



Provincia di Perugia

Area Viabilità e Trasporti

LAVORI

OGGETTO:

STRADE PROVINCIALI DELLA ZONA "1" COMPENSORI N. 1 - 2

Interventi di adeguamento, consolidamento e miglioramento dei piani viabili a tratti saltuariFONDI

ORDINARI DI BILANCIO

PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO DP N.124 DEL 31/07/2018

IMPORTO FINANZIAMENTO € 137.500,00

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Parte 2 di 2 (prescrizioni tecniche)

articolo 53, comma 4, periodi quarto e quinto, del Codice dei contratti
(articoli 43, commi 3 e seguenti, e 138, commi 1 e 2, del d.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207)

Il Responsabile del Progetto
Geom. Fabrizio Marinelli

Il Responsabile del Procedimento
Ing. Giovanni Solinas

Sommario

PARTE SECONDA - SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

TITOLO II - Definizione tecnica dei lavori non deducibile da altri elaborati

Capo I - MATERIALI DA IMPIEGARSI

Art. 1	Qualità e provenienza dei materiali
Art. 2	Prove dei materiali

Capo II - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 3	Movimenti di terre.....
Art. 4	Demolizioni
Art. 5	Malte.....
Art. 6	Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi).....
Art. 7	Barriere di sicurezza in acciaio.....
Art. 8	Acciaio
Art. 9	Calcestruzzi.....
Art. 10	Acciaio per cemento armato
Art. 11	Opere in acciaio e altri metalli
Art. 12	Scarificazione di pavimentazioni esistenti.....
Art. 13	Fresatura di strati di conglomerato bituminoso con idonee attrezzature
Art. 14	Sovrastruttura stradale
Art. 15	Strati di sottofondo in misto granulare.....
Art. 16	Strati di fondazione in misto cementato
Art. 17	Strato di base.....
Art. 18	Strati di collegamento e di usura
Art. 19	Binder transitabile.....
Art. 20	Microtappeto a freddo tipo "Slurry Seal"
Art. 21	Trattamento superficiale di doppio strato
Art. 22	Microtappeti ad elevata rugosità superficiale.....
Art. 23	Bitume modificato
Art. 24	Segnaletica stradale
Art. 25	Rilevati speciali sperimentali
Art. 26	Specifiche di controllo.....

Capo III - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 27	Norme generali
Art. 28	Misurazione dei lavori
Art. 29	Movimenti di materie
Art. 30	Sovrastruttura stradale (strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)

ABBREVIAZIONI

- Codice dei contratti (decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163);
- d.P.R. n. 207 del 2010: decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici;
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 10 del Codice dei contratti e agli articoli 9 e 10 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207);
- Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266, nonché dagli articoli 6 e 196 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207;

- attestazione SOA: documento che attesta la qualificazione per una o più categorie, nelle pertinenti classifiche, rilasciato da una Società Organismo di Attestazione, in applicazione degli articoli da 60 a 96 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.
- «lista»: la lista delle lavorazioni e forniture previste per la esecuzione dell'opera o dei lavori, di cui all'articolo 119 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

PARTE SECONDA

Specificazione delle prescrizioni tecniche

TITOLO II - Definizione tecnica dei lavori non deducibile da altri elaborati

CAPO I - MATERIALI DA IMPIEGARSI

Art. 1 Qualità e provenienza dei materiali

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

Per la provvista dei 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 D.L.. I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la D.L. 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 D.L., l'Impresa totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

a) Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabilite dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. 16/6/1976 Ee successivi aggiornamenti).

b) Leganti idraulici

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26/5/1965, n.595, ed al D.M. 31/8/1972 pubblicato sulla G.U.n.287 del 6/11/1972.

c) Calci aeree pozzolane

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16/11/1939, n.2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D.16/11/1939, n.223

d) Ghiaie, ghiaietti, pietrischetti, sabbie per strutture in muratura ed in conglomerato cementizio

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M.27/7/1985: norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica. Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovranno superare la larghezza di cm 5 (per larghezza si intende la dimensione dell'inerte misurata in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, etc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

e) Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi da impiegare per pavimentazioni

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

f) Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni.

Dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella Tabella U.N.I.2710 ed. 6/1945, ed eventuali e successive modifiche. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

g) Cubetti di pietra

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

h) Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide di risvolto, scivoli per accessi, guide e masselli per pavimentazioni

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 ed. 1945.

i) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni

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

l) Ciottoli da impiegare per selciati

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

m) Pietra naturale

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, etc., dovranno essenzialmente 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 o 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.

n) Pietre da taglio

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla D.L..Dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli, od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti nel R.D. 16/11/1939, N.2232, "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla D.L..

o) Tufi

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

p) Materiali laterizi

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16/11/1939, n:2232 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed alle Norme U.N.I.: 1607, 562965, 563065, 563165, 563265, 563365. I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e diritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli ed impurità. I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

q) Manufatti di cemento

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

r) Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 27/7/1985 .In particolare:

- acciai per c.a., per c.a.p.e carpenteria metallica: dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971,n.1086 (D.M. 27/7/1985);
- lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extradolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- acciai per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge 5/11/1971 n.1086 (D.M. 27/7/1985).

s) Legnami

Da impiegare per opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo. Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri. I legnami, grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno nè smussi di sorta. I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30/10/1912.

t) Bitumi, emulsioni bituminose

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali caratteristiche per l'accettazione", ed.5/1978, "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", fascicolo n.3, ed.1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (campionatura dei bitumi)", ed.1980.

u) Bitumi liquidi o flussati

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

v) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10%;possono anche essere trattate con oli minerali in quantità non superiore all'1%. Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I,II,III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami. Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I.2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali. Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme C.N.R. del 1956.

w) Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo, vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire. Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A e per quella estiva, olii di tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche devono essere poi le seguenti:

- 1) olii del tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6;distillato fino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%, punto di rammollimento alla palla ed anello 3045°C;

2) olii del tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C. almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla ed anello 5570°C;
3) olii del tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330 °C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla ed anello 3550°C;
4) olii del tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo il 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla ed anello 5570°C.
Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purchè di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate. In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

x) Materiali per opere in verde

1) Terra: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1m. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanze organiche e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) Concimi: i concimi minerali semplici o composti usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

3) Semi: per il seme l'impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure, separatamente, il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'impresa sarà tenuta ad aumentarne proporzionalmente le quantità di seme da impiegare per unità di superficie. La D.L., a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportate dalle tavole della Marchettano, nella colonna "buona semente", e l'impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

4) Materiale vivaistico: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'impresa, sia da altri vivaisti, purché l'impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla D.L., previa visita ai vivaisti di provenienza. Le piantine dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

5) Zolle: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato prolifica stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcito. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'impresa dovrà comunicare alla D.L. i luoghi di provenienza delle zolle stesse ed ottenere il preventivo benessere all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee. La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrigo di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale, e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) Paletti di castagno per ancoraggio vimate: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben dritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature e spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) Verghe di salice: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm 2,5.

8) Talee di salice: le talee di salice da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollamento, con diametro minimo di cm 2. Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure anche delle specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui il *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentadra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, etc. e potranno anche essere di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) Rete metallica: sarà del tipo normalmente usata per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicata dalla D.L..

y) Teli di "non tessuto"

Il telo "non tessuto" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;
- coefficiente di permeabilità: per filtrazione trasversale, compreso fra 1/1000 e 1/10 cm/s. (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza, non inferiore a 300 N/5cm, con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba anche assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà chiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 500 N/5cm od a 750 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

z) Materiali particolari per la esecuzione delle opere.

1) Acciaio per la esecuzione armatura valvolata dei micropali

L'acciaio dovrà essere del tipo FE 510 in spezzoni manicottati. Prima dell'approvvigionamento, il materiale dovrà essere sottoposto ad approvazione del Direttore dei Lavori, il certificato di origine controllo e qualità dell'acciaio dall'acciaieria di fabbrica, successivamente a fornitura avvenuta, il suddetto certificato dovrà essere allegato alle bolle di accompagnamento del materiale, e sugli spezzoni di lavorazione in officina verrà prelevato congiuntamente dal Direttore dei Lavori e dal Direttore di Produzione/Lavorazione, i campioni da provare ed inviare al laboratorio ufficiale di cui alla L. 1086/71 e D.M. attuativo. I campioni dovranno essere in numero sufficiente secondo il D.M. attuativo della L. 1086/71, l'acciaio dovrà essere del tipo "saldabile" secondo le direttive CEE e le norme italiane. Le caratteristiche di saldabilità riportate sul certificato di origine controllo e qualità. Le saldature dovranno essere qualifica di 1° classe secondo le norme vigenti.

2) Requisiti generici per i materiali da applicare

La Ditta produttrice del prodotto dovrà essere qualificata secondo le norme ISO 9001/EN 29001. Il prodotto dovrà essere marcato con marchio di qualità e corredato di schede applicative da consegnare alla D.L. ai fini della accettazione.

3) Nel caso di materiali su più strati, l'Impresa dovrà verificare la compatibilità della applicazioni sia fisica che chimica, nonchè la compatibilità con i materiali esistenti sulla struttura del ponte.

Art. 2 Prove dei materiali

a) Studi preliminari di qualificazione.

L'appaltatore per poter impiegare i vari tipi di materiali prescritti dalle presenti Norme Tecniche dovrà esibire preventivamente al D.L., per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale relativo ai valori caratteristici richiesti. I certificati, in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte, dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi; essi dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

b) Prove di controllo in fase esecutiva.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e, di norma, periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegarsi, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla stazione appaltante. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso la stazione appaltante previa apposizione di sigilli e firme del D.L. e dell'impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

CAPO II - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 3 Movimenti di terre

a) Scavi e rialzi in genere

Gli scavi e i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari. Nel caso che, a giudizio della D.L., le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici. Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada. Le scarpate di tagli e rilevati saranno costituite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla D.L. Per accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le spese necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla D.L. presso laboratori ufficiali. Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. UNI 10006.

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

b) Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L., in relazione alle pendenze dei siti d'impianto. I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di progetto al disotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza. Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica C.N.R. UNI 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità, delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottimo prima di eseguire il compattamento. Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al disotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica C.N.R. UNI), la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale ritenuto idoneo. Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata o, in alternativa, potrà essere proposta la tecnica della stabilizzazione del fondo con i metodi ritenuti più idonei.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla D.L. E' categoricamente vietato l'uso di tale terra per la costituzione dei rilevati. Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati. Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi: questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco. Per terreni di natura torbosa e comunque ogni qualvolta la D.L. non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti idonei allo scopo, i quali saranno dall'impresa eseguiti a misura in base ai prezzi di elenco. Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate. Anche il materiale di risulta dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato se idoneo, e portato a rifiuto se inutilizzabile. Si farà quindi luogo al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati e con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione. Comunque la D.L. si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione Me, determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSSSNV 670317). Il valore di Me misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm². Resta inteso che tutti i controlli precedentemente indicati restano a completo carico dell'impresa e si intendono già compensati con i prezzi unitari di elenco.

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

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

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

2) quando il terreno appartiene ai gruppi A4,A5,A6,A7,A8 (classifica C.N.R. U.N.I. 10006), la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano del cassonetto, che verrà stabilito secondo i casi dalla D.L. Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano del cassonetto. La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale dei cassonetti in trincea mediante la misurazione del modulo di compressione Me il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere a 50 N/mm². Resta inteso che tutti i controlli precedentemente indicati sono a completo carico dell'Impresa.

Le operazioni di compattazione dei piani di posa si intende compensato con i prezzi degli scavi presenti nell'elenco prezzi.

d) Formazione dei rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A1,A2,A3 della classifica C.N.R. U.N.I. 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1,A24,A25,A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la D.L. se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A1,A24,A25,A3 da prelevarsi in cave di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 proveniente dagli scavi, la D.L. prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione. Per i materiali di scavo provenienti da tagli di roccia da portare in rilevato, se di natura idonea per la D.L. dovrà provvedersi mediante riduzione degli elementi di pezzatura massima non superiore a cm 30. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di m 2 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

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

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

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilievi o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito.

