero o a peso secondo quanto specificato nell'elenco prezzi.

Particolarmente si conviene quanto appresso:

#### a) Scavi e rilevati per la formazione del corpo stradale.

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe di accesso alla strada, verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate (l'eventuale formazione del cassonetto da ammettere solo quando trattasi di un piano stradale sul terreno naturale o a seguito di scavo, sarà calcolato a parte per la effettiva quantità veramente occorsa) sulla base di quelle indicate dalla consegna, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei Lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni.

Ai volumi delle varie categorie di materiali scavati saranno applicabili i prezzi stabiliti per ciascuna categoria di materia scavata.

prezzo dello scavo suddetto sono compresi i corrispettivi per tagli di alberi ed estirpazioni di ceppaie; per gli scavi con ogni mezzo d'opera necessario e per la relativa profilatura, per il carico trasporto e scarico in rilevato, reinterro, deposito od a rifiuto delle materie degli scavi stessi risultanti, trasporto, nonché tutte le eventuali riprese e rimaneggiamenti occorrenti per qualsiasi ragione.

Nei prezzi suddetti da applicare ai rilevati sono compresi i corrispettivi per l'eventuale taglio di alberi ed estirpazione di ceppaie, per la preparazione della sede dei rilevati per il carico, trasporto, scarico e sistemazione in rilevato delle materie provenienti da cave di prestito da aprirsi a carico dell'Impresa, nonché per la sistemazione delle materie utilizzate di cui sopra.

Nei prezzi suddetti di scavi e rilevati sono poi compresi i corrispettivi per tutti gli oneri inerenti stabiliti negli articoli del presente capitolato e per tutti i lavori principali ed accessori occorrenti per la regolare formazione e sistemazione definitiva del corpo stradale ed accessori come sopra. Nei prezzi da applicare ai rilevati, salvo diversa e specifica disposizioni presenti nei Prezzi Unitari, sono compresi eventuali accatastamenti e ricarichi provvisori del materiale di scavo prima di essere utilizzato nella costruzione dei rilevati.

La relativa valutazione verrà fatta per tratti di strada completamente aperti e con le scarpate in taglio od in riporto, eseguite e regolarizzate con le pendenze prescritte dal progetto o dalla D.L.

#### b) Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto od in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, per drenaggi, ecc.

Ai sensi degli articoli precedenti, si stabilisce che per le opere da eseguire nella trincea verranno considerati come scavi per fondazione quelli eseguiti al di sotto del piano orizzontale, od inclinato, secondo il pendio longitudinale, del fondo della cunetta sistemata.

Tutti gli altri scavi eseguiti al di sopra del predetto piano, se anche servono per far luogo alle murature verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a mc. coi prezzi relativi di elenco.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale indicato come sopra detto, e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellatura occorrente.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impieghi di casseri e paratie e simili, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle palancole o dai casseri, estendendo l'area di fondazione sino alla linea esterna delle palancole e ciò in compenso del maggiore scavo che dovrà praticarsi per la costruzione dei casseri e la posa delle filagne intorno a tali opere in genere.

Coi prezzi di elenco per scavi di fondazione e di sbancamento, oltre agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti dal precedente articolo, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato:

- 1) di tutti gli oneri e spese relative agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo, paleggio, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o reinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, indennità di deposito;
- 2) delle spese occorrenti per la regolarizzazione di scarpate o pareti per lo spianamento del fondo, per le formazioni di gradoni per il successivo reinterro all'ingiro delle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- 3) della eventuale perdita parziale od anche totale dei legnami impiegati nelle puntellazioni od armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di scavi di sbancamento;
- 4) di ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi e tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

Gli scavi per l'esecuzione di lavori su strade esistenti verranno pagati come scavi di fondazione purché il volume scavato sia contornato da terreno su almeno quattro facce.

Per i drenaggi verrà computato come scavo di sbancamento lo scavo a sezione aperta senza riempimenti in materiale drenante mentre verrà computato come scavo di fondazione, a pareti verticali, lo scavo eseguito al di sotto del piano di sbancamento così determinato.

Qualora vi siano prezzi diversi per le diverse profondità lo scavo verrà valutato a pareti verticali, essendosi computato nell'analisi del prezzo unitario l'inevitabile maggior apertura degli scavi necessaria per raggiungere le quote di progetto.

### **c) Conglomerati e cementi armati.**

I conglomerati per fondazioni murature, vuoti etc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a mc. di conglomerato, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso ed a Kg. e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la desuzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più uguale a 10 cm.