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

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

E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla D.L. che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali ma sempre a carico dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della D.L. per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

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

Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e successive modifiche e dall'art. 189 T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale, approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) Md, determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ N/mm²; deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm²; quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0,50 e 1,00 m;

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

Resta inteso che l'onere per tutti i controlli precedentemente indicati resta a completo carico dell'Impresa. Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro. L'Impresa non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della D.L.. Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta. Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro. Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2, A3 un costipamento a carico dinamico sinusoidale, o un costipamento a carico abbinato statico dinamico sinusoidale, e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4, A5, A6, A7 un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A1, A2, A3 e costipati con energia dinamica di impatto. La D.L. si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 50 Kg per mc di materiale compattato. Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base inferiore di m 2, base superiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

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

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

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 20 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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

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

In alcuni casi la D.L. può, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "non tessuti" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno 40 cm. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle di cui al punto dell'art. tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo può arrivare ad un massimo di 1200 N/5cm.

e) Scavi di sbancamento

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

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

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

Lo scavo di sbancamento in roccia verrà, ove necessario, con l'uso di martello demolitore applicato direttamente all'escavatore o macchina operatrice similare.

Le lavorazioni di scavo per l'arretramento delle pareti rocciose dovranno essere effettuate in maniera non uniforme, al fine di facilitare attraverso la creazione di nicchie, cavità, ecc. l'accumulo di materiale vegetale, e conseguentemente attraverso interventi di ingegneria naturalistica facilitare il recupero vegetativo e in sostanza mitigare gli impatti derivanti dagli interventi previsti.

f) Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera. Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla D.L..

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate. Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, il quale onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo. Le fondazioni saranno eseguite secondo le modalità ed alle quote che verranno indicate dalla D.L. eventualmente in più od in meno di quanto previsto in progetto. Sarà compito dell'Impresa di provvedere all'armatura dei cavi in modo da non pregiudicare la regolare esecuzione dei lavori. Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa di procedere al ripristino senza diritto a compensi. Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando legname di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai addetti allo scavo. L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione. Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, o con qualsiasi mezzo che ravisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa venga 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 aggotamenti. Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali. Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'impianto, per il quale l'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice, 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 i danni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

g) Precauzioni per l'uso delle mine

Per le mine che occorressero nella esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore. Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni speciali e necessarie per evitare alle persone ed alle cose in genere ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso il responsabile. Le mine che dovranno usarsi in vicinanza di strade o di luoghi abitati o di condutture aeree di ogni genere, debbono essere riparate con fascine o legnami, in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danno di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere e segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che sia accertato che tutte le persone e gli operai si siano posti al sicuro.

Art. 4 Demolizioni

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo. Dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

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

La D.L. si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati. I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, ed al più presto, venire trasportati, a cure e spese dell'appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla D.L.. Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco. Nell'esecuzione delle demolizioni è assolutamente vietato l'uso delle mine.

Art. 5 Malte

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte, ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla D.L.. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle norme UNI 792778.

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

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese. Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

Art. 6 Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

a) GENERALITA'

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e a sue spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto elaborandone i particolari esecutivi. Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e a sue spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche. 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 aprile 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina e per le opere di cemento armato normale, precompresso, ed a struttura metallica" e delle relative norme tecniche emanate in applicazione dell'Art. 2 della predetta legge (D.M. 27/7/1985);
- del D.M. 4 Maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali";
- della Legge 2 febbraio 1974 n. 64, concernente provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche e D.M. 24/1/1986 recante disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le zone sismiche;
- del D.M. 3/12/1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate";
- del D.M. 11/3/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, ecc.", e criteri generali e prescrizioni per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- del D.M. 14/2/1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. e c.a.p. e per le strutture metalliche";
- del D.M. 20/11/1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- delle norme C.N.R. 10018/85 "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi d'appoggio in gomma e P.T.F.E. nelle costruzioni;
- Decreto Ministeriale 6 Gennaio 1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Decreto Min. LL.PP. 16 Gennaio 1996 (G.U. 29/96): "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- Decreto Min. LL.PP. 16 Gennaio 1996 (G.U. 29/96): "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Decreto Min. 14 Gennaio 2008 (G.U. 29/96): Norme tecniche per le costruzioni;

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 D.L..

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 D.L..

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 D.L. autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti. L'esame e la verifica, da parte della D.L., 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 D.L., 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.

b) COMPONENTI

Cemento

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamati 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 miscelazione fra tipi diversi. L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

Inerti

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiati. 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 tre pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale tenuto 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 metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali". L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Additivi

La D.L. deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della D.L., 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 di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

c) CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, dovranno seguirsi le prescrizioni di cui all'Allegato n. 2, punto 5 delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971 (D.M. 09/01/1996) operando, in particolare, sulla base delle norme UNI 6127/1° per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 6130/2° per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI 6132 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Preliminarmente alla esecuzione dei getti di conglomerato l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni contenute nell'Allegato n.2, punto 2, comma a) di cui alle Norme Tecniche sopra citate, relativamente ai controlli di qualità del conglomerato.

Ad integrazione di tali norme, la D.L. si riserva la facoltà di ordinare ulteriori prelievi rispetto al numero minimo di due prelievi, in modo da poter assoggettare gli ulteriori provini a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; qualora le variazioni di qualità dei costituenti l'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo medesimo. Resta inteso che tutti gli oneri relativi alle ulteriori 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 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 dalla Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rbk inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta 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, fermo restando le ipotesi dei vincoli e di carico delle strutture, la Rbk è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L. il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata. Nel caso che la Rbk 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 per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla D.L.. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rbk risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla D.L..

Oltre ai controlli relativi alla Rbk la D.L. preleverà, ove ritenuto necessario, con le modalità indicate nel punto 2.3 delle norme UNI 612672 e con le frequenze di cui all'allegato II del D.M. 27/7/1985, campioni di materiale e di conglomerati per effettuare controlli, quali:

a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 716379;

b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 639372 e 639469.

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua /cemento. La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla norma UNI 716379. 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 tramite autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il

vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più 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 639572.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua d'impasto. In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati. La D.L. si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, in caso eccezionale, 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 D.L. verrà fissata un'area non superiore a 0,1 mq: su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dell'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 D.L. si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente su provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 613272).

d) CONFEZIONE

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento: la dosatura del cemento dovrà essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione. La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

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

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

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato omogeneo.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 716379. L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangono vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera). La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo. La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

e) TRASPORTO

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo d'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 dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto superato dalla norma UNI 716379, salvo l'uso di particolari additivi. E' facoltà della D.L. di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

f) POSA IN OPERA

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

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della D.L.. 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 D.L.. Dal giorno 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 tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente

difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la D.L., a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno 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 oggetti 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. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La D.L. 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 il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi o ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

g) STAGIONATURA E DISARMO

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo.

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 sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'Art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (D.M. 27/7/1985).

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

h) GIUNTI DI DISCONTINUITA' ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

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

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.). I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette continue o spezzate. I giunti 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.

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 d'infiltrazione. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

i) PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITA', 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 D.L., 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 D.L., 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 maggior e mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

I) CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto o per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla norma UNI 716379 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 27/7/1985.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto. La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori 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.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione. Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

m) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI

Durante l'esecuzione delle opere la D.L. 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.

Art. 7 Barriere di sicurezza in acciaio

Le barriere verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, secondo le disposizioni che impartirà la D.L. Le barriere con o senza mancorrente dovranno avere caratteristiche tali da resistere agli urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto. Secondo quanto disposto dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 11/7/1987 e D.M. 18/02/1992 n. 223, dovranno essere verificati i seguenti requisiti:

a) tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincata a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 gr/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa U.N.I.5744/66, ed avere le seguenti caratteristiche minime:

nastro: spessore minimo 3 mm., profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm., sviluppo non inferiore a 475 mm. modulo di resistenza non inferiore a 25 cmc;

paletti di sostegno: se metallici come è preferibile devono avere profilo a C di dimensioni non inferiori a 80x120x80 mm., spessore non inferiore a 5 mm., lunghezza non inferiore a 1,65 m. per le barriere centrali e 1,95 m. per le barriere laterali;

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

piastrina: copriasola antisfilamento di dimensioni 45x100 mm. e spessore 4 mm.

bulloneria :a testa tonda ed alta resistenza

b) la barriera deve essere posta in opera in modo che il suo bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm. sul piano viabile. I paletti devono essere posti a distanza reciproca non superiore a 3,60 m. ed infissi nel terreno di normale portanza per una lunghezza non inferiore a 0,95 m. per le barriere centrali e 1,20 m. per le barriere laterali; i nastri devono avere una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

c) per il dimensionamento delle barriere di sicurezza in corrispondenza dei margini esterni di opere d'arte, si dovrà ottemperare a quanto disposto dal D.M. 4/5/90 e comunque si dovranno utilizzare paletti con caratteristiche statiche minime pari a quelle del profilo scatolare A100 e posti ad interasse non superiore a 1,50 m. Tali paletti dovranno essere ancorati alla struttura in c.a. per una profondità non inferiore a 30 cm., in fori predisposti di sezione quadrata appena più larga del palo così da richiedere pochissima malta cementizia (antiritiro ed alta resistenza) di riempimento.

Il corrimano dovrà essere verificato secondo quanto stabilito dal D.M. 4/5/90 e comunque con caratteristiche non inferiori al tubo d=60mm., spessore minimo 3,2 mm. solidarizzato al montante con spinotto e bulloni. Il tubo corrimano dovrà essere posizionato ad un'altezza non inferiore a m.1 dal piano di calpestio del marciapiede o dal piano finito della carreggiata stradale in caso di mancanza di marciapiedi.

d) Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni deve assicurare per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i bulloni ed i sistemi di attacco debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, da parte dei bulloni, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce. I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimento del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm.2 ed orizzontale di più o meno cm.1. Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m.50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali. Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. In proposito si fa presente che potrà essere richiesta anche una diversa sistemazione (interramento delle testate)fermi restando i prezzi di elenco.

e) 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 cmq.50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Art. 8 Acciaio

Le opere con componenti in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

1) dalla Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21-12-1971);

2) dal D.M. 9 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. n° 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-1996) e dal precedente D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. n° 55 alla G.U. n° 65 del 18-3-1992) per alcune norme tecniche, ancora applicabili, concernenti il calcolo e le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili e le relative regole di progettazione ed esecuzione;

3) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 252 del 15-10-1996 (S.O. n. 207 alla G.U. n° 277 del 26-11-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9-1-1996";

4) dalla Legge 2 febbraio 1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n° 76 del 21-3-1974);

5) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. n° 19 alla G.U. n. 29 del 5-2-1996) e del D.M. 4 marzo 1996 "Proroga dei termini di entrata in vigore delle suddette Norme tecniche";

6) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 156 del 4-7-1996 (S.O. n° 151 alla G.U. n° 217 del 16-9-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle <Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi> di cui al D.M. 16-1-1996";

7) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (S.O. n. 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-1996) e sue istruzioni emanate con Circolare Ministero LL.PP n. 65 del 10 aprile 1997 (S.O. n. 89 alla G.U. n° 97 del 28- 4-1997);

8) dal D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n° 24 del 29-1-1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991 (circolare ANAS n° 28/1991 del 18-6-1991);

- 9) dal decreto del ministero delle infrastrutture del 14.01.2008 concernente l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- 10) della circolare n.617 del 02.02.2009 concernente le istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

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

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

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

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

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

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

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1996, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

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

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

COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

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

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

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 9 gennaio 1996.

COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

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

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

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

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

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

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

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

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

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

PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 9 gennaio 1996.

Art. 9 Calcestruzzi

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

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

della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);

del D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);

del D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);

del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS. n. 55/1986);

del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).

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);

del D.M. 9 gennaio 1996 " Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);

del D.M. 16 gennaio 1996 " Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);

della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente " Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);

della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente " Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

del decreto del ministero delle infrastrutture del 14.01.2008 concernente l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;

della circolare n.617 del 02.02.2009 concernente le istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

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

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, 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.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

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 derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Nella Tabella I, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, salvo diverse indicazioni del Progettista.

Tabella I

TIPO DI CONGLOMERATO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	Cementi Ammessi *	MASSIMO Rapporto A/C	CONSISTENZA UNI 9418 Abbassamento	Acqua Essudata UNI 7122	CLASSI Rck ****
I	-Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8.00 m, new jersey; -Barriere e parapetti	Pozzolánico Portland **	0.45	≥ 16 cm ***	$\leq 0.1\%$	≥ 40 MPa
II	-Muri di sottoscarpa e controripa c.a., ponticelli di luce sino a 8.00 m; -Tombini scatolari; -Fondazioni armate (pali, plinti, diaframmi, ecc.) -Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni;	PozzolánicoAlt oforno, Portland **	0.50	≥ 16 cm	$\leq 0.1\%$	≥ 30 MPa
III	-Muri di sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un massimo di 30 kg per m3); -Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); -Rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, ecc.) Prismi per difese spondali;	PozzolánicoAlt oforno, Portland **	0.55	≥ 16 cm	$\leq 0.2\%$	≥ 25 MPa

*in presenza di concentrazione di solfati e CO₂ aggressiva, il progettista dovrà indicare il cemento più opportuno allo scopo.

** ammesso alle condizioni del successivo punto 1.3.1.

***tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

****salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla DL un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la DL possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

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

I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m3 di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m3 di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

Tabella 2

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4) • UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	$Cf \geq 0,15$ ($D_{max} = 32 \text{ mm}$) $Cf \geq 0,12$ ($D_{max} = 64 \text{ mm}$)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo D_{max} fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo D_{max} fino a 64 mm). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

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

Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI 8520 parte 5) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo, le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3.

Additivi e disarmenti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmenti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica,, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ,
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

GRANULOMETRIA DEGLI INERTI

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto 1.3.2.

RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

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

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

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

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m², su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- 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.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non 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 DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$.

Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³ di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 \square / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \square / (1.5 + 1/s)$$

Dove :

\square è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

La valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \square R_i / n$$

Dove:

F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.

CONTROLLO DELLA LAVORABILITÀ

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI 9418, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

CONTROLLO DEL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

CONTROLLO DELL'OMOGENEITÀ DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

CONTROLLO DEL CONTENUTO DI ARIA

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 - 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

CONTROLLO DEL CONTENUTO DI CEMENTO

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 - 72 e 6394 - 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati 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 o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo 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).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

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

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 1.5.5.

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

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

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

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

TRASPORTO

Il trasporto dei conglomerati cementizi 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 conglomerato cementizio medesimo.

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.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;

- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

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 conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 1.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 1.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, 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.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

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

POSA IN OPERA

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

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.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.'

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la Superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

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.

Il conglomerato cementizio 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.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura 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 insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da 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.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

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 misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

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

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formati, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrati efficacemente.

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

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop) , o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

RIPRESE DI GETTO

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, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

POSA IN OPERA IN CLIMI FREDDI

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

POSA IN OPERA IN CLIMI CALDI

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

STAGIONATURA E DISARMO

PREVENZIONE DELLE FESSURE DA RITIRO PLASTICO

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

MATURAZIONE ACCELERATA CON TRATTAMENTI TERMICI

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);

il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;

- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);

- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)

- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura , dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;

- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

DISARMO

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

La rimozione dell'armatura 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 prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare 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 DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti. Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

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

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 a questo 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 butiadene), 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, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

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

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

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

PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI

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 la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

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 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.

ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/96) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

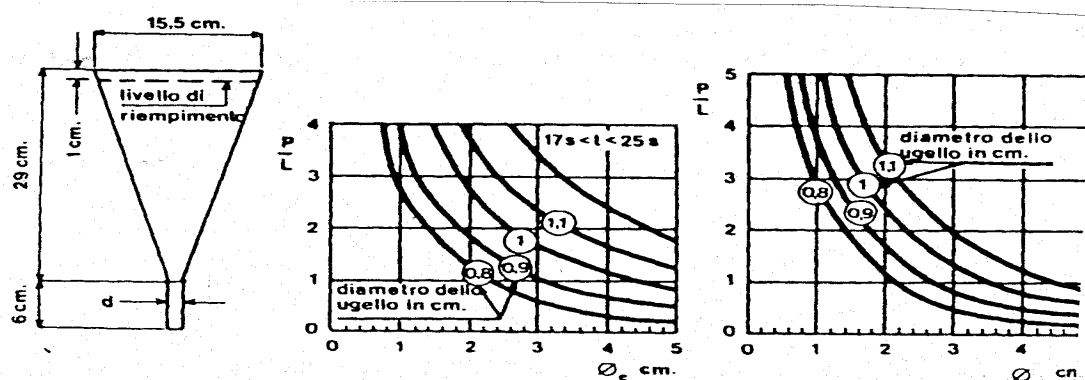
L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

MISURA DELLA FLUIDITÀ CON IL CONO DI MARSH

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro d variabile da 8 mm a 11 mm.

La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di Scolo di 1000 cm³ di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm³, il tempo totale di scolo va diviso per due).



CONO DI MARSH

A FILI

A TREFOLI

Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm²)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (ϕG), del diametro dei fili (ϕf) e del loro numero (n)].

(2) Misura della essudazione della malta.

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, ϕ 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000 cm³, sarà compreso tra 13 e 25 sec subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

MISURA DELL'ESSUDAZIONE DELLA BOIACCA (BLEEDING).

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, ϕ = 6 cm, riempita con 100 cm³ di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;

- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di Qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto 1.8.3.1.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetteria a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 no 1086 (D.M. 09/01/96).

Per gli opportuni controlli da parte della DL, l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 09/01/96.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 09/01/1996.

Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

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

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

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 composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA - FE B 38K, FE B 44K - CONTROLLATO IN STABILIMENTO

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la Posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 09/01/96.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

ACCIAIO INOSSIDABILE IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto 1.11.1 della presente Sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTRICALDATE

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto 1.5.1.

IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

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

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

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

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

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

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

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

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

a) GUAINE BITUMINOSE

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

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; la superficie dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
-
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa 0,5 Kg/m²;
-
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m² e resistenza non inferiore a 1000-1200 N/5cm, ed una flessibilità a freddo a -10 °C, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
-
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A1 o Ga): non inferiore a 10 Kg;
-
- resistenza a trazione (modalità G2L e G2T): 8 Kg/ cm.

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

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

B) MEMBRANE ELASTICHE

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

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

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

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

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

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

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

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m²;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m²;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m² senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

Art. 10 Acciaio per cemento armato

GENERALITA'

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi e caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971, n. 1086 (D.M. 09/01/1996). Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 09/01/1996.e/o D.M. 14/01/2008.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 ton max; ogni partita minore di 25 ton 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 ton spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

ACCIAI PER C.A. NORMALE

BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA FeB38K FeB44K.

1 Barre non controllate in stabilimento.

Si procederà al loro controllo in cantiere con le stesse modalità, oneri e prescrizioni di cui al precedente punto a) 1.

2 Barre controllate in stabilimento.

La D.L. sottoporrà a controllo in cantiere anche le barre controllate in stabilimento. Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa e inviati a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

1 Acciai non controllati in stabilimento.

Si procederà ai controlli in cantiere in conformità a quanto previsto dal D.M.09/01/1996. I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della D.L. e dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tali controlli deve essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

2 E' facoltà della D.L. sottoporre a controllo in cantiere anche gli acciai controllati in stabilimento. Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della D.L. e dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Art. 11 Opere in acciaio e altri metalli

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

a) saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal direttore dei lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

b) bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;

c) chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE {Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.)}.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione di prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno osservarsi le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045-1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10210-1 - Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-1 - Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

I controlli di cantiere sono obbligatori. Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno due sugli spessori massimo e minimo. I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle norme della serie UNI EN 10025 della tabella più avanti riportata per i profilati cavi, per quanto concerne l'allungamento e la resistenza, nonché norme superiormente richiamate per caratteristiche chimiche. Ogni singolo della tensione di snervamento e di (Rm) non dovrà risultare inferiore ai tabellari (v. ad es. Tab. 30 per i prodotti di cui alla norma UNI EN 2).

{ Per gli acciai designati in tabella il simbolo "S" indica gli acciai per impieghi strutturali, il numero indica il unitario di snervamento minimo prescritto, in N/mm², e gli ulteriori indicano caratteristiche aggiuntive secondo la Circolare d'informazione CI dell'ECISS.}

TAB. 30 - Prodotti piani e lunghi di acciaio non legato UNI EN 10025-2. Carichi unitari di rottura a trazione

DESIGNAZIONE Secondo EN 10027-1 (101)	Carico unitario di rottura a trazione Rm (N/mm ²)				
	Spessore nominale in mm				
	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR S235J0 S235J2	360 - 510 360 - 510 360 - 510	360 - 510 360 - 510 360 - 510	350 - 500 350 - 500 350 - 500	340 - 490 340 - 490 340 - 490	- - 330 - 480
S275JR S275J0 S275J2	430 - 580 430 - 580 430 - 580	410 - 560 410 - 560 410 - 560	400 - 540 400 - 540 400 - 540	380 - 540 380 - 540 380 - 540	- - 330 - 540
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	510 - 680 510 - 680 510 - 680 510 - 680	470 - 630 470 - 630 470 - 630 470 - 630	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	- - 450 - 600 450 - 600
S450J0*	-	550 - 720	530 - 700	-	-

* Applicabile solo per prodotti lunghi.

Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei lavori (o di tecnico di sua fiducia) che dovrà validare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i campioni inviati in laboratorio per le prove richieste.

Per la particolare procedura, per le caratteristiche delle certificazioni rilasciate e per gli ulteriori controlli d'obbligo da parte dei laboratori di prova, si rinvia comunque al punto 11.2.4.8.3 delle norme tecniche.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme tecniche".

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche (102).

Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele); UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2. Il produttore dovrà dichiarare le caratteristiche tecniche come al precedente punto 46.3.1.

Art. 12 Scarificazione di pavimentazioni esistenti

- Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.
- La scarificazione sarà spinta fino alla profondità, ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di elenco, provvedendo alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Art. 13 Fresatura di strati di conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

- La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.
- Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali pipper, escavatore, demolitore, ecc., a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.
- Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Provincia.

6. Nel corso dei lavori la Direzione Lavori potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.
7. 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).
8. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori. 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.
9. 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.
10. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.
11. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.
12. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Art. 14 Sovrastruttura stradale

1. In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale, nei tratti in rettilineo, sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto, aventi pendenza trasversale del 2,50%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.
2. Anche alle banchine sarà assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.
3. Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve dei tratti precedenti e seguenti. L'Impresa indicherà alla D.L. i materiali, le terre e la loro provenienza, le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono. La D.L. ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta presso 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 D.L. 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 che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50, disposto secondo due direzioni ortogonali è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.
4. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno stabiliti, per ciascun tratto, nel progetto ovvero dalla Direzione dei lavori.

Art. 15 Strati di sottofondo in misto granulare

1. Lo strato di fondazione dovrà essere costituito da pietrischi, pietrischetti, graniglie e sabbie, tutti provenienti dalla frantumazione meccanica di rocce calcaree stabilizzati per granulometria.
 2. Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà quello fissato dal progetto o dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo la stesa avverrà in tratti successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.
- a) **Caratteristiche del materiale da impiegare**
 Il materiale in opera, dopo le eventuali correzioni e miscelazione, risponderà alle seguenti caratteristiche: - l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a mm 71, né forma appiattita, allungata o lenticolare
 la granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

a) SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	b) MISCELA PASSANTE: %TOT.PESO
c) Crivello 71	d) 100
e) Crivello 30	f) 70 - 100
g) Crivello 10	h) 30 - 70
i) Crivello 5	j) 23 - 55
k) Setaccio 2	l) 15 - 40
m) Setaccio 0,4	n) 8 - 25
o) Setaccio 0.0075	p) 2 - 15

il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 deve essere inferiore a 2/3
 la perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973), eseguita sulle singole pezzature, sarà inferiore al 30%
 la frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332, deve avere il limite liquido inferiore od eguale a 25 e l'indice di plasticità inferiore od eguale a 6.
 l'indice CBR del materiale, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, sarà non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +/- 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

b) Modalità esecutive.

- Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei

suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e 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. 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 (CNR 69 - 1978).