I conglomerati ed i cementi armati di getto fuori terra, saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume del ferro per i cementi armati, quando trattasi di scavi, solette, pali, od altri pezzi consimili, ed in ragione del minimo parallelepipedo retto base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi sempre a parte il ferro occorrente per le armature interne dei cementi armati.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati e cementi armati, sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature in legno di ogni sorta grandi e piccole per sostegno degli stampi, i palchi provvisori di servizio e l'innalzamento dei materiali, nonché, per le volte, anche le centine nei limiti di portata che sono indicati nei singoli prezzi di elenco (salvo i casi speciali per i quali nell'elenco prezzo siano stabiliti prezzi o compensi a parte).

Nel prezzo del calcestruzzo per solette è compreso l'onere per casseforme di qualsiasi tipo, armature e centine, comprese altresì le casseforme a perdere da incorporarsi nel getto quali tavole, lastre bausta e simili, il cui volume non entrerà nel computo dei volumi di cls da contabilizzare.

### **d) Ferro tondo per conglomerato**

Il peso del ferro tondo per l'armatura del conglomerato, sia che esso sia del tipo omogeneo, semiduro od acciaioso, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni; le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinature) e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla D.L., curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Il prezzo al Kg. dei soli cavi di acciaio armonico impiegato per i conglomerati precompressi, compensa anche la fornitura e posa in opera delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi, le teste e le piastre di ancoraggio, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione dei cavi stessi nonché per il bloccaggio dei dispositivi.

### **e) Manufatti in ferro - Parapetti in ferro tubolare - Barriere guard-rail**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.

I prezzi comprendono pure, oltre la fornitura, la posa in opera, la esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione ed una triplice mano di verniciatura di cui la prima di antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

Per i parapetti, la valutazione verrà effettuata a peso complessivo dell'opera con tutti gli oneri sopra esposti e tenendo presente che nel prezzo unitario è pure compresa la posa in opera.

Le barriere guard-rail, di acciaio zincato, dovranno corrispondere ai tipi e indicazioni di progetto, secondo le norme in vigore sia per la fornitura che per il montaggio, e saranno valutate a metro lineare di barriera montata misurato dal primo all'ultimo palo di sostegno installato.

### **f) Sottofondo e massicciata**

La ghiaia, il pietrisco, la sabbia, lo stabilizzato ed in genere tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi prezzi di elenco relativi.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi in opera a compattazione avvenuta secondo le sezioni rilevate.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle dello spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Appaltatore e compensate coi prezzi di elenco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine dei marciapiedi, piazzali ed altro e per il sabbione a consolidamento della massicciata, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori., e per qualsiasi altro scopo.

#### **g) Compattazione della massicciata e sottofondi**

Il lavoro di compattazione di massicciate con compressore a trazione meccanica si intende compreso nel prezzo di fornitura e posa in opera del materiale che costituisce il rilevato o sovrastruttura stradale.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti, per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per l'annaffiamento, dove occorre, del materiale durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorrono, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, ai sensi del precedente art. 39 sarà pagata a superficie cilindrata col prezzo di elenco.

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellate-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzione di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

#### **h) Soprastrutture stabilizzate**

Le soprastrutture in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso, in pozzolana stabilizzata, con calce idrata, verranno valutate a mq. di piano viabile completamente sistemato.

#### **i) Tubi di cemento**

I tubi di cemento saranno pagati a ml. e nel prezzo di elenco sarà la fornitura e posa in opera dei tubi e la sigillatura dei giunti; il rinfianco quale sarà prescritto e la fondazione verranno pagati come calcestruzzo per fondazioni non armate col prezzo relativo.

#### **l) Cigli e cunette**

I cigli e le cunette in calcestruzzo saranno, ove in elenco non sia stato previsto a ml. pagati a mc. comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al fratazzo.

#### **m) Misura dei materiali lapidei in fornitura su autocarro.**

La misura dei materiali avverrà sugli autocarri a mezza pesa del frantoio; la D.L. si riserva però la facoltà di effettuare controlli a mezzo della pesa pubblica.

Ove fossero così riscontrate differenze in meno oltre la tolleranza ammessa del 2% sul peso del materiale stesso a tutte le forniture precedenti non verificate come sopra, saranno apportate detrazioni in misura proporzionali a quella accertata, nonché si applicherà una penale pari al 10% dell'importo dei quantitativi in parola.

Ove, all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità e/o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la D.L. ne ordinerà l'allontanamento.

Qualora il materiale fornito, pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L., questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate. Ogni ritardo nella fornitura dei materiali, rispetto ai termini previsti, comporterà una penale per ciascun giorno nella misura del 2% sull'importo della intera partita.

#### **n) Perforazioni ed inghisaggi, fialature e tassellature**

Le perforazioni e gli inghisaggi saranno valutati a metro lineare di perforazione.

Attesto che il presente documento è copia informatica conforme al documento originale formato su supporto cartaceo conservato agli atti della Provincia di Modena composta da n. 46 pagine.

F.to il R.U.P. Ivano Campagnoli