- Il valore del modulo di deformazione Md (CNR 146 - 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm². In caso contrario l'Impresa, a sue cure e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il roficamento dello strato. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,00 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. In caso contrario l'Impresa, a sue cure e spese, dovrà provvedere a raggiungere lo spessore prescritto. Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni avanti 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.

c) **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, 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 accertati con controlli della D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Art. 16 Strati di fondazione in misto cementato

a) **Descrizione.**

- Gli strati di misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dal progetto o dalla Direzione dei Lavori.
- Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

b) **Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.**

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

1. aggregato con dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare
2. granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE: %TOT.PESO
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 15	53 - 70
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0,18	6 - 14
Setaccio 0.0075	5 - 10

3. L'Impresa avere prove in

laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

4. Verrà ammessa una tolleranza di +- 5% fino al passante al crivello 5 e di +- 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.
5. Come legante verrà impiegato cemento che soddisfi le norme sui leganti idraulici (D.L. n. 2228 del 16/11/1939).
6. A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 4% ed il 12% sul peso degli inerti asciutti.
7. L'acqua utilizzata 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 +- 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

3)- perdita di peso
Los Angeles
sulle singole
secondo le norme
131 - AASHO T 96,
uguale al 30%
di plasticità non
a 18 e limite liquido
maggiore di 40.

dopo
eseguito

c) **Miscela - Prove di laboratorio e in sito.**

- a) La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.
- b) Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro 15,24 cm., volume 3242 cm. cubi) per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm.17,78.
- c) La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm.(o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.
- d) La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8 peso pestello Kg. 4,54, altezza di caduta cm.45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 gradi C) in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.
- e) Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.
- f) Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.
- g) I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0,25 N/mm². quadrati (questi valori per la compressione e la trazione - devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di +/-15%, altrimenti alla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento delle prove di controllo.

d) **Preparazione.**

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

e) **Posa in opera.**

- a) La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.
- b) La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la finitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).
- c) La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0 gradi C e superiori a 25 gradi C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25 gradi C e i 30 gradi C.
- d) In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dell'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.
- e) Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 gradi C - 18 gradi C ed umidità relative del 50% circa temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.
- f) Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare la norma 1 : 2 ore per garantire la continuità della struttura.
- g) Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.
- h) Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.
- i) Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

f) **Protezione superficiale.**

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

g) **Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione.**

- a) La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.
- b) Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della prescritta formula di trasformazione, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 : 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 : 110 gradi 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.
- c) Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà accedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.
- d) La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 metri cubi di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre +/- 20% comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm. quadrati per la trazione.
- e) 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, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. qualora si riscontrino un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

Art. 17 Strato di base

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

a) **Materiali inerti**

a) I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nelle norme CNR 139/92 (Norme sugli aggregati - requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali) e nelle norme CNR 65-1978 e CNR 80-1980. Il contenuto di rocce tenere, alterate e degradabili dovrà essere inferiore all'1% (CNR 104/84)

- a) La frazione > 4 mm, sarà costituito da frantumati in percentuale non inferiore al 90% con la perdita di peso alla prova Los Angeles inferiore al 25%.
- b) La frazione < 4 mm dovrà avere un indice plastico non determinabile ed un limite liquido non superiore a 25.
- c) 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 e lenticolare.

b) **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 gradi, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammolimento, che dovrà essere compreso fra 47 gradi C e 56 gradi C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammolimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n 24 (29/12/1971) B.U. C.N.R. n 44 (29/10/1974) B.U. C.N.R. N 50 (17/3/1976).

c) **Miscela**

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

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE: %TOT.PESO
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0.0075	4 - 8

- a) Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati (CNR 38 - 1973).
 - b) Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:
 - c) il valore della stabilità Marshall - Prove B.U. C.N.R. n 30 (15/3/1973) eseguita a 60 gradi 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
 - d) gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4,0% e 7,0% (CNR 39 - 1973).
 - e) I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.
 - f) La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 gradi °C.
- d) **Controllo dei requisiti di accettazione.**
- a) Le caratteristiche dei conglomerati dovranno essere soddisfatte dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dell'esame delle carote prelevate in sito. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atte ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.
- e) **Formazione e confezione delle miscele.**
- a) Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti 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. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura. 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.
 - b) La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione 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.
 - c) 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%.
- f) **Posa in opera delle miscele.**
- a) La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito di 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.
 - b) Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/mq. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di 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 litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno sempre essere realizzati previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
 - c) 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.
 - d) Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere 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.,
 - e) La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro gli strati eventualmente compromessi 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.
 - f) La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto il suo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo 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 10mm il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Art. 18 Strati di collegamento e di usura

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dal progetto o dalla Direzione Lavori. Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell' art. 1 delle "Norme sugli aggregati" del C.N.R.139/92, mescolato con bitume a caldo e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità dell'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

a) Materiali inerti

- a) Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.
- b) Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles, secondo le Norme B.U. C.N.R. N 34 (28/3/1973) anziché col metodo DEVAL.
- c) L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.
- d) L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

Per strati di collegamento (bynder):

Frazione > 4 mm :

- Il contenuto di rocce tenere, alterate e degradabili , CNR 104/84, sarà inferiore all'1%
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (CNR 34-1973)
- porosità, secondo C.N.R. 65/78 non superiore all'1,5%
- quantità di frantumato non inferiore al 90%
- spogliamento in acqua, CNR 138/92, non superiore al 5%.
- Indice di appiattimento, CNR 95/84, non superiore a 20.

Frazione < 4 mm :

- quantità di frantumato non inferiore al 40%
- indice di plasticità non rilevabile
- equivalente in sabbia non inferiore a 50.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura

Frazione > 4 mm :

- rocce tenere, alterate e degradabili , CNR 104/84, non superiori all'1%
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHTO T 96, inferiore al 20% (CNR 34-1973)
- porosità, secondo C.N.R. 65/78 non superiore all'1,5%
- quantità di frantumato pari al 100%
- spogliamento in acqua, CNR 138/92, eguale a 0
- Indice di appiattimento, CNR 95/84, non superiore a 20.

Frazione < 4 mm :

- quantità di frantumato non inferiore al 50%
- indice di plasticità non rilevabile
- equivalente in sabbia , CNR 27/72, non inferiore a 60.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

b) Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70, salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori, in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di indice di penetrazione compreso fra -0,1 e +0,1 salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni. Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R., fascicolo II/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove di base.

c) Miscela

Per strati di collegamento (bynder):

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (Binder) dovrà avere una composizione granulo-metrica contenuta nel seguente fuso:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE: %TOT.PESO
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0.0075	4 - 8

- **Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,0% ed il 5,5%** riferito al peso degli aggregati (CNR 38 - 1973) e dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.
- Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento per la risagomatura e per i risanamenti dovrà avere i seguenti requisiti:
 - la stabilità Marshall eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini, per i quali viene determinata la stabilità Marshall, dovranno presentare una percentuale di vuoti residui tra 3 e 7%.
 - La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati.
 - Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.
 - il conglomerato bituminoso, oltre che soddisfare i valori sopra indicati, deve presentare in opera, a rullatura ultimata, un volume dei vuoti residui non superiore al **12,0% (dodici per cento). Valore dei vuoti superiori al 14% (quattordici per cento) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa, salvo il danno per il mancato esercizio della struttura.**

Per strati di usura (tappeto)

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

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE: %TOT.PESO
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0.0075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 4,5% ed il 6,0% riferito al peso totale degli aggregati (CNR 38 - 1973).

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80% il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli, sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo, anche a lunga scadenza il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n.30 del 15/3/1973), eseguita a 60 gradi centigradi su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N (1000 Kg.). I valori della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa dalle prove Skid Test (C.N.R. B.U.105) deve risultare una resistenza all'attrito radente non inferiore a 58 (CAT≥58); La prova dovrà essere eseguita ad una distanza di cm. 80 dal limite destro della carreggiata**
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere **non superiore all' 8,0% (otto per cento)**. Nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale

passante al crivello da 25 mm., lo stesso dovrà essere vagliato se necessario. **Valore dei vuoti superiori al 12% (dodicipercento) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa, salvo il danno per il mancato esercizio della struttura.**

d) Controllo dei requisiti di accettazione

L'impresa, su richiesta della D.L., ha l'obbligo di far eseguire presso un laboratorio ufficiale designato dalla D.L., 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 dei lavori e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione granulometrica e del dosaggio in bitume alle richieste caratteristiche di stabilità, compattezza ed impermeabilità. 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 finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata la composizione proposta l'impresa dovrà attenersi rigorosamente. Le caratteristiche dei conglomerati dovranno essere soddisfatte dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni, la D.L. effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove, controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

e) Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre efficienti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele 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. 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 sotto i 20 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione 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.

f) Posa in opera degli impasti

La posa in opera degli impasti verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici di tipo approvato dalla D.L. in perfetto stato d'uso e dotate di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esenti da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile tra di essi dovrà essere interposta una mano di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/mq. Nella stesa si dovrà porre massima cura alla formazione dei giunti longitudinali: il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmata con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata in modo che essi risultino 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 dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto idonei e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro gli strati eventualmente compromessi dovranno essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità. 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 perfettamente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

g) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi nei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume - aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i predetti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposte a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Art. 19 Binder transitabile

Valgono le stesse prescrizioni e caratteristiche indicate per lo strato di collegamento (binder) salvo che:

- gli inerti grossi, graniglie e pietrischetti devono rispondere alle Norme C.N.R. 139/92 con caratteristiche di appropriata durezza (inerte di natura magmatica-eruttiva), con perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 20% e quantità di frantumato pari al 100% il filler privo di impurità e non plastico, il tutto riportato in una curva chiusa da rendere il binder transitabile;
- **Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6,0% riferito al peso degli aggregati (CNR 38 - 1973);**
- **il volume dei vuoti residui a rullatura terminata non dovrà essere superiore al 10,0% (dieci per cento);**
- **dalle prove Skid Test (C.N.R. B.U.105) deve risultare una resistenza all'attrito radente non inferiore a 55 (CAT≥55). La prova dovrà essere eseguita ad una distanza di cm. 80 dal limite destro della carreggiata.**

Art. 20 Microtappeto a freddo tipo "Slurry Seal"

a. Descrizione:

- La tecnica di posa del microtappeto a freddo, denominata "slurry seal", consiste nello spargimento su strada, di una malta bituminosa di basso spessore (4-12 mm) composta di sabbia, inerti, cemento, acqua, emulsione modificata ed additivi.
- L'applicazione dello "slurry seal" è indicata principalmente là dove la pavimentazione presenta scivolosità superficiale e dove si evidenziano piccoli ammaloramenti (retinature superficiali), e dove nel contempo si voglia ottenere un ottimo contributo alla ruvidità superficiale con incremento della sicurezza (migliore aderenza dei pneumatici in presenza di pioggia).
- Con tale procedimento è possibile intervenire in modo rapido (apertura al traffico dopo 2 ore dalla stesa) e su superfici molto estese.
- La tecnica illustrata, permette un alto risparmio di inerti pregiati, dando le stesse caratteristiche superficiali di un conglomerato tradizionale per strato di usura.
- In sintesi si può riassumere che l'applicazione dello "slurry seal" dà i seguenti vantaggi:
 1. prestazioni superficiali migliori (coefficiente di aderenza migliorata, diminuzione dell'effetto acquaplaning)
 2. impermeabilizzazione e conseguente protezione degli strati sottostanti
 3. rapidità di esecuzione e di apertura al traffico
 4. non necessita di rullatura
 5. riduzione degli interventi manutentivi
 6. non modifica il profilo della pavimentazione esistente
 7. economicità nel rapporto mq intervento/prezzo
 8. stesa del microtappeto a freddo con macchina miscelatrice-stenditrice in una unica fase

b. Norme tecniche:

- Il microtappeto a freddo è costituito da un'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile ed irruvidita.
- La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.
- La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina miscelatrice-stenditrice semovente ed il trattamento posto in opera non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

c. Inerti

- Gli inerti costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.
- Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n° 34/73), minore del 18 % inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,46 (CNR B.U. n° 140/92).
- La porosità dovrà essere inferiore od uguale all'1,5 % (CNR B.U. n° 65/78).
- La quantità dei frantumati presente nella miscela, dovrà essere del 100 %.
- Il coefficiente di imbibizione (CNR Fasci n° 4/53) dovrà essere inferiore allo 0,015.
- Il coefficiente di forma e appiattimento inferiori rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR n° 95/84).
- La sensibilità al gelo inferiore al 20%.
- L'aggregato fine sarà composto da sabbia di frantumazione.
- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n° 34/73-classe C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla miscela dovrà essere maggiore od uguale all'80% (CNR B.U. n° 27/72).

d. Additivi

- Gli additivi (Filler) potranno essere integrati con cemento potranno altresì impiegarsi additivi di controllo della rottura dell'emulsione.

e. Miscele

- Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito illustrati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
CRIVELLI E SETACCI			
15 Passante%	100		
10 Passante%	85-100	100	100
5 Passante%	55-75	55-80	85-100
2 Passante%	30-55	30-55	58-83
0,4 Passante%	14-28	14-28	22-36
0,2 Passante%	8-19	8-19	11-22
0,075 Passante%	4-10	5-10	6-10

- Miscele con spessori finali diversi, dovranno essere concordate con la D.L.

f. **Malta Bituminosa**

- Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.
- Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume idoneo ad ottenere (dopo modifica) dei requisiti (sul residuo della distillazione) di seguito elencati:

Caratteristiche	Norme tecniche	Unità di misura	Valori
Penetrazione(25°C)	CNR 24/71	dmm	>50
Punto di rammollimento(P.A.)	CNR 35/73	°C	>58
Punto di rottura Frass	CNR 43/74	°C	<-15
Viscosità dinamica a 160°C	SN67.1722a	Pa*S	<0,8
Ritorno elastico a 25°C	CNR 44/74 mod.	%	>70
Volatilità a 163°C	CNR 54/77	%	<1

- Dovranno essere impiegati additivi che permettano il controllo del tempo di rottura dell'emulsione al fine di facilitare la miscelazione, la stesa ed il tempo di apertura al traffico in funzione delle condizioni ambientali al momento dell'applicazione della malta.
- Il dosaggio degli additivi e/o filler di aggiunta, saranno stabiliti da uno studio di laboratorio preliminare presentato dall'impresa esecutrice.

g. **Composizione e dosaggio della miscela**

- La malta bituminosa dovrà (in funzione del supporto del sito) orientativamente ed in accordo con la D.L., avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta kg/mq	8-15	6-12	5-8
Dimensione MAX inerti mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume (residuo)% in peso sugli inerti	5-7,5	6-8	7-10

h. **Acqua**

- L'acqua utilizzata per la preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

i. **Confezione e posa in opera**

- Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice - stenditrice semovente.
- Prima di iniziare la stesa del microtappeto, si dovrà procedere ad un'attenta pulizia della superficie stradale con mezzi meccanici e/o a mano.
- Al termine della stesa, la superficie dovrà presentare un aspetto regolare, uniforme ed una notevolissima scabrosità superficiale.
- La produzione e posa in opera del microtappeto dovranno essere interrotte con temperature inferiori ai 5° C ed in caso di pioggia.

j. **Dati base di confronto e valutazione**

- Verifica delle caratteristiche superficiali minime del conglomerato in oggetto risultati delle prove di misurazione dell'attrito radente sulle superfici pavimentate tramite il pendolo denominato " SKID TEST " (CNR BU 105) e delle misure di altezza in sabbia HS(CNR BU 94).
- Dalle prove Skid Test (C.N.R B.U.105) deve risultare una resistenza all'attrito radente non inferiore a 65 (CAT≥65);
- La prova dovrà essere eseguita ad una distanza di cm. 80 dal limite destro della carreggiata.

Art. 21 Trattamento superficiale di doppio strato

Sarà realizzato con graniglie basaltiche ed emulsione bituminosa cationica al 70% di bitume modificato con elastomero S.B.S. (Stirol - Butadiene - Stirol)

a) **Specifiche tecniche dei materiali**

- EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI S.B.S.-R

b) **Prove di accettazione Metodi di prova ECR 70**

Composizione:

1. Contenuto d'acqua, % peso CNR 101/84 max. 30
2. Contenuto di legante (bitume+elastomero), % peso 100 - a) min. 70 + FLUSSANTE
3. Contenuto di bitume +elastomero (residuo della distillazione) % peso ASTM D244-72 min.67
4. Contenuto di flussante, % peso max. 3
5. Velocità di rottura:
6. Demulsività, % peso ASTM D244-72 70/100
7. Trattenuto al setaccio n. 20 ASTM D244-72 max. 0,2
8. Sedimentazione a 5 gg., % peso ASTM D244-72 max.5
9. Viscosità Engler a 20 gradi C, gradi E CNR 102/84 oltre 20g.E
10. Carica particellare - ASTM D244-72 - positiva - Caratteristiche del legante estratto (residuo della distillazione):ASTM D244-72
11. M) Penetrazione a 25 gradi C,100
12. gr. x 5" dmm CNR 24/71 50-60
13. N) Punto di rammollimento P.A. NR 25/73 70-80
14. O) Viscosità a 80 gradi C 1/s 671772°Pa S 90-120
15. P) Punto di rottura Fraas gradi C -30
16. Q) Indice di penetrazione (Pfeiffer) +6

c) **Aggregati Lapidei**

1. Devono essere ottenuti da graniglie provenienti da frantumazione di materiali dotati di ottima resistenza all'abrasione di natura basaltica, di forma poliedrica e non scagliosa.
2. Per il primo strato si userà graniglia di pezzatura 10/14 mm e per il secondo strato graniglia di pezzatura 4/6 mm al fine di creare un trattamento "discontinuo" e ottenere la massima rugosità superficiale.
3. I materiali lapidei dovranno essere ben lavati, ed esenti da ogni traccia di argilla, e sporco in genere i materiali contenenti frazioni inferiori a 1 mm dovranno essere tassativamente scartati.
4. Pietrisco (c.f.r. - C.N.R. - Comitato Studi Materiali stradali - Fascicolo n. 4)
5. Graniglia basaltica
6. coefficiente qualità Deval minimo 12
7. coefficiente I.S.S. minimo 4
8. coefficiente di frantumazione massimo 120
9. perdita di decantazione minimo 1
10. resistenza alla compressione kg/cmq 1400
11. resistenza all'usura massimo 0,8
12. si riportano qui di seguito le curve granulometriche delle graniglie basaltiche da impiegare:

Passante	10/14 mm	4/6 mm
3/4	100%	
1/2	40-80%	
3/8	2-15%	100%
1/4	0-4%	88-100%
4	0	26-55%
1/8		0-11%
10		0

d) **Modalità di esecuzione del trattamento superficiale "doppio strato"**

1. Pulizia della superficie stradale con motosoffiatore o motospazzatrice per eliminare polvere, terra, detriti in genere.
2. Spruzzatura della prima mano di emulsione bituminosa cationica al 70% di bitume elastomerizzato, data uniformemente con apposita autocisterna spanditrice dotata di barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile da 1 a 4 mt e corredata di impianto di riscaldamento autonomo e di tutte le strumentazioni per il controllo della quantità, data in ragione non inferiore a kg 1,10/mq minimo, kg 1,3/mq massimo, alla temperatura di 60-80 gradi C.
3. Immediata stesa del primo strato di graniglia basaltica pezzatura 10/14 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia data in ragione di litri 9-10/mq.
4. Spruzzatura della 2^ mano di emulsione bituminosa cationica al 70% di bitume elastomerizzato data in ragione non inferiore a Kg 1,2/mq minimo, kg 1,4/mq massimo.
5. Immediata stesa del secondo strato di graniglia basaltica di pezzatura 4/6 mm, come al punto c), data in ragione di lt 5-6/mq.
6. Prolungata cilindratura con rullo compressore preferibilmente gommato da 6 - 10 ton.
7. Apertura al traffico a velocità ridotta, per un limitato periodo di tempo.

8. Spazzatura della graniglia mobile con motospazzatrice.

e) **Dati base di confronto e valutazione**

1. Verifica delle caratteristiche superficiali minime del conglomerato in oggetto risultati delle prove di misurazione dell'attrito radente sulle superfici pavimentate tramite il pendolo denominato " SKID TEST " (CNR BU 105) e delle misure di altezza in sabbia HS(CNR BU 94).

Dalle prove Skid Test (C.N.R B.U.105) deve risultare una resistenza all'attrito radente non inferiore a 70 (CAT≥70):

La prova dovrà essere eseguita ad una distanza di cm. 80 dal limite destro della carreggiata.

Art. 22 Microtappeti ad elevata rugosità superficiale

a) **Descrizione**

- Sono miscele dotate di elevata rugosità parzialmente drenanti e fonoassorbenti. Il conglomerato e' costituito da inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastati a caldo con legante modificato. Il conglomerato per microtappeti e' posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo.
- Deve essere applicato solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale. In caso di pavi- mentazioni interessate da ormaie superiori ad 1 cm od in presenza di avvallamenti, depressioni od altre deformazioni occorre prevedere una riprofilatura del supporto mediante idonea miscela.

b) **Materiali inerti**

- Gli inerti costituiti esclusivamente da elementi basaltici dovranno essere sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei (CNR fasc. IV/1953).
- Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.
- Il coefficiente di forma (Cf) ed il coefficiente di allungamento (Ca) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58. (CNR B.U. n° 95 dei 31.01.1984).
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (CN R B. U. n° 65 dei 18.05.1978)
- La quantità di frantumato dovrà essere dei 100%.
- La sensibilità al gelo dovrà essere $\leq 15\%$ (CNR B.U. n- 80 dei 15.11.1980)
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di "dope" d'adesione) dovrà risultare dello 0% (CNR B. U. n° 138 dei 15.10.1992).
- Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere maggiore od uguale a 0,47 (CNR B.U. n°140 dei 15.10.1992)
- La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n° 34 dei 28.3.1973) deve essere inferiore od uguale al 20%.
- Il coefficiente di imbibizione, secondo la norma CNR fasc. IV/1 953 deve essere inferiore a 0,015. L'uso di altri materiali lapidei porosi naturali, artificiali o sintetici, argilla espansa strutturale, loppe e scorie siderurgiche, scorie modificate di forno elettrico etc, dovranno sempre essere autorizzate dalla D.L., sulla base di preventiva presentazione allo stesso, da parte dell' Impresa, di uno studio della miscela.
- L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie proveniente da frantumazione deve essere uguale o superiore all'85% della miscela .
- La sommatoria delle percentuali di trattenuto in peso superiore a 2 mm (compreso), provenienti dalle sabbie utilizzate per la composizione granulometriche finale, dovranno essere inferiori od uguali al 5% in peso quando le sabbie provengono da rocce aventi un C.L.A. inferiore od uguale a 0,45.
- L' equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (CNR B.U.n° 27 dei 30.3.1972) deve essere superiore od uguale a 80.

c) **Additivi**

- Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
- Passante in peso per via umida al setaccio UNI 0,40 = 100%
- Passante in peso per via umida al setaccio UNI 0,18 \geq 90%
- Passante in peso per via umida al setaccio UNI 0,075 \geq 80%
- Della quantità' di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 più' dei 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.
- Il potere rigidificante (Δ PA) con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 dovrà essere $\geq 5^\circ\text{C}$.
- Indice di plasticità "NP" (non plastico CNR UNI 10014).
- Almeno il 2% in peso (riferito alla miscela degli aggregati) del filler sarà sempre e comunque costituito da calce idrata.
- Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

d) **Legante**

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) di tipo hard e rispondere ai seguenti requisiti:

- | | |
|--|------------|
| • Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71) | 50-70 dmm |
| • Punto di rammolimento (P.A.) (CNR35/73) | > 65 °C |
| • Punto di rottura (Frass) | < -12 °C |
| • Viscosità dinamica 160 °C | > 0.4 Pa.s |

e) **Mano d'attacco**

La mano d'attacco ha lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio del microtappeto drenante e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante.

L'emulsione utilizzata sarà un'emulsione al 70% di bitume modificato con polimeri SBS, spruzzata con apposita spanditrice automatica in ragione di kg 1,5 al metro quadrato.

Alla realizzazione della mano d'attacco dovrà seguire immediatamente la granigliatura di inerte avente pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. In alternativa, allo stesso scopo di consentire il transito dei mezzi di stesa, potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata.

L'emulsione per mano d'attacco dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Contenuto d'acqua (CNR 101/84) 30+/-1%
- Contenuto di legante (CNR 100/84) 70+/-1%
- Contenuto di bitume (CNR 100/84) > 69%
- Contenuto di flussante (CNR 100/84) < 3%
- Demulsività (ASTM D244) 50-100
- Omogeneità (ASTM D244) < 0,2%
- Sedimentazione a 5 gg < 10%
- Viscosità Engler a 20 °C > 20°E
- PH (grado di acidità) 2 - 4

Il bitume estratto dall'emulsione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71) 50-70 dmm
- Punto di rammollimento (P.A.) (CNR35/73) > 65 °C
- Punto di rottura (Frass) < -15 °C

f) **Miscela**

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

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	90 - 100
Crivello 5	20 - 30
Setaccio 2	15 - 25
Setaccio 0,4	8 - 16
Setaccio 0,18	6 - 12
Setaccio 0,075	5 - 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato prelevato presso l'impianto di produzione o dalla vibrofinitrice dovrà avere i seguenti requisiti.

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n° 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati a 150°C con 50 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 700 Kg inoltre il valore della rigidità Marshall cioè' il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm deve essere in ogni caso compreso tra 150 e 300 Kg/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 10% ed il 14% (CNR B.U. n° 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (Prova Brasiliana) dovranno rientrare nei seguenti limiti:

- | | | | |
|---|---------|-------------|-----------|
| • Temperature di prove: | 10°C | 25°C | 40°C |
| • Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²): | 1,0-1,5 | 0,45 - 0,70 | 0,20-0,30 |
| • Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²): | >= 100 | >= 45 | >= 25 |

Le prove Marshall e Brasiliana eseguite su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata di 7 giorni a 25 °C dovranno dare un valore di stabilità e resistenza a trazione indiretta non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di altezza 250 mm e superficie di 154 cm² ed uno spessore della pavimentazione compreso tra 1 e 2 cm deve essere maggiore a 3 dm³/min.

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

La miscela di progetto, analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B) con le seguenti condizioni di prova:

- angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°
- velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
- pressione verticale, KPa : 600
- dimensioni provino, mm : 150
- dovrà fornire i seguenti risultati:
- a 10 rotazioni : % vuoti 18÷22
- a 50 rotazioni : % vuoti 10÷14
- a 130 rotazioni : % vuoti > 8

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei contenuti di aggregato grosso di +/- 3 per il contenuto di sabbia +/- 2 (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) per il passante al setaccio UNI 0,075 +/- 1.5.

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate dalla vibrofinitrice, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica dei bitumi di ancoraggio. Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume modificato dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

g) **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 allo stoccaggio 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 3 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.

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

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

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

h) **Posa in opera**

La posa in opera del microtappeto deve essere effettuata a mezzo di idonee macchine vibrofinitrici approvate dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranature, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

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

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

I giunti longitudinali devono essere realizzati in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

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

La stesa del microtappeto deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del microtappeto deve iniziare appena posto in opera dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli a ruote metalliche di peso minimo 10 tonn e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili, al termine della compattazione lo strato deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella ottenuta in Laboratorio con la pressa giratoria (100 rotazioni).

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente: potrà essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

i) **Dati base di confronto e valutazione**

Verifica delle caratteristiche superficiali minime del conglomerato in oggetto risultati delle prove di misurazione dell'attrito radente sulle superfici pavimentate tramite il pendolo denominato " SKID TEST " (CNR BU 105) e delle misure di altezza in sabbia HS(CNR BU 94).

Dalle prove Skid Test (C.N.R.B.U.105) deve risultare una resistenza all'attrito radente non inferiore a 70 (CAT≥70);

La prova dovrà essere eseguita ad una distanza di cm. 80 dal limite destro della carreggiata.

Art. 23 Bitume modificato

Per applicazioni impegnative, e comunque, ogni qualvolta si riscontri, a giudizio insindacabile della D.L., l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali, e in ogni caso, di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare:

- un aumento dell'intervallo di plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica;
- un aumento dell'adesione;
- un aumento della viscosità.

La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire, nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica).

Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a secondo delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego, dovranno ottenere il preventivo benessere della D.L.

L'immissione delle sostanze additivanti nel bitume, dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Poichè il processo d'interazione chimico-fisica dell'elastomero col bitume è condizionata dalla origine del bitume, dalla scelta della temperatura di miscelazione, dal contenuto ottimale di polimero e dalla sua costanza qualitativa, sarà d'obbligo dell'impresa presentare in tempo utile, una dettagliata relazione riguardante:

- qualità caratteristiche, quantità ed affinità dei componenti il legante elastomerizzato;
- modalità e schemi operativi d'i produzione, nonchè le temperature di stoccaggio alle diverse temperature;
- i dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato che dovranno comunque rientrare fra quelli di seguito indicati:

BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI SBS-TIPO SOFT	METODI DI PROVA	CARATTERISTICHE TIPICHE
Punto di rammollimento P.A.	CNR 35/73	55-65 C
Penetrazione a 25 gradi C	CNR 24/71	50-70 dmm
Indice di penetrazione	UNI 4163	+ 0.5 - + 2.5
Punto di rottura Fraass	CNR 43/74	<= 15 gradi C
Intervallo elasto-plastico	P.A. - Fraass	>= 70 gradi C
Duttilità a 25 gradi C	CNR 44/74	>= 100 cm
Viscosità dinamica:		Pa * s
a 60 gradi C	ASTM D 3205	>= 2300
a 160 gradi C	ASTM D 3205	>= 0.25 - 0.40
a 180 gradi C	ASTM D 3205	>= 0.10 - 0.30
Densità a 25 gradi C	CNR 67/78	1.02 - 1.05
Ritorno elastico:		
a 10 gradi C	vedi nota (1)	>= 70%
a 25 gradi C	vedi nota (1)	>= 80%
Stabilità allo stoccaggio a caldo	vedi nota (2)	>= 2
Temperature tipiche		
- Stoccaggio: fino a circa 3 giorni		max 170 gradi C
fino a circa 15 giorni		140-150 gradi C
prolungato		90-100 gradi C
- Pompabilità		> 125 gradi C
- Impasto		160-170 gradi C
- Spruzzatura		165-179 gradi C

- Determinazione del ritorno elastico dei bitumi modificati - (prova basata sul metodo DIN 52013) -

- Scopo della prova -

Questo metodo serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati mediante misure dirette ed effettuate in determinate condizioni di prova sui provini sottoposti a deformazione di trazione nell'apparecchio duttilometro di cui alla Norma CNR BU n. 44 del 29.10.1974

- Apparecchiatura di prova -

Si fa riferimento alla Norma CNR BU n. 44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilometro e quella del provino di bitume in esame (CNR BU n. 67 del 22.05.1978) devono essere praticamente uguali.

A tale scopo e all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcool metilico o cloruro di sodio.

- Preparazione del campione -

Si rimanda alla Norma CNR BU 44/74, raccomandando di riscaldare il campione alla temperatura più bassa possibile e comunque non superiore a 150 gradi C.

- Preparazione dei provini -

Si rimanda alla norma CNR BU 44/74.

- Temperatura di prova -

La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra +5 gradi C e +25 gradi C, che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con tolleranza di +/-0.5 gradi C; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: +10 gradi C, +15 gradi C, +25 gradi C.

- Esecuzione della prova -

Nel bagno d'acqua del duttilometro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provino agli appositi attacchi e si procede al mutuo allontanamento delle ganasce con la velocità costante di 5 cm/minuto +/- 5%, fino ad un allungamento del provino pari a 20 +/- 0.1 cm.

Si arresta allora il movimento di allungamento e si lascia riposare il provino per 5 minuti, quindi lo si taglia a metà lunghezza con la forbice.

Dopo altri 60 minuti si misura il ritorno elastico R.E. (*) che è stato dato alla distanza formatasi fra le due estremità libere del provino, espresse in cm, con l'approssimazione della prima cifra decimale.

La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile, quando il provino di bitume fra le due ganasce - sia nella fase di allungamento che in quella di ritorno libero - non viene mai a contatto con la superficie e con il fondo del bagno del duttilometro.

In difetto, la determinazione deve essere riatta - dopo avere ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza - in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno.

- Espressione dei risultati -

Per ogni determinazione normale, il ritorno elastico deve essere espresso come percentuale dell'allungamento del provino:

$$R.E. (*) \% = 100 R.E. (*) / 20$$

il risultato R.E. % della prova, è dato dalla media aritmetica dei valori ottenuti con tre determinazioni normali, purché la maggiore differenza fra questi valori non superi il 15% di tale media.

In caso contrario si deve ripetere la prova e, se la discordanza persiste, si devono segnalare i 6 valori singoli e si assume come risultato della prova la media aritmetica dei 3 valori minori fra le 6 determinazioni normali effettuate.

Contestualmente al risultato deve essere precisata la temperatura alla quale la prova è stata eseguita.

* * *

2) - Prova di verifica della stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo -

- Scopo della prova -

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo, e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- Apparecchiatura di prova -

- tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole, non verniciato;

- stufa con regolazione termostatica fino a 200 gradi C, con precisione di +/- 1 gradi C;

- freezer;

- apparecchiatura per la determinazione del punto P.A. del bitume (cnr bu N. 36/1073).

- Procedimento -

Dopo aver chiuso un tubetto ad una estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, vi si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria, e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stratta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanda praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 giorni alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di eguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiore e superiore si determina separatamente il punto P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

- Espressione dei risultati -

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- Valutazione ed accettazione dei risultati -

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la suddetta differenza non supera i 2 gradi C.

Art. 24 Segnaletica stradale

Ai sensi della Circolare del Ministero LL. PP. N° 2584 del 9/6/1995, tutti i cartelli stradali forniti dovranno essere prodotti da Ditte specializzate.

Tutti i segnali dovranno essere regolarmente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del Codice della strada approvato con D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni di cui al D.P.R. n° 610 del 16/9/96, nonché dal disciplinare tecnico "livelli di qualità delle pellicole retro riflettenti" contenuto nel D.M. del 31/03/1995 ed alle successive Circolari Ministeriali.

I segnali saranno costruiti in lamiera di alluminio semicrudo di prima scelta dello spessore non inferiore a 25/10 di mm, o, se in progetto, in lamiera di ferro con spessore non inferiore ai 10/10 di mm.

Se costruiti in alluminio, la lamiera dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura e sgrossatura a fondo e quindi sottoposta a procedimento di FOSFO CROMAZIONE per immersione su tutte le superfici, o ad altro procedimento di pari affidabilità.

A tale materiale grezzo, dopo i suddetti processi di preparazione dovrà essere applicata a spruzzo una mano di vernice di fondo anticorrosiva tipo "WACH PRIMER" su entrambe le facciate del segnale; successivamente, la verniciatura del retro e della scatolatura del segnale dovrà essere eseguita con mano di smalto sintetico del colore neutro opaco a finire anteriormente con cotture a forno con temperature di circa 140 gradi centigradi.

Se costruiti in ferro, la lamiera dovrà essere prima decappata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulla superficie della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi ed ancorati per la successiva verniciatura.

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernice tipo WASH PRIMER, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno raggiungerà una temperatura di 140 gradi centigradi.

Iscrizioni

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'Art.77 del D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq 200:

la scritta Amministrazione Provinciale di Perugia,
il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale,
l'anno di fabbricazione,

il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei LL.PP. alla Ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali, in ottemperanza all'Art. 77 comma 7 del Regolamento di attuazione del Nuovo C.d.S. e a quanto disposto dalla Circolare Ministeriale LL.PP. n.2823/94;

gli estremi dell'ordinanza di apposizione, se sono di prescrizione.

Ancoraggio

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard universale (adatto a sostegni in ferro tubolare del diametro di mm 60, dotati anche di dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm 12 saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di mm 3 con due fori, nonché da bulloni pure zincati e relativi dadi interamente filettati da cm 7,5.

A fine dell'assemblaggio la facciata del cartello, in pelliccia, non dovrà presentare depressioni o rilievi.

Sostegni

I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123, che per il diametro di 60 mm il rapporto è di kg. 2,95/ml di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica.

Frecce direzionali

Le frecce direzionali, i preavvisi di bivio, i cartelli per i triangoli di prescrizione del diametro di cm 90 ed i pannelli segnaletici di curva, perché presentino la necessaria rigidità, dovranno essere rinforzati con traverse in lamiera di alluminio sciolato con sezione a "U" di lunghezza corrispondente alle dimensioni dei segnali, saldate o chiodate sul retro dei cartelli; esse dovranno portare attacchi speciali per due o più pali secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Le frecce direzionali ed i preavvisi di bivio potranno essere muti o con iscrizioni:

- per muti si intende che i cartelli non dovranno portare sulla facciata anteriore nessuna scritta o simbolo, pur essendo perfettamente finiti, anche nei bordi e nelle punte, in pellicola rifrangente a pezzo unico;
- con iscrizioni, si intendono sia le frecce direzionali che i preavvisi, perfettamente finiti con iscrizioni, simbologie, inserti anche a più colori.

Pellicole.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retro riflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate, e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti e i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retro riflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retro riflettente.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frecce, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà essere interamente riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che per i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema dei colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'Art. 79 del regolamento di Esecuzione (Art.39 C.d.S.).

Per i segnali di indicazione il codice colore, la composizione grafica, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dagli articoli 78 e 125 del regolamento d'esecuzione (Art.39 C.d.S.).

In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (determinabili come dalla tabella II 16 del C.d.S.) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a m 100 ed allo scopo di mantenere un sufficiente potenziale di "Bersaglio Ottico" e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a 1,50 ml per 1,00 ml.

(classe 2°)

I segnali da realizzare obbligatoriamente in pellicola ad elevata efficienza in conformità all'Art.79 comma 12 del regolamento d'Esecuzione sono quelli delle Fig.36, 37, 40, 48, 52, nonché i segnali di preavviso e di direzione.

(classe 1°)

Tutti gli altri segnali dovranno essere realizzati interamente in pellicola di classe 1°.

Su richiesta della D.L., anche questi potranno essere realizzati con pellicole ad elevata efficienza: varranno in ogni caso le modalità d'esecuzione già sopra descritte relativamente ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero LL.PP. con D.M. del 31/03/1995 e dovranno risultare prodotte da Aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNIEN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Capitolato e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo, per ambedue i tipi previsti ai punti 23 e 24 del disciplinare tecnico summenzionato e per tutti i colori previsti dalla tab.1 dello stesso.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di classe 1° e classe 2°) sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Per i segnali luminosi di preavviso completo di lanterne a LED sono compresi:

- 2 lanterne luce diam. 200 a led con funzionamento sincronizzato alternato triflash;
- regolatore di carica 220/12;
- centralina di lampeggio;
- batteria 70 AH 12V al gel;
- contenitore 54 moduli stagno IP55 dimensioni 300x220x120x completo di chiave;
- pannello segnaletico con l'indicazione di pericolo generico in alluminio 25/10 HI classe II dimensioni 90x135;
- telaio antivandalo in acciaio zincato compresi i sostegni del pannello.

Art. 25 Rilevati speciali sperimentali

Con il termine "rilevati speciali" sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale .

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;

- b) rilevati con materiali riciclati.
- c) rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

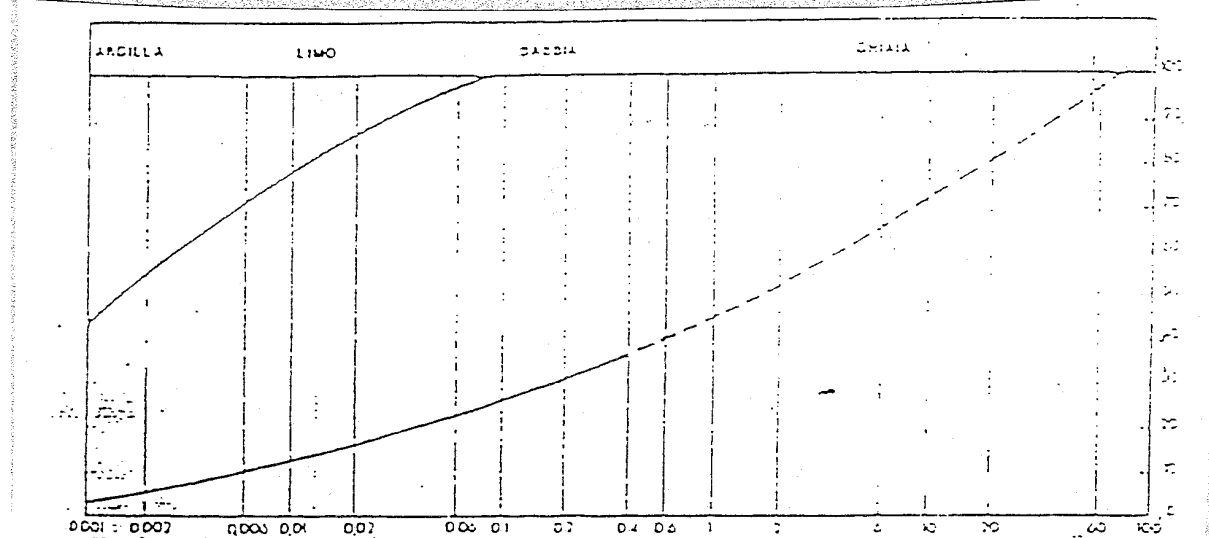
Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

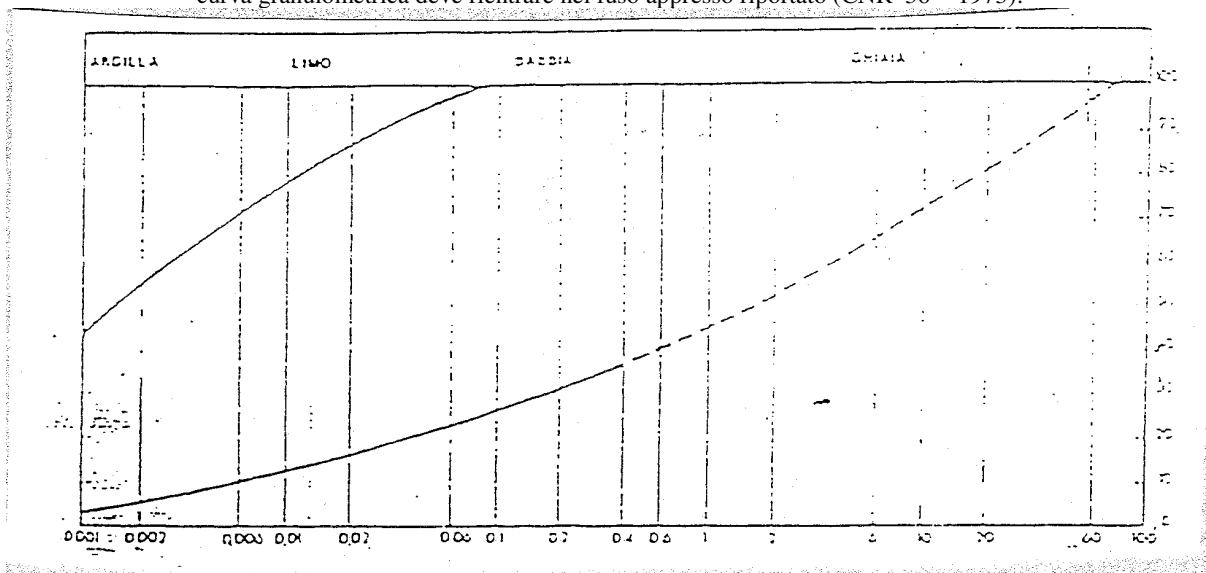
Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.



La loro

curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



Il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:

il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

- il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm², (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

- il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

- il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

- il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm².

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.
- Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.
- L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).
- Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

Rilevati con materiali riciclati da:

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 % ;

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 Il parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009) , inferiore a 1%;

b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 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 con sensibilità al gelo $G \leq 30$; Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più , al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

Rifiuti speciali industriali - scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente β) dovrà essere compresa tra 20 e 40 ; l'attività β risulta così definita:
- coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm²/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi < 80 μ m, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: Measure du coefficient β d'activité du latier granulé de haut fourneau - Dunoid - Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15% ;

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

Art. 26 Specifica di controllo

a) **Disposizioni generali**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., 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 atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

Categorie di lavoro e materiali	Controlli previsti	Normativa di riferimento
---------------------------------	--------------------	--------------------------

Movimenti di terra		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
Piani di posa dei rilevati	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Piani di posa delle fondazioni stradali in trincea	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Formazione dei rilevati	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

b) **Prove di laboratorio**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica ;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua ;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 ;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) ;
- la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

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

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma presso un laboratorio ufficiale segnalato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio comprensoriale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

d) **Prove di controllo sul piano di posa**

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato.

TABELLA 2

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m3____)

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m3	successivi m3
	primi 5000 m3	successivi m3	primi 5000 m3	successivi m3		
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico	*	*	500	2000	1000	5000

su piastra CNR 9 - 67						
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori						
** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

TABELLA 1
FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI

Prospetto I - Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332> 35%				Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica . Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤50 ≤ 30 ≤15	— ≤ 50 ≤25	— > 50 ≤10	— ≤ 35	— ≤35	— ≤ 35	— ≤ 35	— > 35	— > 35	— > 35	— > 35	— > 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332 Limite liquido Indice di plasticità	— ≤ 6		— N.P.	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10m ax	≤ 40 > 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10 (IP≤ IL-30)	> 40 > 10 (IP> LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa ,pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limipoco compressibili	Argille poco compressibili	Argill e forte ment e compressibili forte ment e plast iche	Argill e forte ment e compressibili forte ment e plast iche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre

Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente			Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media	Molto elevata	Media	Elevata	Media
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve	Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla	
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto o	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista
<p>* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.</p>							

e) **Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

f) **Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l' idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m3 di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di
- passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m2)
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m2)

g) **Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m3)

- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m3);

h) **Prove di controllo sul piano di posa**

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m2.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

i) **Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

j) **Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m3 di materiale da porre in opera.

k) **Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m3 di materiale posto in opera.

l) **Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

m) **Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica ;
- determinazione dell'attività;

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

n) **Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m3 di materiale posto in opera.

CAPO III - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 27 Norme generali

1. Resta stabilito, innanzitutto, che sia per i lavori compensati a corpo e sia per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quanto altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.
2. Detti disegni, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno dall'Appaltatore consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per necessario e preventivo controllo e verifica sulla base delle misurazioni effettuate in contraddittorio durante l'esecuzione dei lavori.
3. La suddetta documentazione resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.
4. Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che: i lavori compensati a misura, saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come indicati in progetto, anche se dalle misure di controllo rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.
5. Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori, abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.
6. Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, di accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza dei collaudi ed in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità delle lavorazioni, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

ART. 28 Misurazione dei lavori

1. Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi Regionale.
2. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto, e dall'ordine di servizio anche se nelle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.
3. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni e se ne terrà conto nella contabilizzazione. Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla D.L. sarà facoltà insindacabile della D.L. ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della D.L. con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accertate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.
4. Le misure saranno prese in contraddittorio, man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti su i quali dovranno essere esattamente localizzate con le progressive che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e l'Impresa. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo o di certificato di regolare esecuzione.

Art. 29 Movimenti di materie

a) Scavi

Gli scavi verranno distinti, agli effetti contabili, in scavi di sbancamento e scavi di fondazione a sezione obbligata. Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amm.ne appaltante. L'impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla D.L., ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti dagli scavi. Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggiore lavoro eseguito, ma l'impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere. La determinazione delle quantità degli scavi di sbancamento verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. Appena proceduto alla consegna dei lavori si rileveranno in contraddittorio con l'Impresa tutte le sezioni trasversali necessarie, opportunamente stabilite in relazione all'andamento del piano di campagna. In base a tali rilievi e a quelli da eseguirsi ad opera finita, limitatamente alla sagoma prescritta, sarà determinato il volume degli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo agli scavi in genere comprende tra gli oneri particolari: il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, etc. ed il loro trasporto e lo scarico a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia; gli esaurimenti di acqua negli scavi di sbancamento. Qualora, per la qualità del terreno, o per qualunque altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti. L'impresa è tenuta a coordinare opportunamente (per campioni) la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, poiché gli oneri relativi sono da intendersi compensati con i prezzi contrattuali. Nessun compenso spetterà all'impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi, anche di sbancamento, siano da eseguirsi a campione. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli in cui l'allontanamento delle materie scavate possa effettuarsi senza ricorrere a mezzi di sollevamento, ma non escludendo l'impiego di rampe provvisorie. Saranno considerati scavi di fondazione a sezione obbligata quelli al disotto del piano di sbancamento, e verranno computati e compensati per il volume determinato dalla superficie delle strutture di fondazione e/o per il volume dei drenaggi realizzati. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, dove ragioni particolari non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tale caso non sarà pagato il maggiore volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spesa. Al volume di scavo, per ciascuna classe di profondità indicata nell'elenco prezzi, verrà applicato il relativo prezzo. Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alle murature. Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di elenco

degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e riportare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee alla formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

b) Rilevati

La determinazione delle quantità dei rilevati stradali verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. La formazione dei rilevati stradali verrà eseguita a strati orizzontali non superiori a cm 30 disposti secondo le sagome prescritte, compresi i seguenti oneri: la preparazione e la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaglie, l'eventuale indennità di cava, il prelievo ed il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica a strati di altezza non superiore a cm 30 in modo da raggiungere il 95% della prova AASHO modificata, le bagnature, i necessari scarichi, la sistemazione delle scarpate, la profilatura dei cigli e quanto altro occorre per dare il lavoro compiuto a regola d'arte; profilatura delle scarpate e loro rivestimento con terra vegetale dello spessore di almeno 20 cm, rivestimento che verrà contabilizzato con lo stesso prezzo del rilevato. I prezzi relativi ai rilevati verranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra. Qualora l'impresa superasse le sagome fissate dalla D.L., il maggiore rilevato non verrà contabilizzato e l'impresa, se ordinato dalla D.L., rimuoverà, a sue cure e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla D.L.. Qualora l'impresa, per la formazione dei rilevati, ritenga di sua convenienza portare a rifiuto materiali provenienti dagli scavi della sede stradale e riconosciuti idonei dalla D.L., sostituendoli con materiali provenienti da cave di prestito, per il volume corrispondente a questi ultimi materiali non verrà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali provenienti da cave di prestito per la formazione di rilevati.

Art. 30 Sovrastruttura stradale (strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)

1. Lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con o senza legante naturale, sarà valutato a volume in opera ed a costipamento ultimato.
2. Sia il tout-venant bituminoso per lo strato di base, che i conglomerati per la formazione dello strato di collegamento (binder) e di quello di usura, saranno misurati secondo l'unità di misura indicata nei rispettivi prezzi di Elenco.

Fondazione in misto granulare stabilizzato

Il misto granulometrico sarà misurato con il metodo delle sezioni ragguagliate, da rilevarsi prima della posa in opera del misto stesso e dopo la posa in opera del conglomerato bituminoso. Si precisa che dalla quantità risultante dal computo delle sezioni suddette verrà detratto il volume del conglomerato bituminoso ottenuto moltiplicando la superficie effettiva del piano bitumato per lo spessore medio ponderato del conglomerato stesso, spessore che sarà determinato con le modalità indicate nel paragrafo riguardante le norme di misurazione dei conglomerati bituminosi. Nel prezzo del misto sono compresi i seguenti oneri: scavo, indennità di cava, frantumazione, vagliatura, carico, trasporto e scarico, stesa, umidificazione e compattazione meccanica fino a raggiungere il 95% della densità massima AASHO modificato.

A discrezione della D.L. verrà prelevato un congruo numero di campioni di misto granulometrico in opera da sottoporre a prove di laboratorio. Qualora l'indice di plasticità risulti superiore a quello massimo prescritto, verranno effettuate detrazioni della quantità risultante dal computo dei volumi del misto granulometrico secondo le modalità sotto indicate:

- a) Indice di plasticità fino a **10**: verrà operata una detrazione del **10 %** per ogni punto dell'indice di plasticità superiore a **6** per la frazione in più la detrazione sarà calcolata proporzionalmente.
- b) Indice di plasticità compreso **tra 4 e 6**: verrà operata una detrazione del **10%** per ogni punto dell'indice di plasticità riscontrato.

Strato in conglomerato bituminoso tipo "base"

1) Detrazione per tenore di bitume inferiore a quello minimo prescritto

A discrezione della D.L. verrà prelevato un congruo numero di campioni di conglomerato bituminoso in opera, da sottoporre alla determinazione del contenuto in bitume. La media ponderale dei valori risultanti verrà assunta come tenore medio del bitume per i tratti di pavimentazione via via contabilizzati. Se detto tenore medio risulta inferiore al minimo prescritto nel presente Capitolato, o al minimo eventualmente autorizzato dalla D.L., sarà effettuata una detrazione della superficie bitumata effettiva pari al **9%** per ogni "per cento" in meno (graduando linearmente per la frazione) del tenore di bitume risultante rispetto a quello prescritto.

Resta stabilito che qualora il tenore medio di bitume risulti inferiore al **60%** del tenore minimo prescritto, il conglomerato bituminoso non verrà accettato e l'Impresa dovrà allontanare dal Cantiere a propria cura e spese lo strato di pavimentazione con tenore di bitume inferiore al 60% del tenore minimo prescritto.

Strato in conglomerato bituminoso tipo "binder"

1) Norme di misurazione

Lo strato di conglomerato bituminoso verrà misurato a mq di superficie bitumata a seguito di ricarica delle parti avvallate. Resta stabilito che la larghezza del piano bitumato dovrà risultare pari a quella indicata nella sezione tipo allegata al contratto, con una tolleranza massima di cm. 5.

Lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso dovrà risultare a compattazione avvenuta dello spessore medio indicato al corrispondente articolo dell'elenco prezzi. Per la determinazione dello spessore medio su indicato, si procederà nel modo seguente:

- a) Per un congruo numero di sezioni, che verranno stabilite a discrezione della D.L., verrà effettuato il prelievo di n.3 campioni di conglomerato bituminoso (bynder) in corrispondenza rispettivamente dei due cigli esterni (a e c) e dell'asse stradale (b). Lo spessore di ogni sezione verrà determinato in base alla relazione $S = 1/2((a+c)/2 + b)$. Qualora lo spessore della sezione determinato come sopra, dovesse risultare superiore del 20% a quello indicato nell'elenco prezzi, non sarà riconosciuta la quantità eccedente il succitato 20%. Tale maggiore spessore accettabile viene in ogni caso tenuto in considerazione solo ed esclusivamente per il calcolo generale dello spessore medio ponderato della pavimentazione.

- b) Lo spessore risultante dalla media ponderata degli spessori delle singole sezioni rapportati alle distanze tra le sezioni stesse, verrà assunto come spessore medio dei tratti di pavimentazione via via contabilizzati.

2) **Detrazione per spessori inferiori a quelli prescritti**

Qualora lo spessore medio ponderato, come sopra risulti inferiore a quello indicato al corrispondente articolo dell'elenco prezzi, verranno effettuate detrazioni della superficie bitumata effettiva secondo le seguenti modalità:

- a) Spessori fino al 96% dello spessore prescritto: verranno accettati senza alcuna detrazione.
- b) Spessori compresi tra il 96% e il 90% dello spessore prescritto: verrà operata una detrazione del 3% per ogni mm al di sotto dello spessore corrispondente al 96%.
- c) Spessori compresi tra il 90% e l'80% dello spessore prescritto: verrà operata una detrazione del 5% per ogni mm al di sotto dello spessore corrispondente al 96%.

Resta stabilito che qualora lo spessore medio ponderato risulti inferiore all'80% dello spessore prescritto lo strato di conglomerato bituminoso non verrà accettato e l'Impresa dovrà procedere ad ulteriore idoneo ricarico di tutta la pavimentazione stradale. Resta altresì stabilito che se lo spessore medio ponderato dovesse risultare superiore a quello prescritto, il conglomerato bituminoso in opera verrà contabilizzato per la sola parte corrispondente allo spessore prescritto, non facendosi luogo in alcun caso maggiorazione di prezzo.

3) **Detrazione per indici dei vuoti superiori a quello prescritto**

A discrezione della D.L. verrà prelevato un congruo numero di campioni di conglomerato bituminoso in opera da sottoporre alla determinazione dell'indice dei vuoti a cilindrata finita. La media ponderale dei valori risultanti verrà assunta come indice medio dei vuoti del conglomerato in opera per i tratti di pavimentazione via via contabilizzati. Se tale indice medio trovato risulta superiore a quello prescritto, sarà effettuata una detrazione della superficie bitumata o della quantità fornita, pari al **3%** per ogni "per cento" in più (graduando linearmente per la frazione) dell'indice medio dei vuoti risultante rispetto a quello prescritto.

Per lo strato di collegamento il valore dei vuoti superiori al 14% (quattordicipercento) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa, salvo il danno per il mancato esercizio della struttura

Per lo strato di usura il valore dei vuoti superiori al 12% (dodicipercento) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa, salvo il danno per il mancato esercizio della struttura

4) **Detrazione per tenore di bitume inferiore a quello minimo prescritto**

A discrezione della D.L. verrà prelevato un congruo numero di campioni di conglomerato bituminoso in opera, da sottoporre alla determinazione del contenuto in bitume. La media ponderale dei valori risultanti verrà assunta come tenore medio del bitume per i tratti di pavimentazione via via contabilizzati. Se detto tenore medio risulta inferiore al minimo prescritto nel presente Capitolato, o al minimo eventualmente autorizzato dalla D.L., sarà effettuata una detrazione della superficie bitumata effettiva o della quantità fornita, pari al **9%** per ogni "per cento" in meno (graduando linearmente per la frazione) del tenore di bitume risultante rispetto a quello prescritto. Resta stabilito che qualora il tenore medio di bitume risulti inferiore al **60%** del tenore minimo prescritto, il conglomerato bituminoso non verrà accettato e l'Impresa dovrà allontanare dal Cantiere a propria cura e spese lo strato di pavimentazione con tenore di bitume inferiore al 60% del tenore minimo prescritto.

5) **Detrazione per valore della resistenza all'attrito radente inferiore a quello minimo prescritto (BYNDER TRANSITABILE)**

Per valori dell'indice CAT riscontrato sul **bynder transitabile**, inferiore a **55**, si effettuerà per ogni punto in meno (graduando linearmente per la frazione), una detrazione pari all' **1%** della quantità contabilizzata. Non verranno accettati conglomerati tipo bynder transitabile con indice CAT inferiore a **52**.

Strato in conglomerato bituminoso tipo usura

Per quanto riguarda le norme di misurazione, detrazioni per spessori, indice dei vuoti e contenuto in bitume non conformi alle prescrizioni, si adotteranno i criteri esposti ai corrispondenti paragrafi del conglomerato bituminoso tipo Bynder.

1) **Detrazione per valore della resistenza all'attrito radente inferiore a quello minimo prescritto**

Per valori dell'indice CAT riscontrato, inferiore a **58**, si effettuerà per ogni punto in meno (graduando linearmente per la frazione), una detrazione pari all' **1%** della quantità contabilizzata. Non verranno accettati conglomerati tipo usura con indice CAT inferiore a **55**.

Microtappeto a freddo tipo Slurry Seal

Per quanto riguarda le norme di misurazione, detrazioni per spessori, indice dei vuoti e contenuto in bitume non conformi alle prescrizioni, si adotteranno i criteri esposti ai corrispondenti paragrafi del conglomerato bituminoso tipo Bynder.

1) **Detrazione per valore della resistenza all'attrito radente inferiore a quello minimo prescritto**

Per valori dell'indice CAT riscontrato, inferiore a **65**, si effettuerà per ogni punto in meno (graduando linearmente per la frazione), una detrazione pari all' **1%** della quantità contabilizzata. Non verranno accettati microtappeti tipo Slurry Seal con indice CAT inferiore a **60**.

Trattamento superficiale a doppio strato

Per quanto riguarda le norme di misurazione, detrazioni per spessori, indice dei vuoti e contenuto in bitume non conformi alle prescrizioni, si adotteranno i criteri esposti ai corrispondenti paragrafi del conglomerato bituminoso tipo Bynder.

1) **Detrazione per valore della resistenza all'attrito radente inferiore a quello minimo prescritto**

Per valori dell'indice CAT riscontrato, inferiore a **70**, si effettuerà per ogni punto in meno (graduando linearmente per la frazione), una detrazione pari all' **1%** della quantità contabilizzata. Non verranno accettati trattamenti superficiali a doppio strato con indice CAT inferiore a **65**.

Microtappeto a caldo ad elevata rugosità superficiale

1) **Detrazione per tenore di bitume inferiore a quello minimo prescritto**

A discrezione della D.L. verrà prelevato un congruo numero di campioni di conglomerato bituminoso in opera, da sottoporre alla determinazione del contenuto in bitume. La media ponderale dei valori risultanti verrà assunta come tenore medio del bitume per i tratti di pavimentazione via via contabilizzati. Se detto tenore medio risulta inferiore al minimo prescritto nel presente Capitolato, o al minimo eventualmente autorizzato dalla D.L., sarà effettuata una detrazione della superficie bitumata effettiva pari al **9%** per ogni "per cento in meno" (graduando linearmente per la frazione), del tenore di bitume risultante rispetto a quello prescritto. Resta stabilito che qualora il tenore medio di bitume risulti inferiore al **80%** del tenore minimo prescritto, il conglomerato bituminoso non verrà accettato e l'Impresa dovrà allontanare dal Cantiere a propria cura e spese lo strato di pavimentazione con tenore di bitume inferiore al 80% del tenore minimo prescritto.

2) **Detrazione per valore della resistenza all'attrito radente inferiore a quello minimo prescritto**

Per valori dell'indice CAT riscontrato, inferiore a **70**, si effettuerà per ogni punto in meno (graduando linearmente per la frazione), una detrazione pari all' **1%** della quantità contabilizzata. Non verranno accettati microtappeti a caldo ad elevata rugosità superficiale con indice CAT inferiore a **65**.

Fornitura di conglomerato bituminoso pesato su autocarro

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà disporre la pesatura della quantità di conglomerato bituminoso fornito su autocarro, in apposita pesa pubblica.